

# TRABAJO FIN DE MASTER

## ESPECIALIDAD:

*MASTER EN ENERGÍAS RENOVABLES Y SOLAR*

## TÍTULO:

*Proyecto de electrificación de una vivienda rural mediante energías renovables, sita en el término municipal de Aiello de Malferit, Valencia.*

**Autor:** Rafael Montoya Mira

**Fecha:** Febrero, 2017

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>MEMORIA.</b> .....	13
<b>DESCRIPCION DEL PROYECTO.</b> .....	14
<b>1.1 Introducción y objetivos.</b> .....	14
1.1.1 Introducción. ....	14
1.1.2 Objetivo del proyecto. ....	15
1.1.3 Alcance. ....	15
1.1.4 Antecedentes y ubicación. ....	16
<b>1.2 Normativas a seguir y abreviaturas.</b> .....	17
1.2.1 Normativa. ....	17
1.2.2 Definiciones y abreviaturas. ....	18
<b>1.3 Descripción de las instalaciones renovables a utilizar.</b> .....	19
1.3.1 Suministro eléctrico. ....	19
1.3.1.1 Sistema fotovoltaico. ....	19
1.3.1.1.1 Funcionamiento del sistema. ....	21
1.3.1.1.2 Partes del sistema fotovoltaico. ....	21
1.3.1.1.2.1 Captadores solares. ....	21
1.3.1.1.2.2 Regulador. ....	22
1.3.1.1.2.3 Bus de baterías. ....	23
1.3.1.1.2.4 Inversor/cargador. ....	23
1.3.1.1.2.5 Estructura para la instalación de los paneles fotovoltaicos. ....	25
1.3.1.2. Sistema eólico. ....	26
1.3.1.2.1 Funcionamiento del sistema. ....	27
1.3.1.3 Grupo electrógeno. ....	27
1.3.2 Sistema para el agua caliente sanitaria (ACS). ....	28
1.3.2.1 Funcionamiento del sistema. ....	29
1.3.2.2 Elementos que constituyen la instalación solar térmica. ....	30
1.3.2.3 Captadores solares. ....	30
1.3.2.2.2 Acumulador. ....	31
1.3.2.2 Estructura de soporte de sistema de captación. ....	32
1.3.2.2 Estación solar de bombeo. ....	33
1.3.2.3 Bomba de impulsión. ....	34
1.3.2.4 Calentador de apoyo. ....	35

1.3.3 Sistema de climatización. ....	36
1.3.3.1 Funcionamiento del sistema. ....	36
1.3.3.2 Partes y elementos del sistema. ....	37
1.3.3.2.1 Sistemas de captación. ....	37
1.3.3.2.2 Sondas geotérmicas. ....	39
1.3.3.2.3 Bomba de calor. ....	41
1.3.3.2.4 Suelo radiante. ....	42
1.3.3.2.5 Placa aislante. ....	43
1.3.3.2.6 Banda perimetral. ....	43
1.3.3.2.7 Tubería. ....	44
1.3.3.2.8 Placa de mortero. ....	45
1.3.3.2.9 Grupo de regulación a temperatura variable para suelo radiante..	45
1.3.3.2.10 Bomba de distribución. ....	45
1.3.3.2.11 Colector de distribución. ....	46
1.3.3.2.12 Grupo de impulsión. ....	47
1.3.3.2.13 Control de temperatura. ....	47
<b>1.4 Instalación eléctrica de baja tensión. ....</b>	<b>47</b>
1.4.1 Caja de protección y medida. ....	47
1.4.2 Derivación individual. ....	48
1.4.3 Dispositivos generales e individuales de mando y protección. ....	49
1.4.4 Instalaciones interiores. ....	50
1.4.4.1 Conductores. ....	50
1.4.4.2 Identificación de los conductores. ....	50
1.4.4.3 Subdivisión de las instalaciones. ....	51
1.4.4.4 Equilibrado de cargas. ....	51
1.4.4.5 Resistencia de aislamiento. ....	51
1.4.4.6 Conexiones. ....	52
1.4.4.7 Sistema de instalación. ....	52
1.4.5 Protecciones contra sobreintensidades. ....	53
1.4.6 Protección contra sobretensiones. ....	54
1.4.7 Protección contra contactos directos e indirectos. ....	55
1.4.8 Puesta a tierra. ....	56
1.4.9 Luminarias. ....	58

<b>CÁLCULOS.</b> .....	60
<b>2.1 Termosolar.</b> .....	61
2.1.1 Estimación de la demanda energética de ACS. ....	61
2.1.2 Selección de captadores térmicos. ....	66
2.1.3 Selección del acumulador. ....	67
2.1.4 Caudal de la bomba. ....	67
2.1.5 Diámetro de las tuberías. ....	67
2.1.6 Perdida de presión en el circuito primario. ....	68
2.1.7 Pérdidas totales de presión de las tuberías. ....	70
2.1.8 Perdidas de carga en el captador. ....	70
2.1.9 Pérdidas carga totales. ....	71
2.1.10 Bomba del circuito primario. ....	71
<b>2.2 Diseño de los elementos del sistema de calefacción.</b> .....	72
2.2.1 Diseño de los elementos de geotermia. ....	72
2.2.1.1 Estimación de la demanda de energía. ....	72
2.2.1.2 Carga térmica de ventilación. ....	73
2.2.1.3 Carga térmica debida a los materiales de construcción. ....	74
2.2.1.4 Carga térmica total. ....	83
2.2.1.5 Determinación de los sondeos geotérmicos. ....	84
2.2.1.6 Determinación de la bomba geotérmica. ....	86
2.2.2 Diseño de los elementos del suelo radiante. ....	87
2.2.2.1 Determinación del elemento radiante. ....	87
2.2.2.2 Dimensionado del grupo colector de regulación a temperatura variable para suelo radiante. ....	89
2.2.2.3 Bomba de distribución. ....	90
2.2.2.4 Colector de distribución. ....	90
2.2.2.5 Bomba de impulsión. ....	91
<b>2.3 Diseño de los elementos sistema eléctrico fotovoltaicos.</b> .....	92
2.3.1. Diseño de los elementos del sistema fotovoltaico. ....	92
2.3.2. Estimación de la demanda energética. ....	92
2.3.3 Datos sobre la radiación solar. ....	94
2.3.3.1- Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación y sobras. ....	94
2.3.3.2- Valores medios de irradiación solar. ....	96

2.3.4 Dimensionado del campo fotovoltaico. ....	98
2.3.5 Distancia de separación entre los paneles. ....	101
2.3.6 Selección de los componentes de la instalación de los paneles. ....	101
2.3.6.1 Regulador del campo solar. ....	102
2.3.6.2 Cargador de baterías. ....	103
2.3.6.3 Inversor. ....	104
2.3.6.4. Selección de baterías. ....	108
2.3.6.5 Arrancador. ....	109
2.3.7 Grupo electrógeno como sistema de alimentación de emergencia. ....	105
<b>2.4 Diseño de la instalación eléctrica de la vivienda. ....</b>	<b>110</b>
2.4.1 Grado de electrificación. ....	110
2.4.2 Protección general. ....	111
2.4.3 Número de circuitos independientes según ITC-BT-25. ....	111
2.4.4 Número de circuitos independientes a instalar. ....	112
2.4.5 Cálculos justificativos de la instalación eléctrica. ....	114
2.4.6 Cálculo de la puesta a tierra. ....	115
2.4.7 Cálculo de la energía a producir mediante generador eólico. ....	117

<b>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.</b> .....	119
<b>DISPOSICIONES GENERALES.</b> .....	120
<b>3.1. Disposiciones de carácter general.</b> .....	120
3.1.1 Objeto del Pliego de Condiciones. ....	120
3.1.2 Contrato de obra. ....	120
3.1.3 Documentación del contrato de obra. ....	120
3.1.4 Formalización del Contrato de Obra. ....	120
3.1.5 Jurisdicción competente. ....	121
3.1.6 Responsabilidad del Contratista. ....	121
3.1.7 Accidentes de trabajo. ....	121
3.1.8 Daños y perjuicios a terceros. ....	122
3.1.9 Copia de documentos. ....	122
3.1.10 Suministro de materiales. ....	122
3.1.11 Causas de rescisión del contrato de obra. ....	122
3.1.12 Omisiones: Buena fe. ....	123
<b>3.2 Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.</b> .....	123
3.2.1 Accesos y vallados. ....	124
3.2.2 Replanteo. ....	124
3.2.3 Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos. ....	124
3.2.4 Orden de los trabajos. ....	124
3.2.5 Facilidades para otros contratistas. ....	124
3.2.6 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor. ....	125
3.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto. ....	125
3.2.8 Prorroga por causa de fuerza mayor. ....	125
3.2.9 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra. ....	126
3.2.10 Trabajos defectuosos. ....	126
3.2.11 Vicios ocultos. ....	126
3.2.12 Procedencia de materiales, aparatos y equipos. ....	127
3.2.13 Materiales, aparatos y equipos defectuosos. ....	127
3.2.14 Limpieza de las obras. ....	128
3.2.15 Obras sin prescripciones explícitas. ....	128
<b>3.3 Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas.</b> .....	128
3.3.1 Consideraciones de carácter general. ....	128

3.3.2 Recepción provisional. ....	129
3.3.3 Documentación final de la obra. ....	130
3.3.4 Medición definitiva y liquidación provisional de la obra. ....	130
3.3.5 Plazo de garantía. ....	130
3.3.6 Conservación de las obras recibidas provisionalmente. ....	130
3.3.7 Recepción definitiva. ....	131
3.3.8 Prórroga del plazo de garantía. ....	131
3.3.9 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida. ....	131
<b>3.4 Disposiciones Facultativas. ....</b>	<b>131</b>
3.4.1 Definición y atribuciones de los agentes de la edificación. ....	131
3.4.1.1 El Promotor. ....	132
3.4.1.2 El Projectista. ....	132
3.4.1.3 El Constructor o Contratista. ....	132
3.4.1.4 El Director de Obra. ....	133
3.4.1.5 El Director de la Ejecución de la Obra. ....	133
3.4.1.6 Los suministradores de productos. ....	133
3.4.2 Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.). ....	133
3.4.3 Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/97. ....	134
3.4.4 La Dirección Facultativa. ....	134
3.4.5 Visitas facultativas. ....	134
3.4.6 Obligaciones de los agentes intervinientes. ....	134
3.4.6.1 El Promotor. ....	134
3.4.6.2 El Projectista. ....	136
3.4.6.3 El Constructor o Contratista. ....	137
3.4.6.4 El Director de Obra. ....	139
3.4.6.5 El Director de la Ejecución de la Obra. ....	141
3.4.6.6 Los suministradores de productos. ....	144
3.4.7 Documentación final de obra: Libro del Edificio. ....	144
<b>3.5 Disposiciones Económicas. ....</b>	<b>145</b>
3.5.1 Definición. ....	145
3.5.2 Contrato de obra. ....	145
3.5.3 Criterio General. ....	146



3.5.4 Fianzas. ....	146
3.5.5 Devolución de las fianzas. ....	146
3.5.6 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales. ....	146
3.5.7 De los precios. ....	147
3.5.8 Precio básico. ....	147
3.5.9 Precio unitario. ....	147
3.5.10 Presupuesto de Ejecución Material (PEM). ....	149
3.5.11 Precios contradictorios. ....	149
3.5.12 Reclamación de aumento de precios. ....	150
3.5.13 Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios. ....	150
3.5.14 De la revisión de los precios contratados. ....	150
3.5.15 Acopio de materiales. ....	150
3.5.16 Obras por administración. ....	150
3.5.17 Valoración y abono de los trabajos. ....	151
3.5.17.1 Forma y plazos de abono de las obras. ....	151
3.5.17.2 Relaciones valoradas y certificaciones. ....	151
3.5.17.3 Mejora de obras libremente ejecutadas. ....	152
3.5.17.4 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada. ....	152
3.5.17.5 Abono de trabajos especiales no contratados. ....	152
3.5.17.6 Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía. ....	153
3.5.17.4 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada. ....	153
3.5.18 Indemnizaciones Mutuas. ....	153
3.5.18.1 Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras...	153
3.5.18.2 Demora de los pagos por parte del Promotor. ....	153
3.5.19 Varios. ....	154
3.5.19.1 Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra. ....	154
3.5.19.2 Unidades de obra defectuosas. ....	154
3.5.19.3 Seguro de las obras. ....	154
3.5.19.4 Conservación de la obra. ....	154
3.5.19.5 Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor. ....	154
3.5.19.6 Pago de arbitrios. ....	155

3.5.20 Retenciones en concepto de garantía. ....	155
3.5.21 Plazos de ejecución: Planning de obra. ....	156
3.5.22 Liquidación económica de las obras. ....	156
3.5.23 Liquidación final de la obra. ....	156
<b>3.6. Pliego de condiciones técnicas particulares. ....</b>	<b>156</b>
3.6.1 Prescripciones sobre los materiales. ....	156
3.6.1.1 Garantías de calidad (Mercado CE). ....	158
3.6.2 Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra. ....	160
3.6.3 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado. ....	166
<b>3.7 Pliego de condiciones. ....</b>	<b>166</b>
<b>3.8 Calidad de los materiales. ....</b>	<b>167</b>
3.8.1 Generalidades. ....	167
3.8.2 Conductores eléctricos. ....	168
3.8.3 Conductores de neutro. ....	169
3.8.4 Conductores de protección. ....	169
3.8.5 Identificación de los conductores. ....	170
3.8.6 Tubos protectores. ....	170
<b>3.9 Normas de ejecución de las instalaciones. ....</b>	<b>171</b>
3.9.1 Sistemas de canalización. ....	171
3.9.2 Cajas de empalme y derivación. ....	175
3.9.3 Aparatos de mando y maniobra. ....	176
3.9.4 Aparatos de protección. ....	176
3.9.5 Instalaciones en cuartos de baño o aseo. ....	182
3.9.6 Red equipotencial. ....	183
3.9.7 Instalación de puesta a tierra. ....	184
3.9.8 Instalaciones en garajes. ....	185
3.9.9 Alumbrado. ....	187

<b>3.10 Pruebas reglamentarias.</b> .....	188
3.10.1 Comprobación de la puesta a tierra. ....	188
3.10.2 Resistencia de aislamiento. ....	188
<b>3.11 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.</b> .....	189
<b>3.12 Certificados y documentación.</b> .....	189
<b>3.13 Libro de órdenes.</b> .....	190

# 1. MEMORIA



## **1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

### **1.1 Introducción y objetivos**

#### **1.1.1 Introducción**

La mayor parte del consumo energético en edificios de viviendas se atribuye a necesidades de calefacción y refrigeración por parte de los ocupantes para conseguir unas condiciones óptimas de confort.

El rápido crecimiento económico en los últimos años ha propiciado una mejora de las condiciones económicas de la población que demanda cada vez más confort, lo que ha provocado un incremento notable de las necesidades energéticas para la climatización de edificios.

Los sistemas de climatización más extendidos actualmente requieren de un uso de combustibles fósiles (gas natural, gasoil, electricidad, etc.), con la consiguiente emisión de gases de efecto invernadero y un encarecimiento en la factura energética.

Las emisiones producidas por los combustibles fósiles, utilizados para satisfacer la demanda de energía a nivel global, están llevando a un peligroso cambio climático en el planeta. Los científicos nos advierten de que las temperaturas globales podrían aumentar en este siglo en el caso de no se lleven a cabo las medidas adecuadas para controlar las emisiones contaminantes.

Es el momento en el que todos tenemos que intentar mejorar el estado actual, y una forma de ayudar es actuando bajo el concepto de eficiencia energética.

La eficiencia energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Esto llevado a términos de edificación se traduce en la construcción o rehabilitación de viviendas más eficientes energéticamente, que aprovechen y rentabilicen al máximo el consumo de energía.

Para ello es necesario realizar un gran esfuerzo y disminuir la dependencia de las fuentes de energías fósiles, contaminantes y agotables, con el fin de disponer de unas fuentes de energía alternativas, no contaminantes e inagotables que el planeta nos ofrece.



Este proyecto se plantea como una iniciativa para valorar la autosuficiencia energética mediante energías renovables: eólica, fotovoltaica y geotérmica.

### 1.1.2 Objetivo del proyecto.

El objetivo de este proyecto es la realización de las instalaciones encargadas de cubrir las demandas energéticas de una vivienda unifamiliar mediante la instalación de energías alternativas de varios tipos, para conseguir una independencia de la red eléctrica y poder tener un autoconsumo propio y no depender de las suministradoras. La demanda energética se refiere a suministro eléctrico, la calefacción y el agua caliente sanitaria.

El objetivo del proceso es conseguir la autonomía de la vivienda a través del uso exclusivo de energías renovables con la intención de minimizar cualquier tipo de demanda mediante la previsión de utilizar materiales de construcción modernos y diseñar la vivienda de tal forma que se aproveche los recursos renovables generales, y también que este estudio sirva para el estudio genérico de este tipo de casas y la viabilidad acerca de estas construcciones.

El proyecto se centrará en el dimensionamiento de los diferentes tipos de sistemas de obtención de energías renovables como: sistema solar térmico, sistema solar fotovoltaico, sistema geotérmico y sistema eólico.

También se hará un estudio de la electrificación de la vivienda, debido a que es una parte imprescindible en este estudio.

### 1.1.3 Alcance.

Como ya hemos dicho en el primer punto, este proyecto va abarcar todo lo referente a la instalación y cálculos de las energías alternativas necesarias para abastecer una vivienda, a saber:

- Instalaciones térmicas: sistema de producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) mediante energía solar térmica y sistema de climatización mediante geotermia con suelo radiante.
- Instalación eléctrica y su respectiva instalación generadora:
  1. Sistema solar fotovoltaico: cuya energía será aprovechada por la red eléctrica de la vivienda.

2. Sistema eólico: donde también podremos alternar la utilización de la energía eléctrica con el sistema solar fotovoltaico.

Como hemos podido comprobar tendremos dos métodos de energías renovables para la obtención de energía eléctrica, por lo tanto se irán usando conjuntamente dependiendo de las necesidades de cada momento.

#### 1.1.4 Antecedentes y ubicación.

Debido a la necesidad de la creación de una vivienda por parte del destinatario y la intención del mismo a no tener que depender de ninguna empresa eléctrica para la obtención de su propia energía y también la concienciación de que el uso de las energías alternativas es indispensable y muy beneficioso para nuestro planeta, se decidió crear esta casa unifamiliar en el término municipal de Aiello de Malferit, provincia de Valencia, en la Partida “El Pla de Manco” (Polígono 2, parcela 55), en el cruce de caminos de Cairent, del Pla y de la Cizaña, siendo sus coordenadas las siguientes:

- Latitud: 38° 53' 47.08" N
- Longitud: 0° 35' 24.42" O



*Fig. 1 Emplazamiento del proyecto*

## 1.2 Normativas a seguir y abreviaturas.

### 1.2.1 Normativa

Las disposiciones legales mínimas, leyes y reglamentos que se van a seguir para redactar el presente proyecto son las siguientes:

- Reglamento Electrotécnico para baja Tensión REBT (RD: 842/2002).
- Reglamento de instalaciones Térmicas en Edificios RITE (RD: 1218/2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Ley 31/1994, Prevención de Riesgos Laborales.
- RD: 486/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD: 773/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD: 1213/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- RD: 1627/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Decreto de ecoeficiencia de la Generalitat Valenciana.
- Ley 7/1994, de 18 de Mayo, sobre la protección ambiental del entorno.
- Norma UNE 94002, sobre instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria.
- RD: 865/2003, de 4 julio, se establecen los criterios higiénicos y sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- UNE EN ISO 10 211-1:1995 “Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 1: Métodos generales de cálculo”.
- UNE EN ISO 10 211-2: 2002 “Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 2: Puentes térmicos lineales”.
- UNE EN ISO 6 946: 1997 “Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo”.
- UNE EN ISO 13 370: 1999 “Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo”.
- UNE EN 673: 1998 “Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica, U. Método de cálculo”.



- UNE EN ISO 13 788: 2001 “Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo”.
- UNE EN ISO 19 077-1: 2001 “Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. Calculo del coeficiente de transmisión térmica. Parte1: Método simplificado”.
- UNE EN ISO 410: 1998 “Vidrio para la edificación. Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos”.

### 1.2.2 Definiciones y abreviaturas

Irradiancia: es la potencia de la radiación solar por unidad de superficie y se expresa en la unidad correspondiente del S.I., vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ), también se pueden emplear otras unidades como Julios por metro cuadrado ( $J/m^2$ ).

Irradiación: es la energía que incide por unidad de superficie en un tiempo determinado, y que se expresa en las unidades correspondientes se S.I. julios por metro cuadrado ( $J/m^2$ ), también se emplea una unidad de energía muy frecuente el kilovatio hora por metro cuadrado ( $KWh/m^2$ ).  $1KWh = 3,6 MJ$ .

Capacidad de acumulación eléctrica: es la cantidad de energía eléctrica que puede obtenerse durante una descarga del acumulador, manteniéndose la tensión entre bornes próxima al valor nominal. La unidad de carga eléctrica en el S.I. es el culombio, cuya unidad es igual a 1 amperio por segundo. La capacidad de los acumuladores se mide en amperios por hora (Ah).

Confort térmico: es aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico, en contraste con la pérdida térmica utilizada en el proyecto, que es la que será necesaria a aportar por el sistema de calefacción. Siendo las unidades utilizadas kilo calorías por hora (Kcal/h), empleándose también otras unidades como los vatios (W).  $1 kcal/h=1,163 W$ .

Carga térmica: es la carga de calefacción y ACS (agua caliente sanitaria) necesaria para encontrar una satisfacción de las necesidades térmicas de una vivienda. Siendo las unidades utilizadas los Julios (J), también empleándose los Vatios (W).

ACS: agua caliente sanitaria, la utilizada para la ducha o para proporcionar agua caliente.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.



RD: Real decreto.

FV: Fotovoltaica.

RITE: Reglamento de instalaciones térmicas.

REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión.

ITC: Instrucción técnica complementaria.

EMA: Estación meteorológica automática.

### **1.3 Descripción de las instalaciones renovables a utilizar.**

#### **1.3.1 Suministro eléctrico.**

Para el cubrir la demanda de energía eléctrica de la vivienda hay múltiples tipos de generación eléctrica, para la obtención de energía en esta vivienda vamos a utilizar la combinación de dos: mediante energía solar fotovoltaica y mediante energía eólica. Y como reserva en caso de falta de energía por parte de las dos mencionadas anteriormente, también se dispondrá de un grupo electrógeno.

##### **1.3.1.1 Sistema fotovoltaico.**

En este proyecto, ya que es una vivienda aislada y por lo tanto no estará conectada a la red eléctrica, se utilizará un sistema fotovoltaico autónomo (SFA), que no necesitan una conexión con una red eléctrica y su funcionamiento es independiente o autónomo de dicha red.

En las dos figuras se muestran los esquemas de dos tipos de sistemas fotovoltaicos muy típicos. El primero de ellos es un SFA con cargas solo de corriente continua y el segundo de ellos es muy similar al primero pero incluye cargas de corriente alterna también.

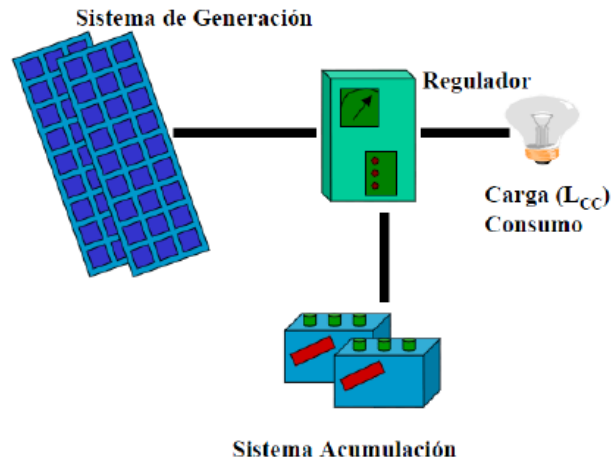


Fig. 2 Sistema fotovoltaico autónomo con cargas en cc.

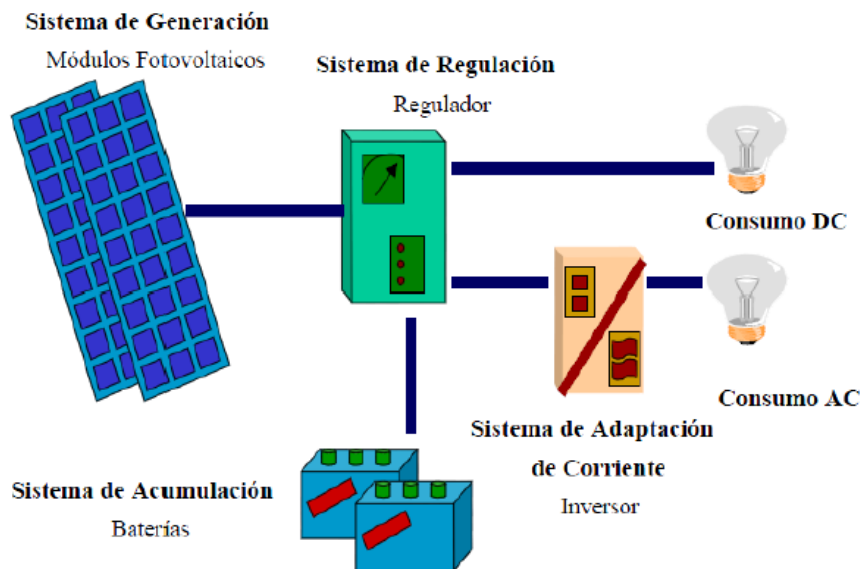


Fig. 3 Sistema fotovoltaico autónomo con cargas en cc y ac.

Para la realización de este proyecto se utilizará el segundo sistema de generación presentado.

Por diseño de un sistema fotovoltaico autónomo se entiende un concepto muy amplio que abarcaría a todas las tareas y especificaciones que se han de realizar y tener en cuenta para que un sistema fotovoltaico funcione satisfactoriamente, con la mayor fiabilidad y al menor coste posible. En este sentido existirán una gran multitud de factores que afectarán a este diseño como son entre otros, el consumo o perfil de consumo de las cargas que vaya a alimentar la instalación fotovoltaica y la radiación solar del lugar donde se ubicará la instalación, principalmente.

Existen gran variedad de métodos de dimensionado de sistemas autónomos. Esta diversidad abarca desde métodos muy complicados y que necesitan de un programa informático para

ejecutarse hasta métodos mucho más simples, que con prácticamente una calculadora de mano permiten realizar el dimensionado.

#### 1.3.1.1.1 Funcionamiento del sistema

La producción de energía eléctrica por medio de captadores solares fotovoltaicos tiene lugar a partir de los materiales semiconductores que los constituyen, los cuales se excitan al recibir radiación solar provocando una corriente continua de electrones, o lo que es lo mismo, generando electricidad.

#### 1.3.1.1.2 Partes del sistema fotovoltaico

En este apartado se darán a conocer las partes del sistema de suministro eléctrico del campo fotovoltaico, así como las piezas elegidas de los diferentes fabricantes.

##### 1.3.1.1.2.1 Captadores solares.

El sistema de captación solar fotovoltaica utilizado en el presente proyecto consta de 30 captadores solares fotovoltaicos de la marca ATERSA modelo A250P GSE de 250 W.



*Fig. 4 Diseño del panel fotovoltaico a utilizar.*

La composición de estos captadores es policristalina y en la siguiente imagen podemos ver las principales características del panel.

### A-xxxP GSE (xxx = potencia nominal)

Características eléctricas					
Potencia Máxima (P <sub>max</sub> )	230 W	235 W	240 W	245 W	250 W
Tensión Máxima Potencia (V <sub>mp</sub> )	29.49 V	29.72 V	29.95 V	30.23	30.58 V
Corriente Máxima Potencia (I <sub>mp</sub> )	7.81 A	7.91 A	8.02 A	8.11	8.18 A
Tensión de Circuito Abierto (V <sub>oc</sub> )	36.58 V	36.76 V	37.03 V	37.28	37.61 V
Corriente en Cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	8.36 A	8.45 A	8.54 A	8.64	8.71 A
Eficiencia del Módulo (%)	14.11	14.42	14.73	15.03	15.34
Tolerancia de Potencia (W)					0/+5
Máxima Serie de Fusibles (A)					15
Máxima Tensión del Sistema					DC 1000 V (IEC) / DC 600 V (UL)
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)					46±2

Fig. 5 Características del panel fotovoltaico a utilizar.

La conexión de estos paneles se realizara en 4 series de 7 paneles. Cada 2 series irán a un regulador de energía del campo solar.

#### 1.3.1.1.2.2 Regulador.

El regulador escogido para este sistema es el MPPT 80 600 de la marca Schneider, en la siguiente figura podremos apreciar el diseño del regulador y sus características técnicas:



Nombre abreviado	MPPT 80 600
<b>Especificaciones eléctricas</b>	
Tensión nominal de la batería	24 y 48 V (por defecto 48 V)
Intensidad máx. del campo FV (funcionamiento)	195 a 550 V
Intensidad máx. del campo FV de circuito abierto	600 V incluyendo factor de corrección de temperatura
Rango de tensión de funcionamiento de la batería	16 a 67 V CC
Intensidad de cortocircuito del campo	35 A (28 A en STC)
Intensidad de carga máx.	80 A
Tamaño de cable máx. y mín. en conducto	N.º 6 AWG a 14 AWG (13,5 a 2,5 mm <sup>2</sup> )
Potencia de salida máx.	2560 W (nominal 24 V), 4800 W (nominal 48 V)
Método de regulación del cargador	Tres etapas (bulk, absorption y float) más ecualización manual Dos etapas (bulk, absorption y float) más ecualización manual
Tipos de batería admitidos	FLA, Gel, AGM, personalizada
<b>Eficiencia</b>	
Eficiencia de conversión de potencia máx.	94% (nominal 24 V), 96% (nominal 48 V)

Fig. 6 Características y diseño del regulador a utilizar.

El controlador de carga solar MPPT 80 600 ofrece una serie de características de integración y un rendimiento máximo únicos que facilitan la instalación y conexión de grandes campos FV al banco de baterías con el menor coste total. La instalación de un MPPT 80 600 es más rápida que la instalación de cualquier otro regulador y reduce aún más los costes totales al utilizar menos strings FV y menor sección de cable, lo que elimina la necesidad de cajas FV combinadas e interruptores automáticos de CC. Las distancias mayores del campo al banco de baterías también son más fáciles de integrar que con controladores de carga menores. La avanzada

tecnología de carga MPPT Fast Sweep™ permite recoger la mayor parte de la energía disponible del campo FV, incluso en condiciones de sombra parcial.

Este regulador presenta la ventaja de que la ventana que ofrece en la tensión de entrada es muy alta (195 a 550 V), lo que nos permite tener gran distancia entre el inversor y el campo fotovoltaico debido a que la caída de tensión será muy pequeña.

#### 1.3.1.1.2.3 Bus de baterías.

Se recomienda el uso de cargadores profesionales de al menos 3 etapas que permitan configurar la curva de carga según las necesidades requeridas por el sistema. De esta manera, alargará la vida de sus baterías.

Las baterías seleccionadas para la instalación solar fotovoltaica serán de la marca y modelo Exide Classic Solar OPzS. Las baterías son de plomo ácido de bajo mantenimiento con electrolito líquido, placa tubular, para uso solar, vida de diseño: 2000 ciclos según IEC 896-1.



#### Características generales

- Placas tubulares.
- Capacidad nominal de hasta 4.600 Ah.
- Elementos de 2 Vcc.
- Densidad nominal ( $d_n$ ) de 1,24 kg/l.
- Vida útil de 2.000 ciclos (según IEC 896-1).
- Bajo mantenimiento.
- Reciclables.

*Fig. 7 Diseño y características de la batería a utilizar.*

#### 1.3.1.1.2.4 Inversor/cargador.

El inversor/cargador seleccionado es el Conext™ SW de la casa comercial Schneider. El Conext SW es un inversor/cargador de onda senoidal pura con funcionalidad de 50/60 Hz conmutable, disponible en modelos de 120/240 V CA o 230 V CA. Evidentemente nosotros utilizaremos el de 230 V CA.

En cuanto a la potencia eléctrica, la serie Conext™ SW está disponible en potencias de 2,5 kW y 3,5 kW y es capaz de doblar su potencia para soportar picos de arranque de hasta 5 y 7 kW.

Su valor es aún mayor cuando se complementa con cuadros de distribución de CC y CA, con el Sistema de control XW SCP, con el arranque automático de generador XW AGS que en nuestro caso se ajusta al tener un grupo electrógeno de apoyo.

Nosotros utilizaremos el de 3,5 kW doblado, es decir, este inversor/cargador permite acoplar dos de forma fácil obteniendo así una potencia máxima en consumo continuo de 7 kW.

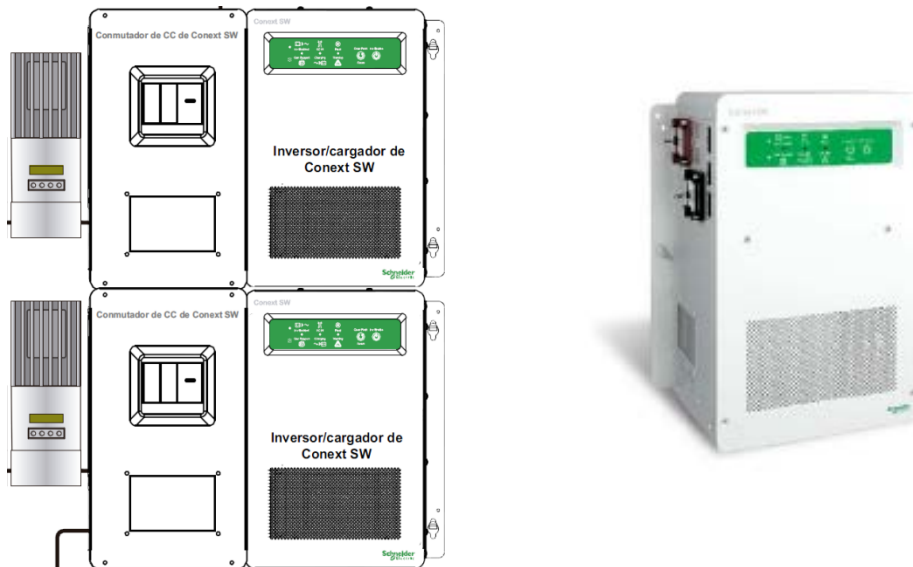


Fig. 8 Inversor/cargador y montaje de dos inversores acoplados en paralelo.

Las principales características se pueden observar en la figura siguiente:

Device short name	SW 4048
<b>Electrical specifications - inverter</b>	
Output power (continuous) at 25°C	3400 W
Output power (30 min) at 25°C	4000 W
Output power (5 sec) at 25°C	7000 W
Peak current	42 A
Output frequency	50 / 60 Hz selectable
Output voltage	230 Vac
Output wave form	True sine wave
Optimal efficiency	92%
Idle consumption search mode	<11 W
Input DC voltage range	40 - 68 Vdc
AC connections	Single phase
<b>Electrical specifications - charger</b>	
Output current	45 A
Nominal output voltage	48 Vdc
Output voltage range	24 - 64 Vdc
Charge control	3 stage
Charge temperature compensation	Yes - BTS included
Optimal efficiency	90%
AC input power factor	> 0.98
Input current	14.0 A
Input AC voltage	230 Vac
Input AC voltage range line to neutral	170 - 270 Vac
Dead battery charge*	Yes

Fig. 9 Principales características del inversor/cargador.

### 1.3.1.1.2.5 Estructura para la instalación de los paneles fotovoltaicos.

La estructura a utilizar está diseñada para hacer la función de parking para dos vehículos por sector:



*Fig. 10 Diseño estructura portadora de los paneles fotovoltaicos.*

Siendo sus características principales las siguientes:

- Todos los elementos que conforman las marquesinas se pueden suministrar en acero de calidad S235, S275JR o S355JR.
- En estas estructuras las uniones entre todos los elementos son atornilladas, no existiendo soldaduras posteriores al proceso de acabado.
- Todos los elementos estructurales así como la tornillería son galvanizados en caliente por inmersión según UNE-EN ISO1461.
- Los elementos galvanizados presentan una durabilidad conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 14.713, en función del tipo de ambiente al que se encuentran expuestos.
- Son perfectamente adaptables a diferentes dimensiones de aparcamiento, siendo las dimensiones básicas de 5 m x 5 m (dos plazas de aparcamiento estándar).



- Son adaptables a cualquier dimensión de panel solar fotovoltaico, y se pueden instalar tanto en vertical como en horizontal.

Y las hipótesis de cálculo empleadas han sido las siguientes:

- Carga de Peso Propio. (Paneles + estructura).
- Carga de Nieve. (Según norma de cálculo en función de las necesidades y ubicación de la obra).
- Carga de Viento considerada. (Según norma de cálculo en función de las necesidades y ubicación de la obra).

### 1.3.1.2. Sistema eólico.

El viento ha sido una de las fuentes de energía más utilizada por el hombre a través de su historia, aprovechándolo desde la navegación a vela, pasando por diferentes aplicaciones con los llamados molinos de vientos, en labores como molienda de grano, bombeo de agua y sistemas de fuerza motriz, hasta llegar en la actualidad a la generación de energía eléctrica desde sistemas individuales de algunos vatios de potencia, hasta sistemas de varios megavatios conectados a las redes nacionales de energía.

El aprovechamiento eólico consiste en producir energía eléctrica a partir de la transformación de la energía eólica (energía cinética) en energía mecánica, y de la transformación de esta última en electricidad mediante un generador eléctrico o alternador.

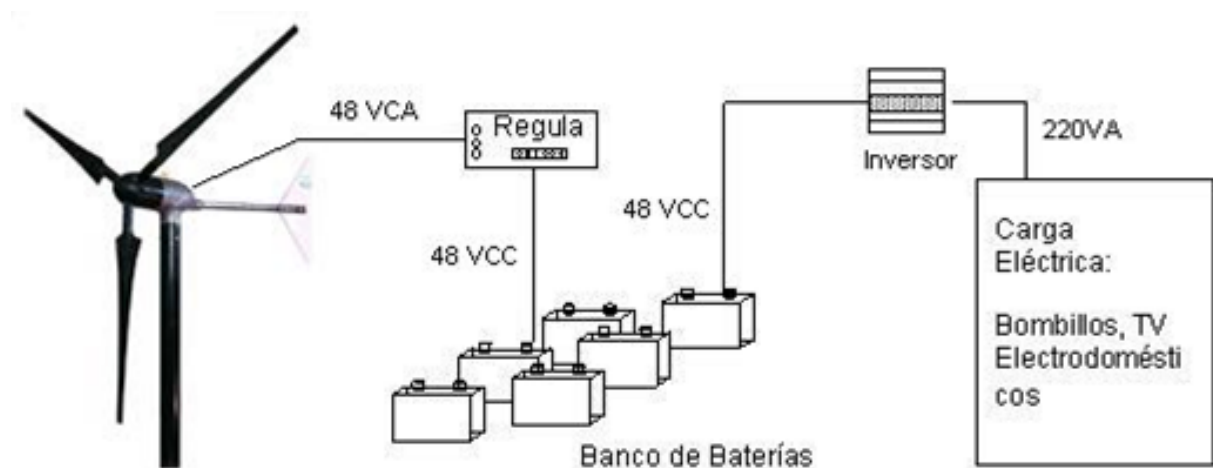


Fig. 10 Esquema simplificado de la producción de energía eléctrica de un sistema eólico.

### 1.3.1.2.1 Funcionamiento del sistema.

Un aerogenerador (generador eólico) produce electricidad al hacer girar sus palas tras recibir la fuerza del viento, la cual se envía hacia un sistema de acumulación (baterías) donde se almacena para su uso posterior. Entre ambos componentes se intercala un regulador, el cual automatiza y garantiza el correcto funcionamiento del sistema.

Finalmente, el inversor convierte la corriente continua almacenada en las baterías en corriente alterna a 230 V, con lo que se garantiza el funcionamiento de cualquier aparato eléctrico.

No se hace una descripción de los elementos a utilizar ya que después de realizar los cálculos se desestima su instalación debido a la falta de viento, según los datos que se reflejan en la tabla siguiente obtenidos de Meteontinyent observatorio Santa Ana norte (<http://www.meteontinyent.es/santana/hist2santana.html>):

	2014		2013		2012		2011	
	V media viento	Dir pred.	V media viento	Dir pred.	V media viento	Dir pred.	V media viento	Dir pred.
Enero	7,4	SW	10,2	SW	6,3	SW	2,8	SW
Febrero	8,7	SW	8,7	SW	6,9	SW	4,6	SW
Marzo	7,8	SW	8,5	W	5,7	SW	4	NE
Abril	6,3	NE	6,1	NE	7,9	W	3,3	NE
Mayo	5,1	NE	5,4	SW	5,7	SW	5,1	NE
Junio	4,7	NE	5	NE	4,8	NE	4,4	NE
Julio	4,7	NE	4,2	NE	4,2	NE	5,2	NE
Agosto	4,3	NE	3,4	NE	4,6	NE	4,7	NE
Septiembre	4	NE	3,7	SW	4,7	SW	4,5	NE
Octubre	4	SW	4	SW	4,7	SW	4,3	SW
Noviembre	4,9	SO	6,7	SW	4,9	SW	4,6	SW
Diciembre	6,2	SO	5,4	SW	7,8	SW	6,6	SW
MEDIAS	5,68		5,94		5,68		4,51	
MEDIA ANUAL =	<b>5,45</b>	Km/h						
	<b>1,51</b>	m/s						

Fig. 11 Datos eólicos en la zona.

### 1.3.1.3 Grupo electrógeno.

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna.

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas.



Fig. 12 Grupo electrógeno a utilizar.

Este elemento será de mucha utilidad en el caso de que las condiciones climatológicas sean adversas durante demasiado tiempo y nos quedáramos sin energía eléctrica en las baterías. Deberíamos utilizar este sistema para recargar las baterías mientras no podamos conseguir energía eléctrica mediante los sistemas alternativos instalados en la vivienda. Sus características principales son:

### Generator Weights and Dimensions

	Without Sound Shield	With Sound Shield
Weight, kg (lb.)		
Wet	376 (830)	395 (870)
Dry	363 (800)	381 (840)
Length, mm (in.)	1003 (39.49)	1011 (39.80)
Width, mm (in.)	563 (22.15)	601 (23.64)
Height, mm (in.)	682 (26.86)	711 (27.99)

### Generator Ratings

Model Generator (Alternator)	Voltage	Hz	25°C (77°F) Amps	25°C (77°F) kW/KVA	Ph
15EKOZD (4E3.8)	120	60	125	15/15	1
	120/240	60	63	15/15	1
13EFKOZD (4E3.8)	230	50	57	13/13	1
	240	50	38	9/9	1

Fig. 13 Características principales.

Además cuenta con la posibilidad técnica de ser arrancado vía remota por el arrancador asociado al inversor/cargador de la instalación fotovoltaica, de forma que ante una falta de energía de las baterías y paneles fotovoltaicos, sería puesto en marcha para el uso de su energía tanto en la vivienda como en la carga de baterías, hasta que el sistema se recuperase o se detectase energía eléctrica procedente de los paneles.

#### 1.3.2 Sistema para el agua caliente sanitaria (ACS).

Es aquella energía obtenida directamente del sol, y aprovechada a través de los captadores solares térmicos, para la producción de agua caliente sanitaria y apoyo a calefacción.

Los sistemas solares se caracterizan por la alta calidad de sus componentes y por ofrecer una amplia gama de soluciones para todo tipo de aplicaciones, domésticas, residenciales o industriales, que nos permiten utilizar eficientemente esta energía gratuita.

El dimensionado básico de una instalación, para cualquier aplicación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110% de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%. A estos efectos, y para instalaciones de un marcado carácter estacional, no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda se situó un 50% debajo de la media correspondiente al resto del año.

### 1.3.2.1 Funcionamiento del sistema

El aprovechamiento térmico de la energía solar es el procedimiento de transformación de la energía radiante del Sol en calor o energía térmica, mediante un fluido caloportador que circula por el interior de los captadores solares térmicos y que posteriormente cederá la energía captada para su aprovechamiento en diferentes aplicaciones entre las que podemos destacar la producción de ACS y el apoyo a calefacción.

Se habla de aprovechamiento de la energía solar a baja temperatura cuando la energía térmica obtenida se utiliza para aplicaciones con temperaturas inferiores a 80 °C.

En la siguiente imagen se puede observar de forma simple el conexionado de los elementos de la instalación solar térmica típica.

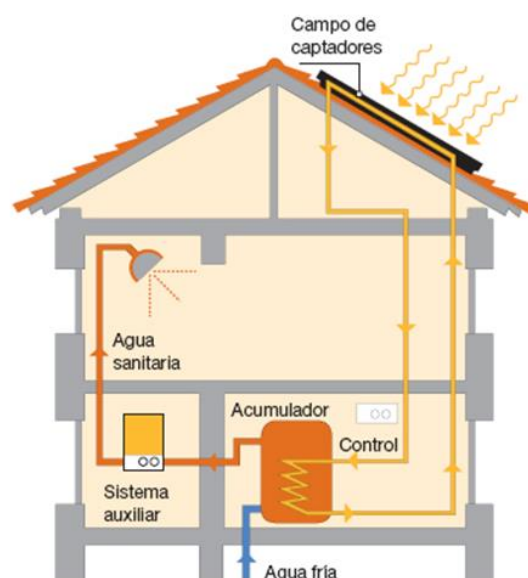


Fig. 14 Esquema simplificado de una instalación solar de ACS.

### 1.3.2.2 Elementos que constituyen la instalación solar térmica.

#### 1.3.2.3 Captadores solares.

El sistema de captación solar térmica utilizado en el presente proyecto consta de 1 captador solar térmico de la marca Cablemat Solar, modelo CS2S.

En los equipos solares Cablemat Solar de circulación forzada, el movimiento del fluido a través de captadores y depósito es producido por una bomba. Esta bomba toma el fluido de la parte inferior del depósito (la parte más fría) y la impulsa hacia los captadores a través de conducciones hidráulicas. El fluido, tras elevar su nivel térmico en los captadores, regresa al acumulador por su parte superior (la más caliente), facilitándose así la estratificación de las temperaturas.

Los sistemas forzados requieren para su funcionamiento de un sistema de control basado en la medida de las temperaturas del fluido de trabajo en la salida de los captadores y en la parte inferior del acumulador. A continuación veremos un pequeño resumen de las características del sistema de captación y también un captador solar térmico:



*Fig. 15 Diseño del captador solar a utilizar.*

Siendo sus características más importantes las que se reflejan en la siguiente tabla:

	CS1N	CS2N	CS1S	CS2S	CS1HS	CS2HS
Largo (mm)	2.105				950	1180
Ancho (mm)	950	1180	950	1180	2.105	2.105
Espesor (mm)	82					
Superficie bruta (m <sup>2</sup> )	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5
Superficie útil (m <sup>2</sup> )	1,9	2,4	1,9	2,4	1,9	2,4
Peso en vacío (kg)	30	37	30	37	30	37
Capacidad de fluido (lit.)	1,02	1,27	1,02	1,27	0,95	1,05
Caudal recomendado (lit/h·m <sup>2</sup> )	30-40					
Material del absorbedor	Cobre					
Tratamiento del absorbedor	Pintura negra de Cromo			Selectivo		
Espesor aleta de cobre (mm)	0,2					
Nº canales	8	10	8	10	18	18
Diámetro de canales (mm)	8					
Diámetro tubo colector (mm)	18					
Carcasa	Aluminio					
Material cubierta	Vidrio templado 3,2 mm.					
Aislamiento	40 mm, lana de roca semirígida					

Fig. 16 Características principales del captador solar.

### 1.3.2.2.2 Acumulador.

A pesar que la marca Cablemat Solar recomienda un equipo predefinido compuesto por elementos de la misma marca para sus instalaciones, se ha optado para los posteriores cálculos, seleccionar un acumulador distinto al indicado, pero compatible. El acumulador seleccionado pertenece a la marca Solar Innova, serie SI-EST-DI-1S 300L. El modelo seleccionado corresponde al de 300 litros.



CARACTERÍSTICAS TIPOLÓGICAS		
Altura	Dimensión	2192 mm
Capacidad de fluido	Cantidad	300 litros
Cilindro interior	Material	Acero inoxidable AISI 316, según Norma Europea UNE-EN 10025
	Diámetro	Ø 435 mm
	Grosor	1,2 mm
	Presión nominal	6 kg/cm <sup>2</sup> = 600 kPa = 6 Bares
Conexiones hidráulicas	Presión máxima	8 kg/cm <sup>2</sup> = 800 kPa = 8 Bares
	Cantidad	2
Válvula de seguridad	Dimensiones (Entrada/Salida)	3/4"
	Cantidad	1
Aislante térmico	Dimensión	1"
	Material	Espuma de poliuretano inyectado de alta densidad expandido rígido, libre de CFC 'S
	Grosor	45 mm
	Densidad	36 Kg./m <sup>3</sup>
Intercambiadores de calor	Dilatación térmica	3,3x10 <sup>-4</sup> W/m.k
	Modo	Serpentín
	Cantidad	1
	Material	Cobre
Intercambiador de calor inferior	Tipo	ASTM C 12200 - EN CuDHP, según normas Europeas (UNE-EN 1057 y UNE-EN 12165)
	Diámetro	Ø 16 mm
	Grosor	1 mm
	Presión nominal	6 kg/cm <sup>2</sup> = 600 kPa = 6 Bares
	Presión máxima	12 kg/cm <sup>2</sup> = 1200 kPa = 12 Bares
	Longitud	22,05 m
Conexiones hidráulicas	Área	1,11 m <sup>2</sup>
	Cantidad	2
	Dimensiones (Entrada/Salida)	3/4"
Cilindro exterior	Material	Acero lacado tipo AISI 430, según Norma Europea UNE-EN 10025, o Acero inoxidable AISI 304, acabado 2B, según Norma Europea UNE-EN 10025
	Diámetro	Ø 520 mm
	Grosor	0,5 mm
Tapas de terminación	Material	Acero lacado tipo AISI 430, según Norma Europea UNE-EN 10025
	Grosor	0,5 mm
Orificios para sensores de temperatura	Cantidad	2
	Dimensión	1/2"
Orificio para apoyo eléctrico (opcional)	Cantidad	1
	Dimensiones	1"
Peso	En vacío	71 kg
	En operación	371 kg
Embalaje	Material	Cartón ondulado y Polixpan
	Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)	2260 x 560 x 620 mm
Garantía	Años	5

Fig. 17 Diseño y características principales del acumulador solar.



El calentador solar atmosférico, forma parte del circuito secundario o de transferencia de calor al agua de consumo, siendo el proceso el siguiente:

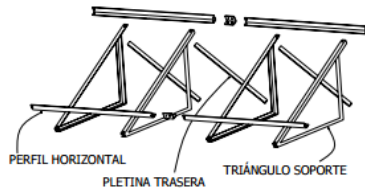
El agua fría procedente de la red de distribución, entra a la presión de la red, a través de un serpentín, por la parte inferior del acumulador de calor sin mezclarse con el fluido contenido en el mismo, al ser este serpentín un circuito cerrado. Este conducto se bifurca en dos ramales helicoidales ascendentes, circulando la mitad del caudal a derechas y la otra mitad a izquierda, de tal modo que ante una variación de caudal, o cierre brusco de un grifo, que anulado el golpe de ariete, ya que al estar soldadas entre si las espiras a derecha y las espiras a izquierda, el momento angular total del agua es nulo, quedando compensado el golpe de cada espiral con su homóloga coaxial cuyo golpe es inverso al anterior.

El agua fría se va calentando progresivamente a medida que asciende por este serpentín de cobre e intercambia calor por convección, ya que el serpentín está en contacto con el agua caliente acumulada.

Pero a su vez, como se ha descrito anteriormente, se produce un intercambio térmico directo del circuito primario con el secundario por conducción térmica, ya que se encuentran unidos solidariamente median soldadura. De este modo que el agua llega calentada a las espiras superiores del serpentín lista para su uso.

#### 1.3.2.2 Estructura de soporte de sistema de captación.

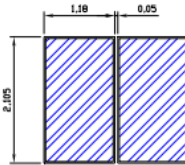
La estructura de apoyo de captadores está formada por perfiles de acero normalizados, cortados, taladrados y posteriormente galvanizados en caliente para resistir los efectos de la intemperie. La unión entre las distintas barras que componen la estructura se realiza mediante tornillería de seguridad de acero inoxidable. En la siguiente figura podemos observar el sistema de soportes utilizado en el sistema de captación energética:



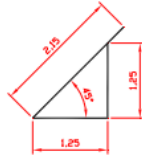
Estructuras de acero galvanizado en caliente

- PERFIL HORIZONTAL  
ALA: 30 mm.  
ESPESOR: 3 mm.
- TRIÁNGULO SOPORTE  
ALA: 30 mm.  
ESPESOR: 3 mm.
- PLETINA TRASERA  
ALA: 30 mm.  
ESPESOR: 3 mm.

Dimensiones de los captadores



Dimensiones de los perfiles del triángulo soporte



Modificando la posición de los taladros se obtienen estructuras a 40°, 45° y 50°

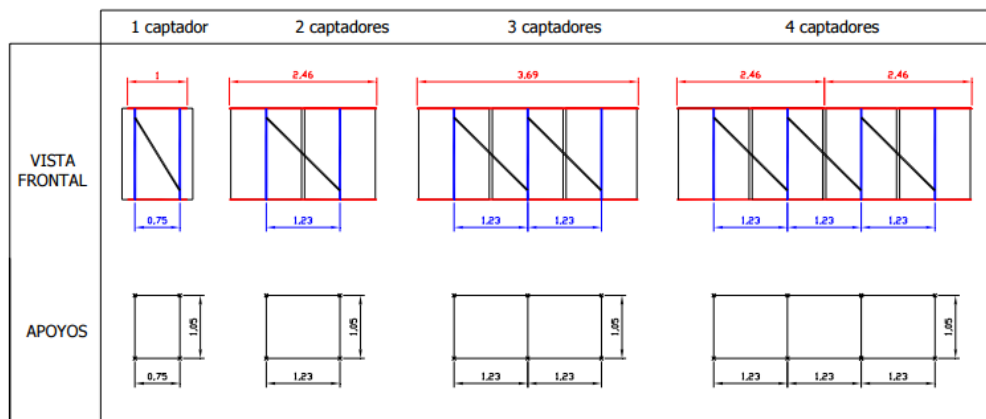
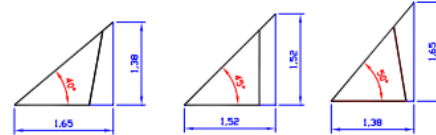


Fig. 18 Diseño y características principales de la estructura soporte.

El peso de cada panel se transmite a un triángulo soporte formado por 3 barras atornilladas entre sí. Los captadores se fijan a la estructura a través de garras de sujeción realizadas a medida (4 por panel).

### 1.3.2.2 Estación solar de bombeo.

La estación solar de bombeo incluida en el equipo simplifica el montaje de la instalación, y la cantidad de elementos a conectar disminuye en comparación con los kits estándar. Este equipo supondrá para el instalador un importante ahorro de tiempo en el montaje. En la siguiente imagen se pueden observar los componentes de la estación de bombeo incluidos.





CONTENIDO
Bomba circuladora WILO ST 25/6
1 regulador de caudal
2 termómetros (ida, retorno)
2 válvulas de cierre de esfera
1 válvula de seguridad (6 bar)
2 válvulas de retención
1 válvula de llenado y 1 de vaciado
1 manómetro
4 rácores cónicos de conexión
Moldes de aislamiento térmico
Tirafondos y tacos de anclaje
centralita Proceda Solareg II Basic

*Fig. 19 Diseño y características principales de la estación de bombeo.*

### 1.3.2.3 Bomba de impulsión.

La bomba Wilo Star ST 20-4 es un equipo diseñado específicamente para la circulación de fluidos implicados en la energía Solar Térmica con una solución anticongelante. Un amplio rango de temperatura de trabajo (-10 a 110 °C) y una presión nominal máxima de 10 bares, le confiere una gran robustez operacional y permite ser instalada tanto en interior como exterior, en zonas cálidas, templadas y moderadamente frías.

Se trata de una bomba de circulación de rotor húmedo de 3 velocidades con hidráulica especial para instalaciones solares.

La instalación constará de 2 bombas, ya que como se puede ver en el apartado de cálculos, la altura de impulsión de una sola bomba no nos proporciona la suficiente funcionalidad. En la siguiente imagen se puede observar la bomba utilizada en la instalación solar térmica de la vivienda.



Medio de impulsión	: Agua limpia 100 %
Caudal	: 0,00 m <sup>3</sup> /h
Altura de impulsión	: 0,00 m
Temperatura máx. de trabajo	: 110 °C
Presión de trabajo / nominal	: /PN10
Alimentación	: 1~230V/50Hz
Potencia absorbida P1 (máx.)	: 0,055..0,065 kW
R.p.m. (máx.)	: 2100 1/min
Conexión tubería (rosca)	: Rp ½/G 1

Fig. 20 Diseño y características principales de la bomba de impulsión.

#### 1.3.2.4 Instalación de apoyo.

Para prever que se tengan periodos largos de escasez de energía solar por razones meteorológicas, no se va a instalar un calentador de gas, ya que gracias al acumulador de geotermia escogido posteriormente que tiene una salida directa de agua caliente sanitaria podemos tener la combinación de los dos circuitos mediante una válvula a tres vías.

En el caso de no tener energía solar en un periodo largo, se puede combinar la instalación de tal forma que se encargue de satisfacer las necesidades de ACS mediante la apertura de la válvula a tres vías y la geotermia nos proporcionara el agua caliente sanitaria suficiente para satisfacer la demanda en los periodos largos de escasez de energía solar.

#### 1.3.3 Sistema de climatización.

La energía geotérmica a baja temperatura es aquella energía que se obtiene por extracción del calor de la tierra. Esta energía captada se regenera constantemente por efectos del sol, la lluvia y el calor interno de la tierra.

La bomba de calor geotérmica aprovecha la temperatura prácticamente constante del subsuelo a lo largo de todo el año, como por ejemplo, la que contiene el terreno que rodea a las viviendas o de las aguas freáticas, absorbiendo o cediendo calor al terreno a través de los diferentes sistemas de captación geotérmica. Esto permite calentar la vivienda en invierno, refrigerarlo en verano y si se quiere producir agua caliente sanitaria.

### 1.3.3.1 Funcionamiento del sistema.

Mediante la bomba de calor IDM se puede extraer la energía calorífica (en forma de temperatura) del exterior (TIERRA – AGUA – AIRE). La energía se extrae a baja temperatura y mediante un proceso de compresión realizado en un circuito frigorífico por medio de un compresor (alimentado por energía eléctrica) alcanza una temperatura elevada pudiendo de esta manera utilizarse para calefacción y agua caliente sanitaria, y con la inversión del ciclo frigorífico se consigue producir frío.

La sencilla estructura de una bomba de calor está compuesta por unos pocos elementos: compresor, evaporador, condensador y dispositivo de expansión. En un circuito cerrado circula un líquido refrigerante que capta el calor gratuito del terreno, el cual es distribuido por medio del condensador, al circuito de calefacción y al sistema de obtención de ACS.

Todo esto se realiza en el interior del circuito cerrado de la bomba de calor geotérmica en el cual un compuesto adecuado (líquido refrigerante) se evapora constantemente, luego se comprime y nuevamente se condensa. De este modo es posible llevar la energía calorífica de un nivel de temperatura más bajo a otro más alto o invirtiendo el ciclo justo lo contrario (generación de frío).

La bomba de calor geotérmica además se beneficia por las características del subsuelo que se mantiene a una temperatura uniforme durante todo el año y, por lo tanto, su funcionamiento no se ve perjudicado en función de la temperatura del aire como en el caso de una bomba de calor aire-agua, que disminuye mucho su rendimiento cuando las temperaturas del aire ambiente sufren grandes cambios como ocurre en el invierno y en el verano.

En nuestro caso utilizaremos la instalación geotérmica para la calefacción de la vivienda a través de un suelo radiante.

### 1.3.3.2 Partes y elementos del sistema.

#### 1.3.3.2.1 Sistemas de captación.

Hay distintos tipos de medios de captación, a continuación se pueden ver las diferencias entre estos distintos tipos.

**Perforación en profundidad:** A través de una perforación practicada en el terreno se introduce una sonda geotérmica de tubo de plástico y por medio de la recirculación del fluido refrigerante se absorbe el calor del terreno circundante.

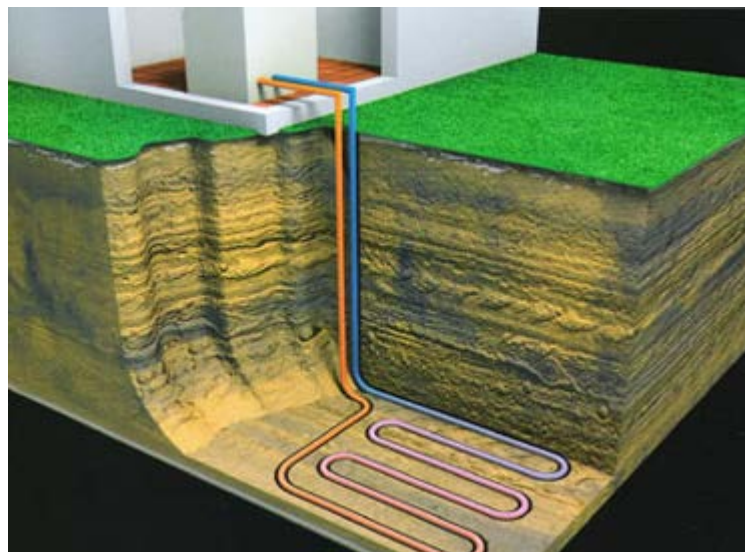
Para unas necesidades de 10 kW son necesarios, dependiendo del tipo de terreno, una o más sondas introducidas a una profundidad de 100 m, que permanecen inalterables durante más de 50 años.



*Fig. 23 Ejemplo de perforación en profundidad.*

**Captación horizontal en superficie:** Se suele colocar una especie de “suelo radiante” mediante circuitos de tubos de plástico a una profundidad del terreno de entre 1-5 m. Gracias al bombeo y recirculación del fluido refrigerante (agua y glicol) se capta el calor del terreno.

Para unas necesidades de 10 Kw. son necesarios de 500 a 600 m de tubo, y entre 230 y 360 m<sup>2</sup> de terreno (en función de sus características).



*Fig. 24 Ejemplo de perforación horizontal en superficie.*

**Aprovechamiento mediante agua subterránea:** el agua subterránea es extraída de un pozo mediante una bomba, captando su calor. Posteriormente, es devuelta al acuífero por medio de otro pozo, o se aprovecha una beta de agua subterránea. El agua subterránea es la fuente ideal de calor, ya que prácticamente se mantiene a la misma temperatura todo el año. Para unas necesidades de 10 kW son necesarios de 1.500 a 1.800 l/h de agua subterránea.

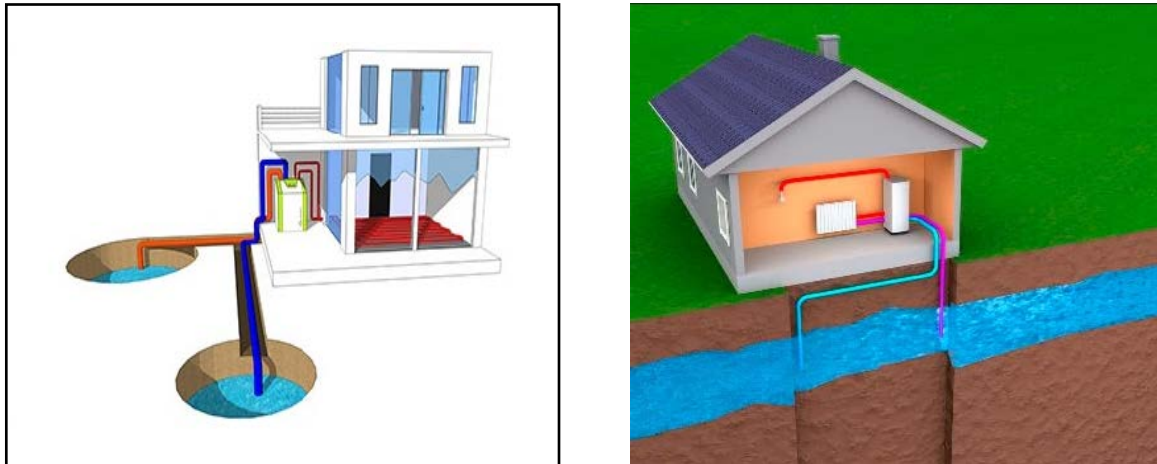


Fig. 25 Ejemplos de aprovechamiento de agua subterránea.

**Utilización del aire exterior con bomba de calor IDM:** El calor necesario para el proceso puede ser extraído además del aire exterior. A tal objeto el aire es aspirado en un ventilador y enfriado en un intercambiador.

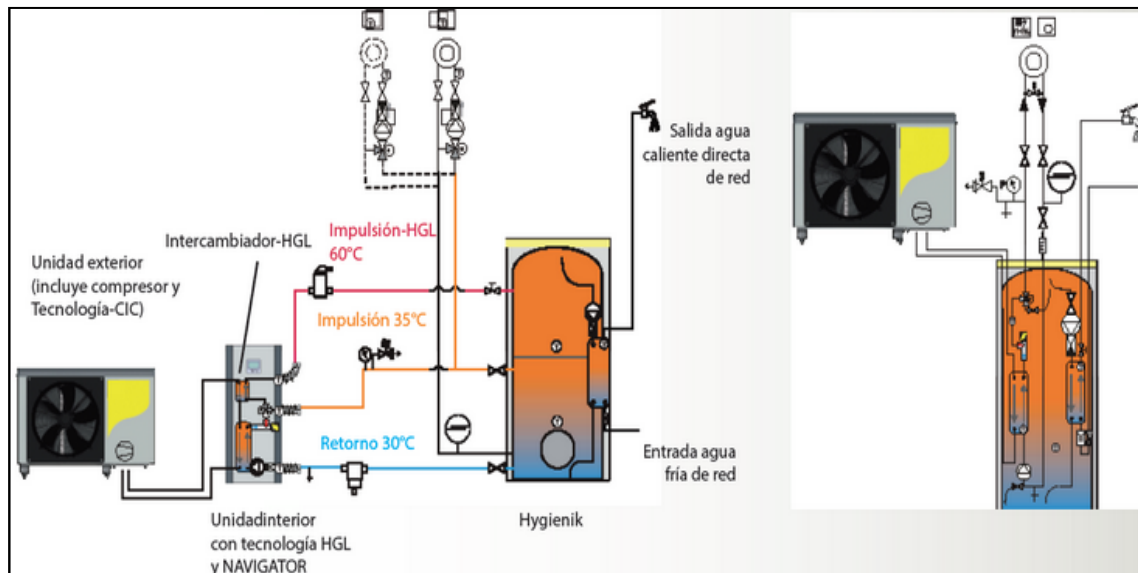


Fig. 26 Ejemplos de aprovechamiento del aire exterior.

La bomba de calor TERRA elegida para este proyecto puede trabajar incluso con temperaturas por debajo de 0 °C, aunque no utilizaremos esta función.

Este sistema no cuenta con costes adicionales y es totalmente respetuoso con el medio ambiente.

### 1.3.3.2.2 Sondeas geotérmicas.

De los distintos tipos de sondeos para geotermia finalmente se ha optado por realizar el sondeo vertical de circuito cerrado. Concretamente se realizarán 2 sondeos verticales de 100 metros de profundidad. Como se verá posteriormente se excede mínimamente la profundidad de sondeo calculada para la instalación. Este hecho sucede ya que se ha seleccionado un kit de captación geotérmica vertical (perforación) de la marca ENERTRES.

Se prevé que dicho sobredimensionado no afectará al correcto funcionamiento de la instalación. En la siguiente imagen podemos ver la forma simplificada de los elementos que componen la instalación geotérmica.

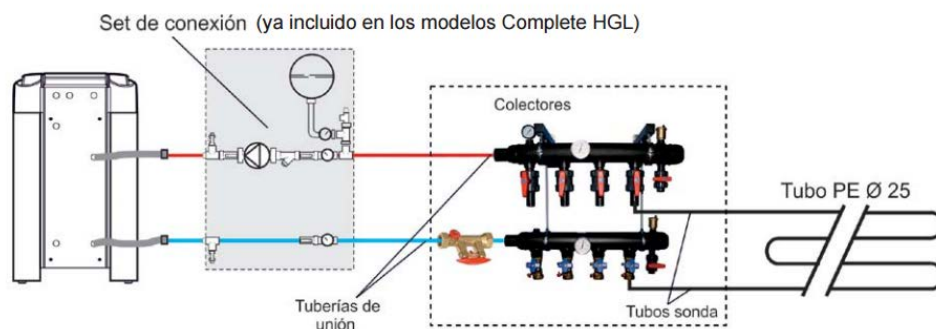


Fig. 27 Esquema simplificado y componentes que conforman la instalación geotérmica.

Los materiales incluidos en el kit de captación son los siguientes: tubos sonda PE-100 doble U de 32x2.9, conexiones en Y (32-32-40) de electrosoldadura, anticongelante, colectores con llaves de corte y válvulas de equilibrado, termómetros, manómetro, tubo de inyección diámetro 32 y distanciadores.

Los tubos sonda de dimensiones  $\varnothing 32 \times 2,9$  mm se introducen a una profundidad de entre 70 y 150 m. En función de la potencia de la bomba de calor se pueden necesitar múltiples circuitos, entre los que se debe dejar una separación mínima de 5 m.

La transferencia de calor depende del tipo de material que constituye el subsuelo. De forma general se puede estimar que para 1 kW de potencia de salida de la bomba de calor se

necesitan sobre 15 m lineales de perforación, teniendo en cuenta una potencia de extracción térmica del subsuelo de 50-55 W/ml.

Los diferentes diseños de viviendas y emplazamientos de instalaciones derivan en diferentes longitudes desde el colector de la captación superficial hasta la bomba de calor.

Las líneas de conexión entre las conexiones “Y” y el colector deben ser suministradas por el cliente. La mezcla agua-anticongelante debe realizarse antes de su introducción en los circuitos. La concentración de anticongelante debe ser del 30% para garantizar una temperatura de seguridad de -15 °C. En la siguiente imagen podemos observar los tubos utilizados:



Fig. 28 Diseño de la sonda vertical utilizada.

En la siguiente imagen podemos ver los diferentes tipos de kits de los que dispone nuestro suministrador. Se ha remarcado en amarillo el tipo de kit geotérmico escogido.

DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO	LONGITUD	VOLUMEN
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 50 m	28 00 01 05	50 m	107 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 60 m	28 00 01 06	60 m	129 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 70 m	28 00 01 07	70 m	151 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 80 m	28 00 01 08	80 m	173 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 90 m	28 00 01 09	90 m	194 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 100 m	28 00 01 10	100 m	216 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 110 m	28 00 01 11	110 m	237 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 125 m	28 00 01 12	125 m	270 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 140 m	28 00 01 14	140 m	302 l
Sonda geotérmica Doble U 32x2,9 de 150 m	28 00 01 15	150 m	323 l

Fig. 29 Datos de la sonda utilizada.

### 1.3.3.2.3 Bomba de calor.

La bomba de calor seleccionada para la instalación geotérmica será seleccionada independientemente de del kit de sondeo. Este hecho es debido a que la bomba propuesta por el kit de sondeo está sobredimensionada para el conjunto de la instalación. Así pues, se ha seleccionado una bomba de calor TERRA 12 S/W.



Fig. 30 Diseño de la bomba geotérmica.

Como se puede ver a continuación en el resumen de las características de la bomba seleccionada la variación de la potencia de la bomba de calor no es muy elevada ya que se trata del modelo inmediatamente inferior al propuesto.

Datos técnicos: TERRA S/W (-HGL/ BA) circuito cerrado y agua freática con refrigerante R407C											
Tipo	Potencia nominal <sup>1</sup>	Consumo eléctrico <sup>1</sup>	COP <sup>2</sup>	Potencia nominal <sup>1</sup>	Consumo eléctrico <sup>1</sup>	COP <sup>2</sup>	Caudales mínimos				Conexiones Sole/ calefacción e Hidráulicas
	FREÁTICA Con S10°C/W35°C de acuerdo a norma EN14511			CIRCUITO CERRADO Con S0°C/W35°C de acuerdo a norma EN14511			Agua freática	Calefacción Frio	Circuito cerrado	Calefacción Frio	
<b>7 S/W</b>	8.50 kW	1.62 kW	5.25	6.76 kW	1.63 kW	4.15	1500 l/h	1350 l/h	1300 kg/h	1100 l/h	RM 1"
<b>8 S/W</b>	10.4 kW	1.90 kW	5.47	8.25 kW	1.89 kW	4.37	1800 l/h	1650 l/h	1600 kg/h	1400 l/h	RM 1"
<b>10 S/W</b>	12.4 kW	2.30 kW	5.39	9.64 kW	2.20 kW	4.38	2150 l/h	1950 l/h	1900 kg/h	1600 l/h	RM 1"
<b>12 S/W</b>	15.5 kW	2.89 kW	5.36	11.93 kW	2.72 kW	4.38	2700 l/h	2450 l/h	2350 kg/h	2000 l/h	RM 1"
<b>15 S/W</b>	19.1 kW	3.58 kW	5.34	14.81 kW	3.34 kW	4.43	3350 l/h	3000 l/h	2900 kg/h	2400 l/h	RM 1"
<b>22 S/W</b>	27,6 kW	5.45 kW	5.30	22.00 kW	5.02 kW	4.40	4800 l/h	4400 l/h	4300 kg/h	3600 l/h	RM 1 1/4"
<b>26 S/W</b>	32.2 kW	6.25 kW	5.15	24.15 kW	5.51 kW	4.38	5800 l/h	5300 l/h	5150 kg/h	4300 l/h	RM 1 1/2"
<b>30 S/W</b>	37.0 kW	7.09 kW	5.21	27.84 kW	6.49 kW	4.29	6750 l/h	6100 l/h	5900 kg/h	5000 l/h	RM 1 1/2"
<b>37 S/W</b>	45.9 kW	8.93 kW	5.14	34.73 kW	8.66 kW	4.01	7800 l/h	7100 l/h	7200 kg/h	6000 l/h	RM 2"
<b>45 S/W</b>	55.7 kW	10.71 kW	5.20	41.72 kW	10.38 kW	4.02	10,050 l/h	9100 l/h	8800 kg/h	7400 l/h	RM 2"

<sup>1</sup> De acuerdo a norma EN 14511 con salto térmico de 5°C entre ida y retorno  
<sup>2</sup> COP = coeficiente de rendimiento de acuerdo a norma EN 14511

Fig. 31 Datos técnicos de la bomba geotérmica utilizada.



### 1.3.3.2.4 Acumulador

Una vez seleccionada la bomba geotérmica es necesario seleccionar un depósito acumulador donde se hará el intercambio de calor entre el circuito primario y secundario.

Se elegirá el acumulador tipo Hygienik de la misma marca que la bomba geotérmica para ahorrar costes y ya que está diseñado para cuatro usuarios que es lo que necesita nuestra instalación.

## Acumulador Hygienik

### Acumulador de inercia con producción de ACS instantánea



Producción instantánea de ACS y producción de calefacción, compatible con modelos de bomba de calor y otras fuentes.

Depósito de acumulación fabricado en acero St 37.2 con todas las conexiones, posibilidad de conectar resistencia eléctrica de 1 1/2", brida y contrabrida para instalación de un intercambiador de calor solar; incluido revestimiento aislante de 50 mm de espesor y módulo de agua caliente producción instantánea, válvula Y, filtro de partículas, intercambiador de placas, bomba, tuberías premontadas.

**Incluye revestimiento (sólo para Hygienik 500, Hygienik 825 y Hygienik 1000 con módulo de 25 ó 35 l/min)**

Depósito con aislamiento incluido módulo de producción instantánea		Versión estándar <sup>1</sup>	Con barrera de estratificación <sup>2</sup>
Hygienik 500/25, N° usuarios = 4*, con revestimiento, producción ACS de 25 l/min	Art. no. Precio (€)	171611 2.507 €	1716111 2.830 €

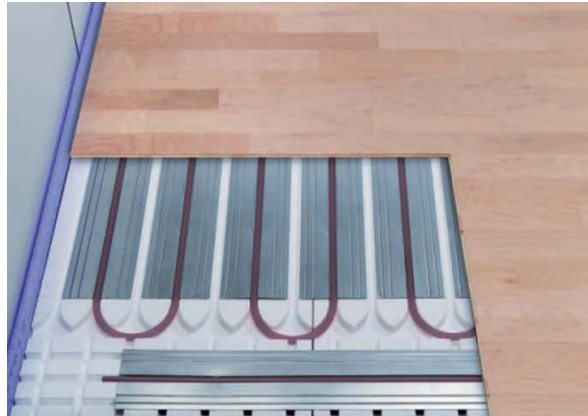
Fig. 32 Diseño del suelo radiante.

### 1.3.3.2.5 Suelo radiante.

El sistema de suelo radiante está constituido por una red de tuberías distribuidas uniformemente bajo el pavimento, por las cuales circula agua, consiguiéndose en el ambiente una temperatura altamente homogénea y confortable en invierno y verano. Su funcionamiento es fiable y está perfectamente comprobado desde hace más de 40 años, sobre todo en países del norte y centro de Europa.

El elemento radiante de la instalación de climatización de suelo radiante se refiere a los distintos componentes que conforman el total del sistema de aportación de calor a las habitaciones de la vivienda.

En la siguiente imagen se puede observar el conjunto de elementos que conforman la instalación de suelo radiante de la vivienda.

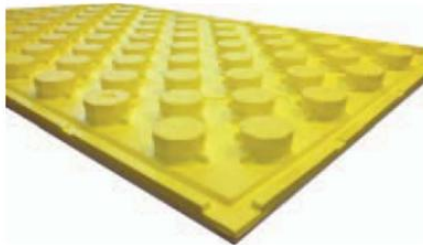


*Fig. 33 Diseño del suelo radiante.*

#### 1.3.3.2.6 Placa aislante.

El panel aislante tiene como función principal la de reducir las pérdidas de calor inferiores (aislamiento térmico), reduciendo de forma considerable el consumo energético, y la de actuar como aislante acústico.

Los paneles aislantes ENETRES EPS-AU cumplen con los valores de resistencia térmica mínima en función de las condiciones térmicas bajo la estructura del suelo calefactor, presentes en la Norma UNE-EN 1264-4.



*Fig. 34 Diseño del panel aislante.*

El acabado plastificado es impermeable, lo que impide la pérdida de temperatura por vapor, aumentando la resistencia térmica del panel. Se presenta moldeado, machihembrado a 4 caras, con sistema antideslizamiento lateral que permite una sencilla colocación de las placas evitando puentes térmicos. Los tetones están diseñados con un sistema de contrasalida y de elevación del tubo que garantiza la sujeción de la tubería al panel y mejora de la transmisión de calor entre la tubería y el mortero. Sus características principales se pueden observar en la figura siguiente:

ESPESOR	19 mm
ALTURA DEL TETÓN	29 mm
ALTURA TOTAL	48 mm
DIMENSIONES	1350 x 750 mm
PASO ENTRE TUBOS	75 mm
RESISTENCIA TÉRMICA*	1,18 m <sup>2</sup> K/W
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	$\lambda$ 0,035 W/mK

Fig. 35 Características técnicas del panel aislante.

#### 1.3.3.2.7 Banda perimetral.

Banda perimetral autoadhesiva fabricada en espuma de polietileno extruido con faldón lateral de plástico, según los requerimientos de la Norma UNE-EN 1264-4, que asegura una total separación entre la instalación del suelo radiante y las paredes.

Su objetivo fundamental es el de absorber las posibles dilataciones del suelo evitando puentes térmicos y acústicos.

Se ha seleccionado la banda perimetral con faldón autoadhesivo de la marca Enertres. Con una altura de 150mm, un espesor de 6mm y 270 mm de altura del faldón.



Fig. 36 Banda perimetral aislante.

#### 1.3.3.2.8 Tubería.

Elemento que transporta el fluido CALOPORTADOR (agua) a lo largo de la superficie de la estancia a calefactar. De acuerdo con los requerimientos de la Normas UNE-EN 1264-4, referentes a la utilización de tubería con barrera de oxígeno para reducir los problemas de corrosión cuando se combina con materiales corrosibles en las instalaciones de calefacción. Enertres propone sus sistemas de suelo radiante con tubería PERT-AL-PERT proporciona una estanqueidad total y elimina totalmente la absorción de oxígeno. Asimismo, su conductividad térmica es superior, permitiendo una mejor trasmisión del calor cedido por el fluido térmico al mortero del suelo.



Fig. 37 Diseño de la tubería utilizada en el suelo aislante.

La tubería multicapa PERT-AL-PERT seleccionada, de la marca Enertres, tiene las siguientes características:

DIÁMETRO	18 mm
ESPESOR	2 mm
LONGITUD DE BOBINA	200/500 m
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	0,46 W/mK
COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL	0,025 mm/m.°C
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA	90 mm

Fig. 38 Características técnicas de la tubería utilizada en el suelo aislante.

#### 1.3.3.2.9 Placa de mortero.

Placa de cemento encima de la cual se sitúa el revestimiento final del suelo (parquet, cerámico, etc.).

Se utiliza el mortero estándar para este tipo de instalaciones. Una vez colocados los circuitos se vierte el mortero de cemento sobre toda la superficie calefactable. El espesor recomendable es de 5 cm medidos a partir de la generatriz superior de la tubería. Espesores mayores aumentan la inercia térmica del sistema mientras que espesores menores reducen la capacidad de la loseta de mortero de cemento de resistencia ante esfuerzos cortantes.

#### 1.3.3.2.10 Grupo de regulación a temperatura variable para suelo radiante.

Como se puede comprobar, la instalación del suelo radiante está dividida en las dos plantas de la vivienda por lo que será necesaria la instalación de 2 grupos de regulación, un grupo por cada planta, cuyos componentes serán descritos a continuación.

Este grupo o kit de regulación a temperatura variable para suelo radiante seleccionado es de la marca ENETRES y se denomina Regulación climática GLOBAL CONFORT para suelo radiante/refrescante y ACS.

#### 1.3.3.2.11 Bomba de distribución.

Uno de los componentes más importantes de la instalación es la bomba de impulsión. Como se puede ver la bomba fijada por el grupo de regulación es la bomba de distribución Grundfos UPS 25/40, la cual se adapta perfectamente a las necesidades de impulsión de la vivienda. La potencia de consumo de dicha bomba es de 65 W.



Fig. 39 Diseño de la bomba de impulsión utilizada.

Sus características principales son:

Modelo	Código	Conexión bomba	Longitud (mm)	Tensión	P <sub>i</sub> (W) Velocidad			I <sub>n</sub> (A) Velocidad			Clase energética
					1	2	3	1	2	3	
UPS 25-40	96281384	G 1 1/2	180	1x230 V	25	35	45	0.12	0.16	0.20	B
UPS 25-40 K	59544505	G 1 1/2	180	1x230 V	25	35	45	0.12	0.16	0.20	-
UPS 25-40	96281376	G 1 1/2	130	1x230 V	25	35	45	0.12	0.16	0.20	B
UPS 25-50	96281432	G 1 1/2	180	1x230 V	35	45	50	0.16	0.20	0.23	B
UPS 25-50 K	59545502	G 1 1/2	180	1x230 V	35	45	50	0.16	0.20	0.23	-
UPS 25-50	96281424	G 1 1/2	130	1x230 V	35	45	50	0.16	0.20	0.23	B
UPS 25-60	96281483	G 1 1/2	180	1x230 V	50	60	70	0.22	0.27	0.30	C
UPS 25-60 K	59546508	G 1 1/2	180	1x230 V	50	60	70	0.22	0.27	0.30	-
UPS 25-60	96281476	G 1 1/2	130	1x230 V	50	60	70	0.22	0.27	0.30	C

Fig. 40 Características técnicas de la bomba de impulsión utilizada.

### 1.3.3.2.12 Colector de distribución.

El colector de distribución incluido en el kit consta de un armario para colector regulable en profundidad (de 110 a 150 mm) y altura (de 630 a 930 mm).

Estos armarios como se puede comprobar constan de varios tipos según la cantidad de vías de salidas, es decir según la cantidad de habitaciones o circuitos a distribuir.

Por este motivo se ha seleccionado para la planta baja de la vivienda un kit con un armario de colectores de 10 a 12 vías de salida. Mientras que para la primera planta de la vivienda se ha seleccionado un kit con armario colector de 4 a 6 vías de salida.

A continuación podemos ver las imágenes que corresponden al armario de colectores y al colector en sí mismo, respectivamente.



*Fig. 41 Diseño del colector y su armario utilizados.*

#### 1.3.3.2.13 Grupo de impulsión.

El grupo de impulsión seleccionado es el grupo de impulsión modular GM20, que contiene una bomba de impulsión Yonos RS 25/7.5 (clase A).

Con el grupo de impulsión nos aseguraremos de que llegue la suficiente presión al suelo radiante de todas las zonas. La potencia de consumo de dicha bomba es de 65 W. En la siguiente imagen podemos ver el modelo de grupo impulsor seleccionado.



*Fig. 42 Diseño del grupo impulsor utilizado.*

#### 1.3.3.2.14 Control de temperatura.

El control de temperatura de las habitaciones se realizará mediante termostatos. Concretamente se utilizarán los Termostatos para Frío-Calor de la marca ENERTRES.

Son unos termostatos electrónicos que proporcionan una regulación precisa de la temperatura ambiente. Dispone de selector manual con función Invierno/Verano para calefacción o refrigeración.



Fig. 43 Diseño del termostato utilizado.

## 1.4 Instalación eléctrica de baja tensión.

### 1.4.1 Caja de protección y medida.

Para el caso que nos ocupa no procede este apartado al no estar conectada la vivienda a la red eléctrica pública.

En este caso la Caja General de Protección coincidirá con el equipo inversor/cargador, ya que desde este elemento se alimentará de energía eléctrica la vivienda. Éste estará ubicado en la planta baja, habitación denominada sala técnica.

Del inversor/cargador saldrá una línea de  $2 \times 16 + 16 \text{ mm}^2$  (450/750 V), hasta una caja de protección compuesta por un interruptor diferencial 2x63 A, 230 V, 30 mA con retardo de 0,5 segundos, un interruptor magnetotérmico de 2x63 A 230 V y un contador de energía digital para carril DIN.

La instalación de la línea será del tipo superficial bajo tubo rígido de 50 mm de diámetro.

### 1.4.2 Derivación individual.

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.

- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.4392.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

En nuestro caso la línea derivación individual será de 2x16+16 mm<sup>2</sup> (H07Z1-K), bajo tubo de 40 mm de diámetro exterior empotrado. Saldrá desde el cuadro de protección y medida situado en la habitación técnica hasta llegar al armario de dispositivos de mando y protección sito en la entrada de la vivienda, detrás de la puerta.

#### 1.4.3 Dispositivos generales e individuales de mando y protección.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

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

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La



envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

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

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 10 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24).

#### 1.4.4 Instalaciones interiores.

##### 1.4.4.1 Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se registrarán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
Sf < 16	Sf
16 < Sf < 35	16
Sf > 35	Sf/2

#### 1.4.4.2 Identificación de los conductores.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 1.4.4.3 Subdivisión de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### 1.4.4.4 Equilibrado de cargas.



Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares. No se aplica en nuestro caso al ser un suministro monofásico.

#### 1.4.4.5 Resistencia de aislamiento.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación (V)	Tensión ensayo c. c. (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	260	> 0,25
< 500	500	> 0,50
> 500	1000	> 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### 1.4.4.6 Conexiones.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

#### 1.4.4.7 Sistema de instalación.

#### Prescripciones Generales:

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

#### Posibles instalaciones:

- Conductores aislados bajo tubos protectores.
- Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.
- Conductores aislados enterrados.
- Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.
- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.
- Conductores aislados bajo canales protectoras.
- Conductores aislados bajo molduras.

- Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

En nuestro caso utilizaremos conductores bajo tubos protectores empotrados en paredes y en los huecos de la construcción, en el falso techo, ya que toda la casa dispondrá de escayola desmontable.

#### 1.4.5 Protecciones contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

#### 1.4.6 Protección contra sobretensiones.

- Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación. A saber:

<u>Tensión nominal instalación</u>		<u>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</u>			
<u>Sistemas III</u>	<u>Sistemas II</u>	<u>Categoría IV</u>	<u>Categoría III</u>	<u>Categoría II</u>	<u>Categoría I</u>
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000		8	6	4	2,5



- Primera categoría: Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.
- Segunda categoría: Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).
- Tercera categoría: Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparatos: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc).
- Cuarta categoría: Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

#### Dos situaciones que nos podemos encontrar:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

#### 1.4.7 Protección contra contactos directos e indirectos.

##### Protección contra contactos indirectos:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

#### Protección contra contactos directos:

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra. Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a < V$$

Dónde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $V$  es la tensión de contacto límite convencional (50 o 24V).

#### 1.4.8 Puesta a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial

peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Uniones a tierra:

- **Tomas de tierra:** Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022. El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.
- **Conductores de tierra:** La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

- **Bornes de puesta a tierra:** En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes: conductores de tierra, conductores de las protecciones, conductores de unión equipotencial principal y conductores de puesta a tierra funcional si fueran necesarios.

Resistencia de las tomas de tierra:

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a: 24 V en local o emplazamiento conductor y 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.



### Tomas de tierra independientes:

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### Revisión de las tomas de tierra:

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

- \* Receptores de alumbrado: las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.
- \* Receptores a motor: los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

### 1.4.9 Luminarias.

En el siguiente subapartado se describirán las distintas luminarias seleccionadas para la instalación eléctrica de la vivienda. Se ha optado por realizar un estudio propio de la iluminación de la vivienda con el fin de reducir el consumo y aumentar la eficiencia de la instalación eléctrica.

A continuación veremos los tipos de luminarias seleccionadas para la instalación eléctrica, el número de luminarias instaladas y sus características básicas:



Fig. 44 Diseño de las luminarias tipo dicroicas pero de tecnología LED.

Nº de luminarias instaladas en la vivienda: 5



### Downlight LED Samsung 25W




 25 W Potencia	 85/265V AC Alimentación	 2220 lm Luminosidad	 120° Ángulo	 Ø208mm Medida corte
---	---	---	---	---

Fig. 45 Diseño de las luminarias tipo downlight pero de tecnología LED.

Nº de luminarias instaladas en la vivienda: 35



### Pantalla Estanca para dos Tubos de LED 600mm PC/PC

 IP65 Protección	 PC/PC Material	 600 mm Dimensiones	 CE & RoHS Certificados
---	--	--	--

Fig. 46 Diseño de las luminarias tipo fluorescente estancas pero de tecnología LED.

Nº de luminarias instaladas en la vivienda: 7



### Foco Proyector LED 30W PRO

**Nuevo!**






 30 W Potencia	 210-260V AC Alimentación	 3450 lm Luminosidad	 IP65 Protección	 Intensidad Regulable
---	--	---	---	--

Fig. 47 Diseño de las luminarias tipo proyector iodo-cuarzo pero de tecnología LED.

Nº de luminarias instaladas en la vivienda: 9



### Foco Proyector LED Elegance 50W

 50 W Potencia	 85-265V AC Alimentación	 4250 lm Luminosidad	 IP65 Protección	 CE & RoHS Certificados
---	---	---	---	--

Fig. 48 Diseño de las luminarias tipo proyector iodo-cuarzo pero de tecnología LED.

Nº de luminarias instaladas en la vivienda: 3



## 2. CÁLCULOS

## 2. CÁLCULOS.

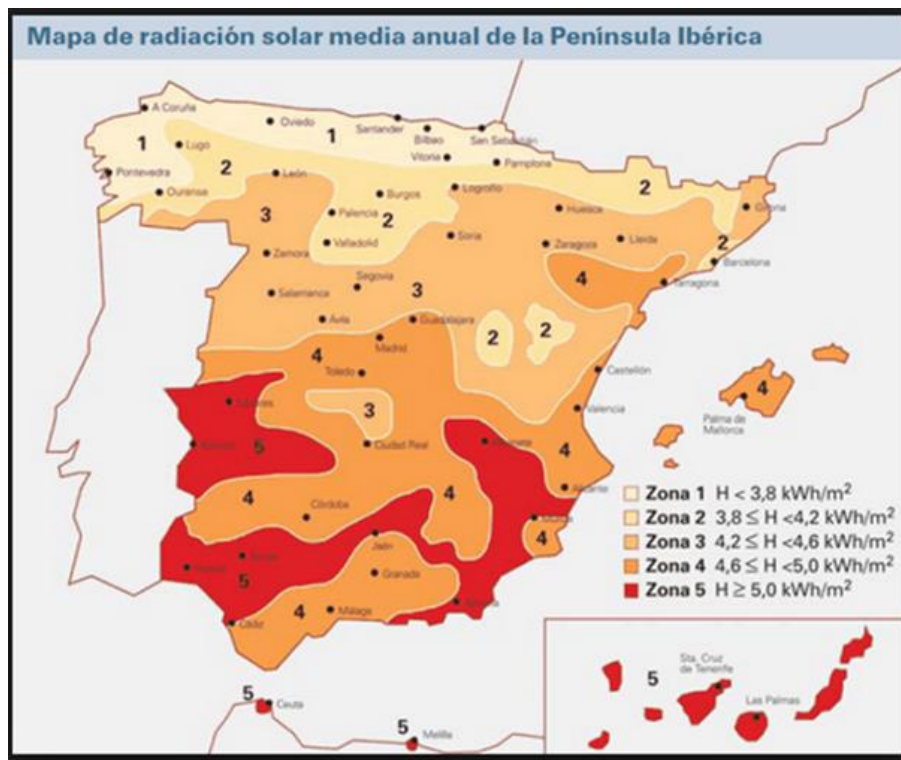
### 2.1 Termosolar.

En este apartado del proyecto se calculan y justifican los distintos elementos del sistema de solar térmico para la producción de agua caliente sanitaria (ACS).

#### 2.1.1 Estimación de la demanda energética de ACS.

La demanda energética de ACS, se calculará a partir del número de personas que habiten en la vivienda. Como ya se ha mencionado anteriormente, los cálculos se realizarán para estándar de 6 personas.

Una vez aclarado el número de habitantes de la vivienda se procederá a determinar la zona climática del emplazamiento de la instalación, ya que este dato será importante para adaptar la instalación según las normativas vigentes.



Como podemos ver el emplazamiento está situado en la zona climática 4.

Una vez conocida la zona climática debemos conocer cuántos litros de agua queremos calentar y a que temperatura.

Primero fijaremos la temperatura a la que se desea calentar el agua, esta temperatura será la que normalmente se utiliza para todo tipo de instalaciones de ACS, una temperatura de 60°C.

Para determinar la cantidad de litros de agua a calentar utilizaremos la tabla que facilita el Código Técnico de Edificación en el apartado DB-HE de ahorro de energía.

**Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>**

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Como se puede ver para viviendas unifamiliares, para una temperatura de referencia de 60°C, le corresponde un volumen de agua de 30 litros por persona y día. Como ya se ha mencionado el número de habitantes de la vivienda será de 4 personas. Por tanto se puede calcular el total de litros que se deberán calentar, multiplicando los 30 litros por persona y día por 4 personas, lo que da un total de 120 litros al día de agua caliente a 60°C.

Se debe especificar que la contribución solar mínima por que deberá aportar la instalación solar térmica exigida por el CTE, según la zona climática y la demanda total de ACS de la vivienda en litro por día, es del 60% en el caso general, como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.**

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

Como se puede comprobar los datos sobre los valores de la temperatura de agua de la red más cercanos al emplazamiento de la instalación, los que corresponden a la localidad de Valencia. Los valores son obtenidos de la base de datos Censolar. En la siguiente tabla se pueden observar dichos valores.

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
Temp. Media del agua de la red	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3

Para dimensionar correctamente la instalación, se puede ver que la localidad de donde han sido tomados estos valores no se adapta, por cercanía, a los valores que se obtendrían al tomar la temperatura de la red en el emplazamiento de la instalación. Por tanto se debe realizar un cálculo para adaptar los valores de los que disponemos, a los de nuestro emplazamiento.

Para cualquier localidad X (vivienda) que no sea capital de provincia la temperatura de agua fría diaria media mensual se obtiene a partir de la temperatura de agua fría diaria media mensual de la capital de provincia utilizando la siguiente formula:

$$T_{AFX} = T_{AFCP} - B \cdot \Delta Z \quad (1)$$

Dónde:

$T_{AFX}$  = Temperatura de agua fría diaria media mensual en la vivienda.

$T_{AFCP}$  = Temperatura de agua fría diaria media mensual en capital de provincia

B = constante que toma los siguientes valores:

B=0,0066 en los meses de Octubre a Marzo

B=0,0033 en los meses de Abril a Septiembre

$\Delta z$  = Diferencia de altura, en metros, entre la localidad X (vivienda) y la altura de referencia de la capital de provincia.

Y mediante la expresión siguiente podremos calcular la demanda energética mensual y anual:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T \cdot 4,1868 \cdot 10^{-9} \text{ GJ} \quad (2)$$

Dónde:

Q = Cantidad de calor necesario en GJ.

m = masa del agua a calentar en gramos.

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura.



Mediante estas fórmulas (1) y (2) se han obtenido los valores que se pueden observar en la siguiente tabla:

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Temp. Uso	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
T. Red capital	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8
T. Red Vivienda	6,68	7,68	9,68	12,34	13,34	14,34	15,34	14,34	13,34	11,68	9,68	6,68
Dif. Temp.	53,32	52,32	50,32	47,66	46,66	45,66	44,66	45,66	46,66	48,32	50,32	53,32
litros/día	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Demanda energética (GJ)	0,83	0,74	0,78	0,72	0,73	0,69	0,70	0,71	0,70	0,75	0,76	0,83

Una vez realizado el cálculo energético, se puede pasar al cálculo del sistema termosolar para ACS.

Para ello inicialmente se ha utilizado el programa cedido por la empresa Cablemat Solar, CS Soft 3.0, que utiliza el método F-Chart.

Primero veremos los datos de partida de cálculo del programa.

Provincia	VALENCIA	Zona Climática	IV
Localidad	Manises	Consumo de referencia	
Energía auxiliar	Caso General	120 l/día (a 60 °C)	

Tipo de instalación	Viv. unifamiliar	Consumo unitario
T° de uso del A.C.S.	60 °C	30 l/pers.·día

N° de personas	4 persona	Consumo diario
Vol. de acumulación	300 l	120 l/día (a 60°C)

Eficiencia del intercambiador	95%	Dens.	1,01073 g/cm <sup>3</sup>
Caudal del circuito primario	40,0 l/hm <sup>2</sup>	Visc.	1,25E-06 m <sup>2</sup> /s
Fluido del circuito primario	Propilegicol (30%)	Cp	0,81 cal/g K

Modelo de captador	CS2S	$\eta_e$	$a_1$	$a_2$
N° captadores referencia	1	0,77	3,663	0,016
N° de captadores	1	Sup.	2,5	m <sup>2</sup>

Superficie Bruta	2,5
Superficie Neta	2,4
Tratamiento absorbedor	Bluetec
Código de certificación	NPS-11707

Inclinación de captadores:	40 °	Pérdidas respecto óptimo 0,01% (Pérdidas < 10%)
Orientación de captadores:	0 °	
Posicionamiento de paneles:	General	

A continuación se muestran los resultados que se han obtenido para dicho datos de entrada.

	Ocupación	Radiación (MJ/m <sup>2</sup> d)	Demanda GJ	Ap. Solar GJ	Frac. solar	Rendimient
ENE	100%	12,79	0,81	0,44	54%	0,48
FEB	100%	13,72	0,72	0,42	58%	0,47
MAR	100%	15,93	0,76	0,52	69%	0,46
ABR	100%	19,02	0,71	0,58	81%	0,44
MAY	100%	20,38	0,72	0,63	88%	0,43
JUN	100%	19,89	0,68	0,59	88%	0,43
JUL	100%	21,68	0,68	0,65	95%	0,42
AGO	100%	24,99	0,70	0,73	104%	0,41
SEP	100%	19,08	0,69	0,59	85%	0,44
OCT	100%	15,37	0,73	0,50	69%	0,46
NOV	100%	11,15	0,74	0,36	48%	0,46
DIC	100%	9,66	0,81	0,32	40%	0,47



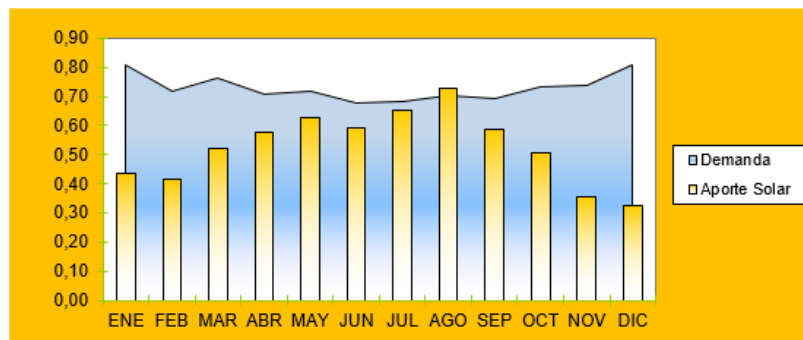
Valores Anuales		
Radiación	GJ	15,5
	kWh	43,1
Demanda	Gj	8,75
	kWh	24,30
Aporte Solar	GJ	6,33
	kWh	17,58

En la siguiente imagen se pueden ver los puntos de la instalación que hacen referencia a los parámetros exigidos por las normativas que ya se han mencionado.

Se especifica que el valor V/A hace referencia al volumen del acumulador dividido por el área total de la superficie de los captadores, cuyo resultado debe ser un valor entre 50 y 180 como se puede observar.

Superficie de captación [A]	2,31 m <sup>2</sup>	Volumen de acumulación [V]	300 l
50 < V/A < 180		Contribución solar > 60%	
V/A	129,87	Contrib. solar	72%
		Rendimiento > 0,20	
		Rendimiento	0,41

En la siguiente imagen podemos ver la representación gráfica de la relación entre la demanda térmica y el aporte de la instalación calculado.



### 2.1.2 Selección de captadores térmicos.

Por tanto, como se puede ver en las anteriores tablas 6 y 7, el sistema de captación solar térmica utilizado en el presente proyecto constará de 1 captadores solares térmicos de la marca Cablemat Solar, modelo CS2S, cuyo diseño se ha expuesto en el punto 1.3.2.2.1 de la presente Memoria Técnica.

### 2.1.3 Selección del acumulador.

Como ya se ha mencionado anteriormente, a pesar que la marca Cablemat Solar recomienda un equipo predefinido compuesto por elementos de la misma marca para sus instalaciones, se ha optado para los posteriores cálculos, seleccionar un acumulador distinto al indicado, pero compatible. El acumulador seleccionado pertenece a la marca Solar Innova.

Se debe especificar que se selecciona el modelo de 300 litros de capacidad ya que este es el volumen que se determina a través del programa de F-chart , CS Soft 3.0. En la fig 17 del apartado 1.3.2.2.2., se puede observar el diseño de dicho modelo.

### 2.1.4 Caudal de la bomba.

A continuación se debe decir que a pesar que la marca Cablemat Solar recomienda un equipo predefinido compuesto por un kit elementos de la misma marca para sus instalaciones, como ya se ha comentado, para la realización de la instalación del presente proyecto será necesario comprobar la funcionalidad de este kit y si es preciso modificarlo para lograr la funcionalidad deseada.

El primer elemento que se calculará será el caudal de la bomba del circuito primario. Es decir, calcularemos los litros/hora que la bomba que se selecciona deberá empujar el fluido del circuito primario del sistema solar térmico.

A continuación para calcular el caudal de la bomba se debe multiplicar la superficie de captación por el flujo másico de operación del sistema por unidad de área. El flujo másico de operación de la bomba varía según los valores recomendados por el fabricante. En el caso de sistemas de captación de conexión en paralelo o high-flow el valor del flujo másico varía entre 40 y 60 l/h·m<sup>2</sup>. Para los captadores seleccionados CS2S de Cablemat solar el flujo másico es de 60 l/h·m<sup>2</sup>.

Superficie de captación (1 captador): 2,31 m<sup>2</sup>

Flujo másico en sistemas high-flow (paralelo): 60 l/h·m<sup>2</sup>

Caudal= 2,31\*60= 138,6 l/h

### 2.1.5 Diámetro de las tuberías.

Una vez calculado el caudal de la bomba se pasa a calcular el diámetro de las tuberías del circuito primario. Para ello se debe tener en cuenta la velocidad del fluido del circuito primario en nuestro caso se trata de Propilengicol (30%) que tiene una velocidad de 0,35 m/s.

Una vez conocido ese dato mediante la siguiente fórmula calculamos el diámetro de las tuberías del circuito primario:

$$D_{tub} = 0,5947 \cdot \sqrt{\frac{m}{v}}$$

Dónde:

m = caudal de la bomba

v = velocidad del fluido

$$D_{tub} = 0,5947 \cdot \sqrt{\frac{m}{v}} = 11,83 \text{ mm}$$

Por tanto se utilizarán tuberías normalizadas de 14 mm de diámetro exterior.

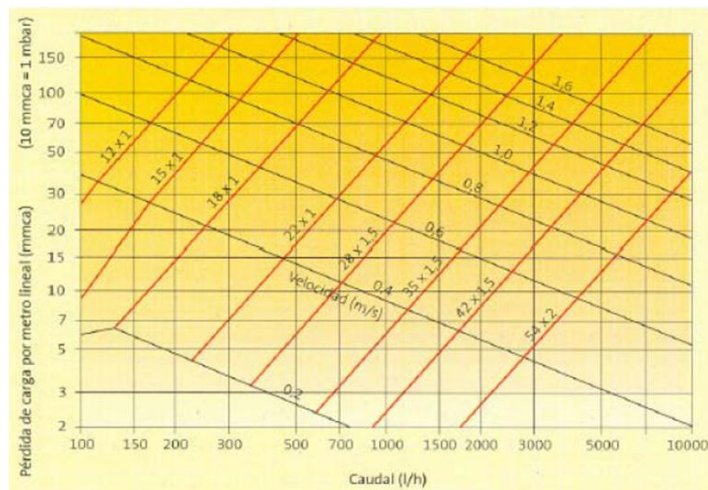
### 2.1.6 Perdida de presión en el circuito primario.

Para dimensionar y determinar las pérdidas de carga de la manera más ajustada en el sistema solar térmico se tendrá en cuenta la pérdida de presión en ciertos elementos. Estos son: tuberías, accesorios, captador e intercambiador interno (de serpentín).

#### Tuberías

Para determinar la pérdida de carga en las tuberías del circuito primario, se debe conocer que estas no pueden ser inferiores a 6 mbar/m.

Se comprueba mediante la siguiente tabla nº 16 que las tuberías se encuentren dentro de los valores previamente mencionados. Se puede ver que en la tabla se expresan las siguientes variables: caudal, velocidad de fluido y diámetro exterior normalizado de la tubería.





Con esta tabla ya se puede calcular las pérdidas de carga en las tuberías del circuito primario. Para ello tenemos en cuenta las siguientes variables:

Caudal de la bomba: 138,6 l/h

Velocidad de fluido: 0,35 m/s

Diámetro de las tuberías: 11,83 mm

Para estas variables podemos ver en la imagen que corresponde una pérdida de carga por metro lineal de tubería aproximadamente de 45 mmca.

Teniendo en cuenta que 10 mmca = 1 mbar. Las pérdidas de carga por metro lineal de tubería son de aproximadamente de 4,5 mbar.

Al tratarse este valor de pérdida de carga por metro lineal de tubería, si se desea saber el total de pérdida de carga del circuito primario se deberá multiplicar este valor anteriormente obtenido por los metros de tubería del circuito primario.

La longitud en metros del circuito primario puede ser dividida en dos tramos. El tramo exterior y el tramo interior. El tramo interior cuenta con una longitud de 3 metros, mientras que el tramo exterior cuenta con una longitud de 13 metros, lo que hace un total de 16 metros de tubería del circuito primario.

Se puede concluir entonces las pérdidas de carga de las tuberías del circuito primario mediante la siguiente formula.

$$\Delta P_{Tub\ 1^{\circ}} = \Delta P_{m.Tub} \cdot long = 4,5 \cdot 16 = 72\ mbar$$

Por tanto las pérdidas totales de presión del circuito primario son, como se puede ver de 72mbar.

### **Accesorios.**

Se debe tener en cuenta que las pérdidas de carga del circuito primario no solo están compuestas por las pérdidas de carga en las tuberías ya que existen otros accesorios a lo largo de estas. Estos accesorios serian, válvulas codos, purgadores, etc. Para simplificar los cálculos de pérdidas de carga en todos estos accesorios se utiliza la siguiente formula:

$$\Delta P_{Acc\ 1^{\circ}} = \frac{1}{3} \cdot \Delta P_{Tub\ 1^{\circ}} = \frac{1}{3} \cdot 72 = 24\ mbar$$

Se puede concluir que las pérdidas de carga del circuito primario debido a los accesorios de la tubería son de 24 mbar.

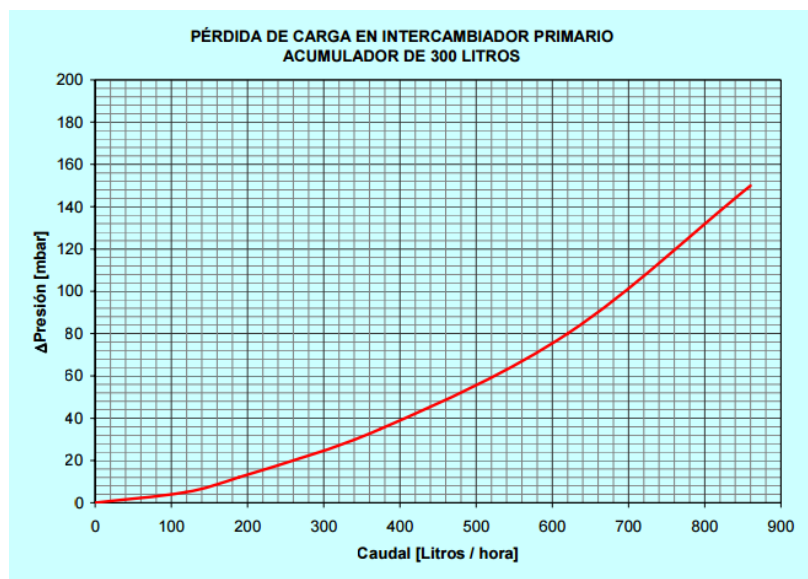
### 2.1.7 Pérdidas totales de presión de las tuberías.

Una vez se tienen calculadas las pérdidas de presión en las tuberías y en los accesorios se pueden sumar para saber el total de las pérdidas de presión en las tuberías del circuito primario.

Pérdidas totales de presión en las tuberías =  $72 + 24 = 96$  mbar

### 2.1.8 Perdidas de carga en el captador.

Para saber la pérdida de carga de presión del captador primero se debe conocer el nominal del captador que recomienda el fabricante. En nuestro caso se trata del captador Solar Innova, Modelo: 1S - 300L. El caudal convencional recomendado por el fabricante es de es de 300 l/h. con este dato y la gráfica de pérdida de carga del captador, que se verá seguidamente ya se puede calcular la pérdida carga de presión en el captador.



Como se puede ver en la gráfica para un caudal de 300 l/h le corresponde un a pérdida de carga de unos 24 mbar.

### 2.1.9 Pérdidas carga totales.

La pérdidas de carga totales del circuito primario de la instalación solar térmica ACS de la vivienda será la suma de las pérdidas de presión en las tuberías + las pérdidas del captador.

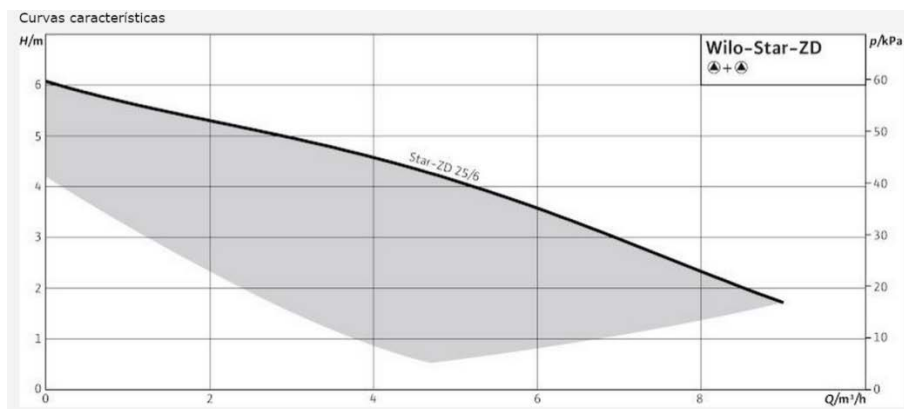
$$\text{Pérdidas de carga totales} = 96 + 24 = 120 \text{ mbar}$$

Como se puede ver las pérdidas de carga totales del circuito primario de la instalación serán de 120 mbar.

Una vez se tiene este dato ya se puede calcular que bomba se debe instalar para el circuito primario.

### 2.1.10 Bomba del circuito primario.

Sabiendo que el caudal de la bomba es de 138,6 l/h y que las pérdidas de carga del circuito primario es de 120 mbar, se puede observar que la bomba seleccionada ha sido la bomba Wilo-Star-ZD 25/6 que como se podrá observar en la siguiente gráfica de la curva característica de la bomba.



En la siguiente imagen se puede observar la bomba utilizada en la instalación solar térmica de la vivienda.



Fig. 49 Diseño de la bomba del circuito primario de ACS.

## 2.2 Diseño de los elementos del sistema de calefacción.

El diseño de los elementos del sistema de climatización se dividirá en dos partes, la primera parte corresponderá a los cálculos y dimensionamiento de las instalaciones del sistema de geotermia y la segunda parte corresponderá a los cálculos y dimensionado de las instalaciones del sistema de suelo radiante.

### 2.2.1 Diseño de los elementos de geotermia.

#### 2.2.1.1 Estimación de la demanda de energía.

Para poder diseñar el sistema de climatización, se necesitará previamente estudiar la demanda energética de calefacción de la vivienda.

La demanda energética de calefacción, se calculará a partir de del volumen de aire de los habitáculos de la vivienda que se desean climatizar.

Primero se recordarán las temperaturas tanto, las exteriores, que serán las que dependerán del clima de la zona donde se realiza el proyecto, como los interiores, que son la temperatura a la que deseamos climatizar la vivienda tanto en invierno como en verano.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	SEP	Oct	Nov	Dic	ANUAL
Media de temperaturas máximas diarias (°C)	14,2	15,3	17,9	19,8	24,0	28,0	31,8	31,4	28,4	22,4	17,6	15,0	22,1
Media de temperaturas mínimas diarias (°C)	3,8	4,4	5,8	7,1	10,4	14,1	17,1	17,5	15,1	11,1	7,3	4,1	9,9

La temperatura interior que se desea es de 20 °C tanto en verano como invierno, ya que se estima siempre esta temperatura como la media para el confort óptimo de las viviendas.

A continuación se muestra las diferencias de temperatura, que en base a estos valores previos, se deberán vencer para conseguir la climatización óptima deseada.

TEMPERATURA DESEADA	20° C
Tmax en Verano	31,8° C
Tmin en Invierno	3.8° C

Diferencia de Temperaturas en Verano  
 $T_{ex} - T_{int} \quad 31,8 - 20 = \quad 11,8 \text{ °C}$

Diferencia de Temperaturas en Invierno  
 $T_{int} - T_{ext} \quad 20 - 3.8 = \quad 16.2 \text{ °C}$

Como se puede ver en el cálculo de carga de calefacción que se realizará la temperatura que se debe vencer en verano será de 11,5 °C y de 18,3 °C en invierno.

Seguidamente se pasará a calcular las cargas térmicas de climatización que vendrán dadas por la suma de la carga térmica de ventilación, más la carga térmica debida a los materiales de construcción.

### 2.2.1.2 Carga térmica de ventilación.

La carga térmica de ventilación nos viene dada por la fórmula:

$$Q_v = V \cdot K \cdot N \cdot \Delta_{Temp}$$

Dónde:

Q = Carga térmica de ventilación.

V = Volumen del habitáculo en m<sup>3</sup>.

N = Renovación de aire en litros/hora, valor entre 1-1,5.

$\Delta_{Temp}$  = Diferencia entre la temperatura máxima exterior y la temperatura interior.

Se debe especificar que el valor de N, referente a la renovación de aire en litro/hora, hace referencia a un valor estándar relacionado con la ventilación de los habitáculos variando entre 1 y 1,5 según el número de puertas, ventanas y la frecuencia en la que estas se abren y/o cierran.

La carga térmica de ventilación viene dada por las siguientes tablas.

<b>Planta baja</b>	V(m <sup>3</sup> )	K (kcal/m <sup>3</sup> °C)	N (l/h)	(Tint-Text)	Qv [W]
Despacho	42,471	0,29	1,1	11,8	159,869338
Pasillo	22,707	0,29	1,5	11,8	116,555031
Habitación 1	28,026	0,29	1,1	11,8	105,495469
Habitación 2	28,026	0,29	1,1	11,8	105,495469
Pasillo escalera 1	51,165	0,29	1,5	11,8	262,629945
Baño 1	13,23	0,29	1,2	11,8	54,327672
Habitación 3	56,862	0,29	1,1	11,8	214,03994
Comedor	139,185	0,29	1,4	11,8	666,807498
Baño 2	10,395	0,29	1,2	11,8	42,686028
Cocina	49,14	0,29	1,2	11,8	201,788496
<b>TOTAL PLANTA BAJA</b>					<b>1929,69489</b>



### Primera planta

	V(m <sup>3</sup> )	K (kcal/m <sup>3</sup> °C)	N (l/h)	(Tint-Text)	Qv [W]
Habitación 4	28,026	0,29	1,1	11,8	105,495469
Habitación 5	28,026	0,29	1,1	11,8	105,495469
Pasillo escalera 2	51,165	0,29	1,5	11,8	262,629945
Baño 3	13,23	0,29	1,2	11,8	54,32767
Habitación 6	56,862	0,29	1,1	11,8	214,03994
<b>TOTAL PRIMERA PLANTA</b>					<b>741,988496</b>

Como se puede comprobar entonces, la carga térmica de ventilación de la vivienda será la suma de cargas térmicas de las dos plantas:

$$\text{Carga total de ventilación} = 1929,69489 + 741,988496 = 2671,683386 \text{ W}$$

#### 2.2.1.3 Carga térmica debida a los materiales de construcción.

A continuación pasaremos a calcular la carga térmica debida a los materiales de construcción. La carga térmica debida a los materiales de construcción nos viene dada por la fórmula:

$$Q_{mc} = A \cdot U_m \cdot \Delta_{Temp}$$

Dónde:

$Q_m$  = Carga térmica debida a los materiales de construcción.

$A$  = Área en m<sup>2</sup>.

$U_m$  = Coeficiente de transmisión en Vatios / Área · °Kelvin.

$\Delta_{Temp}$  = Diferencia entre la temperatura máxima exterior y la temperatura interior.

Se debe especificar que con el objetivo de simplificar los cálculos de las cargas térmicas debidas a los materiales de construcción, se tomarán los valores estándar de  $U_m$ , referente al Coeficiente de transmisión en Vatios / Área · °Kelvin. Como se puede comprobar estos valores hacen referencia a los cerramientos, suelo, techo, etc. como ya se ha comentado, con el fin de simplificar los cálculos de la carga térmica se tomaran únicamente los valores de  $U_m$  para los cerramientos, suelo, techo y ventanas.

Se debe especificar también que ya que la vivienda cuenta con la instalación de tragaluces en ciertos habitáculos, se han tenido esta situación en el cálculo de las cargas térmicas. De tal manera que los tragaluces han sido considerados del mismo material de las ventanas, es decir

que al valor del área de la superficie referida a ventanas se le ha sumado el valor del área de tragaluces, como si se tratara de una ventana más.

A continuación podemos ver las tablas de cálculos realizadas para la carga térmica debida a los materiales de construcción tanto de la época de invierno como la época de verano.

Primero se verán las tablas de la carga térmica debida a los materiales de construcción de la época de verano.

---

**CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO DEBIDAS A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

---

VERANO (FRÍO)				
<b><u>PLANTA BAJA</u></b>				
<b><i>Pasillo</i></b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	43,2	0,44	11,8	224,2944
Suelo	8,41	0,49	11,8	48,62662
Techo	8,41	0,31	11,8	30,76378
Ventanas	0	3,33	11,8	0
			TOTAL	303,6848

<b><i>Despacho</i></b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	43,47	0,44	11,8	225,69624
Suelo	15,73	0,49	11,8	90,95086
Techo	15,73	0,31	11,8	57,54034
Ventanas	4	3,33	11,8	157,176
			TOTAL	531,36344

<b><i>Habitación 1</i></b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	11,8	179,124
Suelo	10,38	0,49	11,8	60,01716
Techo	10,38	0,31	0	0
Ventanas	2	3,33	11,8	78,588
			TOTAL	317,72916

<b>Habitación 2</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	11,8	179,124
Suelo	10,38	0,49	11,8	60,01716
Techo	10,38	0,31	0	0
Ventanas	2	3,33	11,8	78,588
			TOTAL	317,72916

<b>Habitación 3</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	58,6	0,44	11,8	304,2512
Suelo	21,06	0,49	11,8	121,76892
Techo	21,06	0,31	0	0
Ventanas	4	3,33	11,8	157,176
			TOTAL	583,19612

<b>Baño 1</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	22,41	0,44	11,8	116,35272
Suelo	4,9	0,49	11,8	28,3318
Techo	4,9	0,31	0	0
Ventanas	0	3,33	11,8	0
			TOTAL	144,68452

<b>Pasillo escalera 1</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	49	0,44	11,8	254,408
Suelo	18,95	0,49	11,8	109,5689
Techo	18,95	0,31	0	0
Ventanas	0	3,33	11,8	0
			TOTAL	363,9769

<b>Baño 2</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	19	0,44	11,8	98,648
Suelo	3,85	0,49	11,8	22,2607
Techo	3,85	0,31	11,8	14,0833
Ventanas	0	3,33	11,8	0
			TOTAL	134,992

<b>Comedor</b>				
	A (m2)	Um (W/m2·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	102,25	0,44	11,8	530,882
Suelo	51,55	0,49	11,8	298,0621
Techo	51,55	0,31	11,8	188,5699
Ventanas	8	3,33	11,8	314,352
			TOTAL	1331,866

<b>Cocina</b>				
	A (m2)	Um (W/m2·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	59,4	0,44	11,8	308,4048
Suelo	18,2	0,49	11,8	105,2324
Techo	18,2	0,31	11,8	66,5756
Ventanas	3	3,33	11,8	117,882
			TOTAL	598,0948
<b>Total Planta Baja</b>				<b>4627,3169</b>

<b><u>PRIMERA PLANTA</u></b>				
<b>Habitación 4</b>				
	A (m2)	Um (W/m2·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	11,8	179,124
Suelo	10,38	0,49	11,8	60,01716
Techo	10,38	0,31	11,8	37,97004
Ventanas	2	3,33	11,8	78,588
			TOTAL	355,6992

<b>Habitación 5</b>				
	A (m2)	Um (W/m2·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	11,8	179,124
Suelo	10,38	0,49	11,8	60,01716
Techo	10,38	0,31	11,8	37,97004
Ventanas	2	3,33	11,8	78,588
			TOTAL	355,6992

<b>Habitación 6</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	58,6	0,44	11,8	304,2512
Suelo	21,06	0,49	11,8	121,76892
Techo	21,06	0,31	11,8	77,03748
Ventanas	4	3,33	11,8	157,176
			TOTAL	660,2336

<b>Baño 3</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	22,41	0,44	11,8	116,35272
Suelo	4,9	0,49	11,8	28,3318
Techo	4,9	0,31	11,8	17,9242
Ventanas	0	3,33	11,8	0
			TOTAL	162,60872

<b>Pasillo escalera 2</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	49	0,44	11,8	254,408
Suelo	18,95	0,49	11,8	109,5689
Techo	18,95	0,31	11,8	69,3191
Ventanas	0	3,33	11,8	0
			TOTAL	433,296
<b>Total primera planta</b>				<b>1967,53672</b>

Se puede ver que la carga térmica debida a los elementos de construcción en la época de verano es de un total de 6594,85362 W.

Seguidamente se verán las tablas de la carga térmica debida a los materiales de construcción de la época de invierno.

---



---

CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO DEBIDAS A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

---



---

INVIERNO (CALOR)

---

<b>PLANTA BAJA</b>				
<b>Pasillo</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	43,2	0,44	16,2	307,9296
Suelo	8,41	0,49	16,2	66,75858
Techo	8,41	0,31	16,2	42,23502
Ventanas	0	3,33	16,2	0
			TOTAL	416,9232

<b>Despacho</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	43,47	0,44	16,2	309,85416
Suelo	15,73	0,49	16,2	124,86474
Techo	15,73	0,31	16,2	78,99606
Ventanas	4	3,33	16,2	215,784
			TOTAL	729,49896

<b>Habitación 1</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	16,2	245,916
Suelo	10,38	0,49	16,2	82,39644
Techo	10,38	0,31	0	0
Ventanas	2	3,33	16,2	107,892
			TOTAL	436,20444

<b>Habitación 2</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	16,2	245,916
Suelo	10,38	0,49	16,2	82,39644
Techo	10,38	0,31	0	0
Ventanas	2	3,33	16,2	107,892
			TOTAL	436,20444

<b>Habitación 3</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	58,6	0,44	16,2	417,7008
Suelo	21,06	0,49	16,2	167,17428
Techo	21,06	0,31	0	0
Ventanas	4	3,33	16,2	215,784
			TOTAL	800,65908

<b>Baño 1</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	22,41	0,44	16,2	159,73848
Suelo	4,9	0,49	16,2	38,8962
Techo	4,9	0,31	0	0
Ventanas	0	3,33	16,2	0
			TOTAL	198,63468

<b>Pasillo escalera 1</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	49	0,44	16,2	349,272
Suelo	18,95	0,49	16,2	150,4251
Techo	18,95	0,31	0	0
Ventanas	0	3,33	16,2	0
			TOTAL	499,6971

<b>Baño 2</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	19	0,44	16,2	135,432
Suelo	3,85	0,49	16,2	30,5613
Techo	3,85	0,31	16,2	19,3347
Ventanas	0	3,33	16,2	0
			TOTAL	185,328

<b>Comedor</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	102,25	0,44	16,2	728,838
Suelo	51,55	0,49	16,2	409,2039
Techo	51,55	0,31	16,2	258,8841
Ventanas	8	3,33	16,2	431,568
			TOTAL	1828,494

<b>Cocina</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	59,4	0,44	16,2	423,4032
Suelo	18,2	0,49	16,2	144,4716
Techo	18,2	0,31	16,2	91,4004
Ventanas	3	3,33	16,2	161,838
			TOTAL	821,1132
<b>Total Planta Baja</b>				<b>6352,7571</b>

<b>PRIMERA PLANTA</b>				
<b>Habitación 4</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	16,2	245,916
Suelo	10,38	0,49	16,2	82,39644
Techo	10,38	0,31	16,2	52,12836
Ventanas	2	3,33	16,2	107,892
			TOTAL	488,3328

<b>Habitación 5</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	16,2	245,916
Suelo	10,38	0,49	16,2	82,39644
Techo	10,38	0,31	16,2	52,12836
Ventanas	2	3,33	16,2	107,892
			TOTAL	488,3328

<b>Habitación 6</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	58,6	0,44	16,2	417,7008
Suelo	21,06	0,49	16,2	167,17428
Techo	21,06	0,31	16,2	105,76332
Ventanas	4	3,33	16,2	215,784
			TOTAL	906,4224



**PRIMERA PLANTA**

**Habitación 4**

	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	16,2	245,916
Suelo	10,38	0,49	16,2	82,39644
Techo	10,38	0,31	16,2	52,12836
Ventanas	2	3,33	16,2	107,892

TOTAL 488,3328

**Habitación 5**

	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	34,5	0,44	16,2	245,916
Suelo	10,38	0,49	16,2	82,39644
Techo	10,38	0,31	16,2	52,12836
Ventanas	2	3,33	16,2	107,892

TOTAL 488,3328

**Habitación 6**

	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	58,6	0,44	16,2	417,7008
Suelo	21,06	0,49	16,2	167,17428
Techo	21,06	0,31	16,2	105,76332
Ventanas	4	3,33	16,2	215,784

TOTAL 906,4224

**Baño 3**

	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	22,41	0,44	16,2	159,73848
Suelo	4,9	0,49	16,2	38,8962
Techo	4,9	0,31	16,2	24,6078
Ventanas	0	3,33	16,2	0

TOTAL 223,24248

<b>Pasillo escalera 2</b>				
	A (m <sup>2</sup> )	Um (W/m <sup>2</sup> ·K)	Tex-Tint	Q(W)
Cerramientos	49	0,44	16,2	349,272
Suelo	18,95	0,49	16,2	150,4251
Techo	18,95	0,31	16,2	95,1669
Ventanas	0	3,33	16,2	0
			TOTAL	594,864
<b>Total primera planta</b>				<b>2701,19448</b>

Se puede ver que la carga térmica debida a los elementos de construcción en la época de invierno es de un total de 9053,95158 W.

#### 2.2.1.4 Carga térmica total.

A continuación se muestran las pérdidas de carga totales.

PERDIDAS DE CARGA TOTALES Q(W)					
Planta baja	Qm (Vera.)	Qm (Inv.)	Qv	Qt (Vera.)	Qt (Inv.)
Despacho	531,36344	729,49896	159,8693382	691,232778	889,368298
Pasillo	303,6848	416,9232	116,555031	420,239831	533,478231
Habitación 1	317,72916	436,20444	105,4954692	423,224629	541,699909
Habitación 2	317,72916	436,20444	105,4954692	423,224629	541,699909
Pasillo escalera 1	363,9769	499,6971	262,629945	626,606845	762,327045
Baño 1	144,68452	198,63468	54,327672	199,012192	252,962352
Habitación 3	583,19612	800,65908	214,0399404	797,23606	1014,69902
Comedor	1331,866	1828,494	666,807498	1998,6735	2495,3015
Baño 2	134,992	185,328	42,686028	177,678028	228,014028
Cocina	598,0948	821,1132	201,788496	799,883296	1022,9017
<b>TOTAL PLANTA BAJA</b>				<b>6557,01179</b>	<b>8282,45199</b>

Primera planta	Qm (Vera.)	Qm (Inv.)	Qv	Qt (Vera.)	Qt (Inv.)
Habitación 4	355,6992	488,3328	105,4954692	461,194669	593,828269
habitación 5	355,6992	488,3328	105,4954692	461,194669	593,828269
Pasillo escalera 2	433,296	594,864	262,629945	695,925945	857,493945
Baño 3	162,60872	223,24248	54,327672	216,936392	277,570152
Habitación 6	660,2336	906,4224	214,0399404	874,27354	1120,46234
TOTAL PLANTA BAJA				2709,52522	3443,18298
TOTAL CARGAR TERMICAS DE CLIMATIZACION EN LA VIVIENDA				9266,54	11725,63

Como se puede ver el total de cargas térmicas de climatización en la vivienda, en el caso más desfavorable (invierno), es de 11725,63 W.

#### 2.2.1.5 Determinación de los sondeos geotérmicos.

Una vez conocida la carga térmica total de climatización de la vivienda se procede con la determinación del número y la profundidad de sondeos que serán necesarios para cubrir la carga térmica calculada.

Para el cálculo y dimensionamiento de los sondeos será necesario previamente realizar un estudio del terreno en el cual se instalara dicho sistema. Es decir, previamente necesitamos saber en qué tipo de terreno se realizará la instalación ya que dependiendo de este, variaran algunos datos a tener en cuenta para el dimensionamiento del sistema.

Por tanto primero se observara en la siguiente imagen extraída del instituto cartográfico de Valencia (Terr@sit) sobre qué tipo de terreno se instalará el sistema de geotermia.

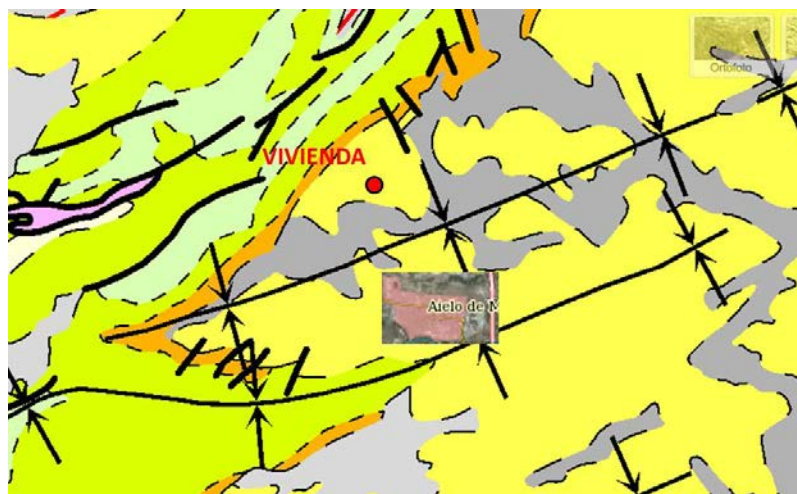


Fig. 50 Mapa geológico de la zona.

La situación de nuestra instalación se encuentra sobre el tipo de terreno que a continuación se ve representado en la leyenda descargada del mismo Instituto cartográfico de Valencia. Nos encontramos en una zona de tipo de terreno entre otros de arcillas, calizas y areniscas.

- Limos arcillosos, conglomerados, areniscas, calizas y margas lacustres
- Margocalizas y arcillas yesíferas con lignitos, margas azules y areniscas

Seguidamente se debe relacionar el tipo de terreno donde se instalará el sistema, con la Capacidad Térmica específica en Vatios/metro de sonda, que también vendrá referida a la cantidad de horas de funcionamiento que tendrá nuestra instalación.

Es decir que evidentemente para el dimensionamiento de las sondas geotérmicas será necesario conocer la Capacidad Térmica específica del terreno.

Se debe especificar también que dicho valor dependerá a su vez de las horas de funcionamiento de la instalación, ya que dependiendo de este dato, estaríamos extrayendo más o menos calor del subsuelo. Como se podrá ver la fórmula que se utiliza para el cálculo de los sondeos es la siguiente:

$$\text{Longitud sonda} = P / C. \text{ Térmica esp.}$$

Dónde:

Longitud sonda = Longitud de las sondas en metros.

P = Potencia térmica a cubrir en Vatios.

C. Térmica esp. = Capacidad térmica específica en Vatios/metro de sonda.

A continuación se determinará la Capacidad Térmica específica del terreno con la siguiente imagen:

Horas de funcionamiento	1800 h	2400 h
Subsuelo	Capacidad térmica específica en W/m de sonda	
<b>Valores orientativos generales:</b>		
Subsuelo inapropiado (sedimento seco) ( $\lambda < 1,5 \text{ W/mK}$ )	25	20
Subsuelo normal de roca consolidada y sedimento saturado con agua ( $\lambda < 3,0 \text{ W/mK}$ )	60	50
Roca consolidada con elevada conductividad térmica ( $\lambda < 3,0 \text{ W/mK}$ )	84	70
<b>Rocas aisladas:</b>		
Gravilla, arena, secas	< 25	< 20
Gravilla, arena, con contenido en agua	65 - 80	55 - 85
Corriente freática fuerte a través de gravilla y arena, para instalaciones individuales	80 - 100	80 - 100
Arcilla, limo, húmedos	35 - 50	30 - 40
Piedra caliza (maciza)	55 - 70	45 - 60
Piedra arenisca	65 - 80	55 - 65
Magmatitas ácidas (p.ej. granito)	65 - 85	55 - 70
Magmatitas básicas (p.ej. basalto)	40 - 65	35 - 55
Gneis	70 - 85	60 - 70

Como se puede ver para arcilla, arenisca y caliza varía un poco de unas a otras la capacidad Térmica del terreno, por lo tanto aremos una aproximación y entonces elegiremos que para 1800 horas de funcionamiento el valor de capacidad térmica específica del terreno sea 65 W/m. Por lo que mediante la fórmula anterior podemos calcular los metros de sonda necesarios como se puede ver seguidamente.

$$\text{Long. Sonda} = 11725,635 / 65 = 180,39 \text{ metros de sonda}$$

Ya que no se fabrican instalaciones a medida de este tipo, la instalación que más se adapta a nuestras necesidades es un kit de captación térmica vertical (perforación) de 2 sondas de 95 m. Como se puede observar el kit seleccionada se adapta casi a la perfección a la demanda de la instalación.

El kit geotérmico está compuesto por tubos sondas PE-100 doble U de 32x2.9 mm. En la figura 28 del apartado 1.3.3.2.2 se puede observar el tipo de tubos utilizados en la instalación geotérmica de la vivienda.

En la siguiente imagen podemos ver los diferentes tipos de kits de los que dispone nuestro suministrador.

Propiedades	Norma	PE-100 RC	PE-100 RT
Densidad	ISO 1183	0,96 g/cm <sup>3</sup>	0,94 g/cm <sup>3</sup>
Presión de trabajo	-	PN16 (16bar)	
Diámetros disponibles		32 x 2,9 y 40 x 3,7mm	
Longitudes disponibles		De 80 a 165m	
Relación de diámetros	-	SDR11	
Radio mínimo de curvatura del tubo a 20°C	-	20*dn	
Módulo de elasticidad	ISO 527 1/2	900 MPa	850MPa
Resistencia a la tracción	ISO 527 1/2	23 MPa	22 MPa
Alargamiento en la fluencia (23°C; v=50mm/min)	ISO 527 1/2	9%	8%
Alargamiento a la rotura	EN 638	≥ 350%	≥ 760%
Resistencia al impacto	ISO 179	Sin rotura	
Temperatura máxima	-	+ 40 °C	+ 70°C
Temperatura mínima	-	-20°C	
Conductividad térmica	DIN 52612	0,42 W/m·K	0,41 W/m·K
Rugosidad	Prandtl-Colebrook	0,01mm	

### 2.2.1.6 Determinación de la bomba geotérmica.

Una vez conocida la carga térmica total de climatización de la vivienda y los sondeos necesarios para dicha carga se procede a determinar bomba de calor geotérmica que se necesitará para cubrir la carga geotérmica calculada.

Para determinar la bomba de calor que se instalara únicamente se debe seleccionar una bomba que cumpla con la carga térmica calculada.

Se ha optado por seleccionar concretamente la bomba de calor TERRA 12 S/W, que dispone de una potencia de una potencia de 11,93 Kw. con intercambiador frío/calor incluido.

Datos técnicos: TERRA S/W (-HGL/ BA) circuito cerrado y agua freática con refrigerante R407C											
Tipo	Potencia nominal <sup>1</sup>	Consumo eléctrico <sup>1</sup>	COP <sup>2</sup>	Potencia nominal <sup>1</sup>	Consumo eléctrico <sup>1</sup>	COP <sup>2</sup>	Caudales mínimos				Conexiones Sole/ calefacción e Hidráulicas
							FREÁTICA Con S10°C/W35°C de acuerdo a norma EN14511			CIRCUITO CERRADO Con S0°C/W35°C de acuerdo a norma EN14511	
7 S/W	8.50 kW	1.62 kW	5.25	6.76 kW	1.63 kW	4.15	1500 l/h	1350 l/h	1300 kg/h	1100 l/h	RM 1"
8 S/W	10.4 kW	1.90 kW	5.47	8.25 kW	1.89 kW	4.37	1800 l/h	1650 l/h	1600 kg/h	1400 l/h	RM 1"
10 S/W	12.4 kW	2.30 kW	5.39	9.64 kW	2.20 kW	4.38	2150 l/h	1950 l/h	1900 kg/h	1600 l/h	RM 1"
<b>12 S/W</b>	<b>15.5 kW</b>	<b>2.89 kW</b>	<b>5.36</b>	<b>11.93 kW</b>	<b>2.72 kW</b>	<b>4.38</b>	<b>2700 l/h</b>	<b>2450 l/h</b>	<b>2350 kg/h</b>	<b>2000 l/h</b>	<b>RM 1"</b>
15 S/W	19.1 kW	3.58 kW	5.34	14.81 kW	3.34 kW	4.43	3350 l/h	3000 l/h	2900 kg/h	2400 l/h	RM 1"
22 S/W	27.6 kW	5.45 kW	5.30	22.00 kW	5.02 kW	4.40	4800 l/h	4400 l/h	4300 kg/h	3600 l/h	RM 1 1/4"
26 S/W	32.2 kW	6.25 kW	5.15	24.15 kW	5.51 kW	4.38	5800 l/h	5300 l/h	5150 kg/h	4300 l/h	RM 1 1/2"
30 S/W	37.0 kW	7.09 kW	5.21	27.84 kW	6.49 kW	4.29	6750 l/h	6100 l/h	5900 kg/h	5000 l/h	RM 1 1/2"
37 S/W	45.9 kW	8.93 kW	5.14	34.73 kW	8.66 kW	4.01	7800 l/h	7100 l/h	7200 kg/h	6000 l/h	RM 2"
45 S/W	55.7 kW	10.71 kW	5.20	41.72 kW	10.38 kW	4.02	10,050 l/h	9100 l/h	8800 kg/h	7400 l/h	RM 2"

<sup>1</sup> De acuerdo a norma EN 14511 con salto térmico de 5°C entre ida y retorno  
<sup>2</sup> COP = coeficiente de rendimiento de acuerdo a norma EN 14511

En la siguiente figura 30 del apartado 1.3.3.2.3 se puede observar el diseño de la bomba de calor.

## 2.2.2 Diseño de los elementos del suelo radiante.

La segunda parte del diseño de los elementos del sistema de climatización es la que hace referencia a los cálculos y dimensionamiento de las instalaciones del sistema de geotermia.

### 2.2.2.1 Determinación del elemento radiante.

El elemento radiante como ya se ha especificado consta de los siguientes componentes:

- Placa aislante
- Banda perimetral
- Tubería
- Placa de mortero

El principal elemento a tener en cuenta para la instalación será la tubería, de la cual se habrá de especificar el tipo y los metros de tubería necesarios.



Para calcular los metros de tubería necesarios para la instalación se utilizará la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A}{e} + 2 \times l$$

Dónde:

L = Metros de tubería

e = Distancia entre tubos

l = distancia desde el circuito al colector

Según esta fórmula se ha creado la siguiente tabla donde se pueden ver los metros de tubería necesarios para cada habitáculo y su total.

### Tuberías de suelo radiante

#### 1. PLANTA BAJA

DESCRIPCION	REF. TUBERIA	A (m <sup>2</sup> )	e (m)	l (m)	L (m)
Despacho	SR -1.1	15,73	0,2	5,5	89,65
Pasillo 1	SR -1.2	8,41	0,2	0,6	43,25
Habitación 1	SR -1.3	10,38	0,2	2	55,9
Habitación 2	SR -1.4	10,38	0,2	5	61,9
Pasillo escalera 1	SR -1.5	18,95	0,2	2,5	99,75
Baño 1	SR -1.6	4,9	0,2	5,6	35,7
Habitación 3	SR -1.7	21,06	0,2	8,5	122,3
Comedor	SR -1.8	51,55	0,2	5	267,75
Baño 2	SR -1.9	3,85	0,2	8	35,25
cocina	SR -1.10	18,2	0,2	12	115
<b>TOTAL</b>					<b>926,45</b>

#### 2. PRIMERA PLANTA

DESCRIPCION	REF. TUBERIA	A (m <sup>2</sup> )	e (m)	l(m)	L(m)
Habitación 4	SR -2.1	10,38	0,2	2	55,9
Habitación 5	SR -2.2	10,38	0,2	5	61,9
Pasillo escalera 2	SR -2.3	18,95	0,2	2,5	99,75
Baño 3	SR -2.4	4,9	0,2	5,6	35,7
Habitación 6	SR -2.5	21,06	0,2	8,5	122,3
<b>TOTAL</b>					<b>375,55</b>

**SUMA TOTAL**

**1302**

Con estas tablas se puede comprobar que los metros totales de tubería que se necesitarán para la vivienda serán de 1302 metros.

El tipo de tubería que se utilizará será el típico para este tipo de instalaciones. Concretamente se ha seleccionado la tubería multicapa PERT-AL-PERT, de la marca ENERTRES. Diámetro 18mm x 2mm de espesor, descrito en el apartado 1.3.3.2.7.

El siguiente elemento importante a tener en cuenta será la placa aislante. La placa aislante es la que nos va reducir las pérdidas de calor por dispersión. Para esta instalación se ha seleccionado el panel aislante ENERPLUS de 30 cm de espesor, ya que es el que tiene la resistencia térmica mayor de la gama ( $1,5 \text{ }^\circ\text{Kelvin/W}$ ) y cumple con los valores de resistencia térmica mínima en función de las condiciones térmicas bajo la estructura del suelo calefactor, presentes en la Norma UNE-EN 1264-3. Este elemento se ha descrito en el apartado 1.3.3.2.5.

A continuación el elemento a tener en cuenta será la placa de mortero. Se utiliza el mortero estándar para este tipo de instalaciones. Una vez colocados los circuitos se vierte el mortero de cemento sobre toda la superficie calefactable. El espesor recomendable es de 5 cm medidos a partir de la generatriz superior de la tubería. Espesores mayores aumentan la inercia térmica del sistema mientras que espesores menores reducen la capacidad de la loseta de mortero de cemento de resistencia ante esfuerzos cortantes.

Finalmente el último a elemento que se tendrá en cuenta será la banda perimetral. Su objetivo fundamental es el de absorber las posibles dilataciones del suelo evitando puentes térmicos y acústicos.

Se ha seleccionado la banda perimetral con faldón autoadhesivo de la marca ENETRES. Con una altura de 150mm, un espesor de 6 mm y 270 mm de altura del faldón. Sus características se han descrito en el apartado 1.3.3.2.6.

### 2.2.2.2 Dimensionado del grupo colector de regulación a temperatura variable para suelo radiante.

El grupo colector de regulación será el encargado de dividir el circuito o los circuitos principales de tuberías salidos directamente de la bomba de calor, en los distintos circuitos individuales que serán los encargados de climatizar los habitáculos deseados.

Como se puede comprobar, la instalación del suelo radiante está dividida en las dos plantas de la vivienda por lo que será necesaria la instalación de 2 grupos de regulación, un grupo por cada planta, cuyos componentes serán descritos a continuación.



En la siguiente imagen se pueden ver la totalidad de elementos que componen el grupo de regulación.

**Incluye:**

Centralita de regulación climática.  
Sonda de temperatura exterior.  
Panel de control / sonda temperatura ambiente.  
Sonda de temperatura de impulsión.  
Válvula termostática de tres vías.  
Colector de impulsión 1" con reguladores de caudal entre 0 y 2,5 l/min.  
Colector de retorno 1" con accionamientos manuales/termostatizables.  
Bomba Grundfos UPS 25/40 (opcionalmente se podrá suministrar con bomba de caudal variable).  
Válvula de reglaje By-Pass.  
Termostato de seguridad tarado a 50°C.  
2 llaves de corte en escuadra.  
2 conjuntos de fijación antivibratoria.  
2 racores intermedios.  
1 purgador automático.  
1 llave de llenado/vaciado de 1/2".  
2 tapones 1" con junta tórica.  
2 termómetros (0-60)°C.  
Armario para colector regulable en profundidad (de 110 a 150 mm) y altura (de 630 a 930 mm).

### 2.2.2.3 Bomba de distribución.

Uno de los componentes más importantes de la instalación es la bomba de impulsión. Como se puede ver la bomba fijada por el grupo de regulación es la bomba de distribución Grundfos UPS 25/40, la cual se adapta perfectamente a las necesidades de impulsión de la vivienda. Esta bomba ya se ha descrito en el apartado 1.3.3.2.10. Solo recordar que la potencia de consumo de dicha bomba es de 65 W.

### 2.2.2.4 Colector de distribución.

El colector de distribución incluido en el kit consta de un armario para colector regulable en profundidad (de 110 a 150 mm) y altura (de 630 a 930 mm).

Estos armarios como se puede comprobar constan de varios tipos según la cantidad de vías de salidas, es decir según la cantidad de habitaciones o circuitos a distribuir.

Por este motivo se ha seleccionado para la planta baja de la vivienda un kit con un armario de colectores de 10 a 12 vías de salida. Mientras que para la primera planta de la vivienda se ha seleccionado un kit con armario colector de 4 a 6 vías de salida.

A continuación podemos ver las imágenes que reflejan las características técnicas, que corresponden al armario de colectores y al colector en sí mismo, respectivamente.

### Armario para colector universal

Armario metálico para colector universal de suelo radiante.  
Color blanco RAL 9010, con cerradura.

Posibilidad de regular la altura (de 630 a 930 mm) y la profundidad (de 90 a 110 mm), así como la posición interna del colector tanto vertical como horizontalmente.

DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO	VÍAS	MEDIDAS	PRECIO/ud
Armario de ancho 500	10 06 01 00	2 a 4	500x630x110	82,68 €
Armario de ancho 700	10 06 01 01	5 a 8	700x630x110	100,91 €
Armario de ancho 1000	10 06 01 02	9 a 12	1000x630x110	144,25 €
Armario de ancho 1200	10 06 01 03	10 a 15	1200x630x110	152,90 €



### Colector universal de 1"

Kit de colectores con regulación manual/termostatizable con regulador de caudal.

**Incluye:**

- 2 válvulas de esfera rectas o de escuadra con conexión giratoria porta termómetro.
- Conexión a la válvula de esfera con junta estanca plana.
- 2 conjuntos de fijación antivibratoria.
- 2 purgadores automáticos con junta Tórica.
- 2 llaves de vaciado de 1/2".
- 2 tapones 1" con junta Tórica.
- 2 termómetros (0-60)°C.

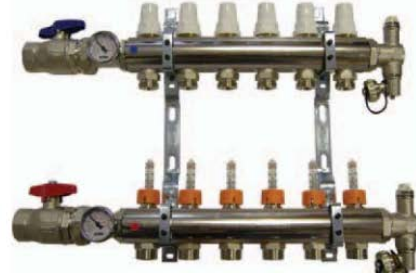


Fig. 51 Características técnicas del distribuido y armario.

## 2.2.2.5 Bomba de impulsión

Grupo de impulsión seleccionado es el grupo de impulsión modular GM25F, que contiene una bomba de impulsión Wilo RS 25/6-3.

Con el grupo de impulsión nos aseguraremos que llegue la suficiente presión al segundo piso. Por lo que se debe asegurar la presión suficiente para la primera planta de la vivienda con dicho grupo de impulsión. La potencia de consumo de dicha bomba es de 43 W.

En la siguiente imagen podemos ver el modelo de grupo impulsor seleccionado.

### Grupo modular de impulsión GM25F. Punto fijo

**Características:**

- Conexiones superiores con rosca hembra 1".
- Llaves de esfera con termómetro incorporado.
- Carcasa de diseño, con funcionalidad optimizada de EPP dilatada y grifería aislada 100%.
- Fácil acceso al cabezal de la bomba.
- Incluye válvula antirretorno.
- Bloqueo de reflujo incorporado en el mezclador.
- Tuberías de agua fabricadas en latón.
- Control termostático ajustable entre 20°C -60°C.
- Termómetro de metal extraíble, con inmersor incorporado en la llave de esfera.
- Mezclador de 3 vías con by-pass 0-50% y control termostático.
- Conexiones inferiores con rosca macho G 1 1/2" de junta plana.
- Bomba Wilo-RS 25/6-3, 3 velocidades totalmente premontada.
- Termostato de contacto de seguridad ajustable entre 20°C y 60°C.

DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO	PRECIO
Grupo de impulsión modular GM25F	17 10 03 00	568 €



Fig. 52 Características técnicas de la bomba de impulsión.

## 2.3. Diseño de los elementos sistema eléctrico fotovoltaicos.

### 2.3.1. Diseño de los elementos del sistema fotovoltaico.

En este apartado del proyecto se diseñan los distintos elementos del sistema de solar fotovoltaico para cubrir la demanda energética de la vivienda.

### 2.3.2. Estimación de la demanda energética.

Para poder diseñar el sistema solar fotovoltaico, se necesitará previamente estudiar la demanda energética de la vivienda.

La demanda energética de la vivienda, se calculará a partir de la potencia instalada en la vivienda.

La potencia de la instalación se dividirá en el alumbrado y la resta de aparatos eléctricos o electrodomésticos. Al tratarse de una vivienda aislada de la red, se procura que la eficiencia de los electrodomésticos sea lo más elevada posible mientras que el consumo sea el menor posible.

Primero se analizará la demanda energética debida al consumo de las luminarias de la instalación de la vivienda.

PLANTA BAJA					
	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)	Horas de funcionamiento diario	Energía (Wh)
Garaje	20	4	80	0,15	12
Sala de instrumentacion	20	2	40	0,1	4
Despacho	25	2	50	2	100
Pasillo	25	3	75	0,15	11,25
Habitacion 1	25	1	25	1	25
Habitacion 2	25	1	25	1	25
Pasillo escalera 1	25	5	125	0,15	18,75
Baño 1	9	2	18	0,5	9
Habitacion 3	25	2	50	1	50
Comedor	25	5	125	4	500
Baño 2	9	1	9	0,5	4,5
Cocina	25	5	125	3	375
TOTAL			747		1134,5

PRIMERA PLANTA					
	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)	Horas de funcionamiento diario	Energia (Wh)
Habitacion 4	25	1	25	2	50
Habitacion 5	25	1	25	2	50
Pasillo escalera 2	25	4	100	0,15	15
Escalera	25	3	75	1	75
Baño 3	9	2	18	0,5	9
Habitacion 6	25	2	50	2	100
Total			293		299

EXTERIOR					
	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)	Horas de funcionamiento diario	Energia (Wh)
Terraza	30	2	60	0,5	30
Casa	30	7	210	0,5	105
Entrada	50	3	150	0,5	75
TOTAL			420		210

<b>CONSUMO DE LA ILUMINACION</b>	<b>1643,5 Wh</b>
----------------------------------	------------------

Como se puede ver el total de demanda energética diaria debida al consumo de las luminarias de la vivienda es de 1643,5 W·h.

A continuación se analizará la demanda energética debida al consumo de los aparatos eléctricos o electrodomésticos de la instalación de la vivienda.

TABLA DE CONSUMOS						
Nº	Descripcion	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)	Horas de funcionamiento diario	E (Wh)
1	Lavadora	750	1	750	0,2	150
2	Horno	2500	1	2500	0,1	250
3	Nevera	500	1	500	12	6000
4	Plancha	1200	1	1200	0,2	240
5	Microondas	1200	1	800	0,15	120
6	Televisor	150	4	200	5	1000
7	Ordenador	100	4	100	4	400
8	Lavavajillas	1400	1	1400	0,3	420
9	Equipo de musica	250	1	100	0,15	15
10	Tostadora	1000	1	800	0,1	80
11	Videoconsola	200	2	150	0,75	112,5
12	Aspiradora	1500	1	900	0,15	135
13	Cafetera	750	1	750	0,1	75
14	Secador de pelo	750	1	750	0,1	75
15	Bomba geotermia	2720	1	2720	5	13600
16	bombas de distribucion	35	2	70	1,5	105
17	bombas de impulsion	43	2	86	1,5	129
18	TOTAL			13776		22906,5

Como se puede ver el total de demanda energética diaria debida al consumo de los aparatos eléctricos o electrodomésticos de la vivienda es de 22906,5 W·h.

Por tanto sumando los totales de los consumos energéticos de las luminarias y de los aparatos eléctricos o electrodomésticos, se obtiene el total del consumo eléctrico de la vivienda que será

$$1643,5 + 22906,5 = \mathbf{24550 \text{ W}\cdot\text{h}}$$

### 2.3.3 Datos sobre la radiación solar.

En este apartado se estudiará la radiación solar del emplazamiento de la instalación. Se debe tener en cuenta este aspecto a la hora de realizar el dimensionado del campo fotovoltaico.

#### 2.3.3.1- Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación y sobras.

El objeto de este apartado es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles. Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación,  $\beta$  definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de acimut,  $\alpha$  definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.

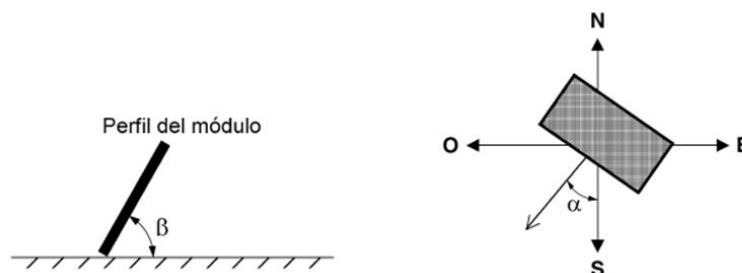


Fig. 52 Definición gráfica de los ángulos  $\beta$  y  $\alpha$ .

Para la instalación de la vivienda se dispondrá de los siguientes ángulos, ya que son los que mejores resultados nos permiten obtener posteriormente:

- a) Ángulo de inclinación,  $\beta = 30^\circ$ . Usaremos dicho ángulo sabiendo que el ángulo óptimo es de  $35^\circ$  pero por la comodidad de utilizar un diseño de instalación solar para parking (HMA-08) ya definido el cual tiene un ángulo de inclinación de  $30^\circ$ .

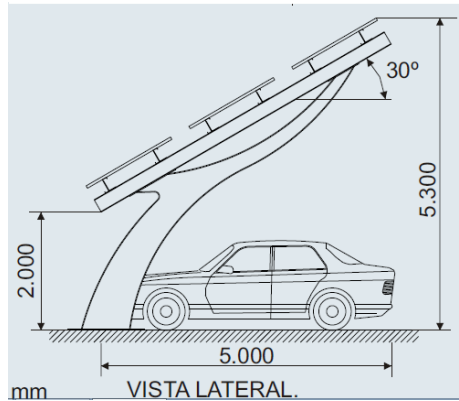
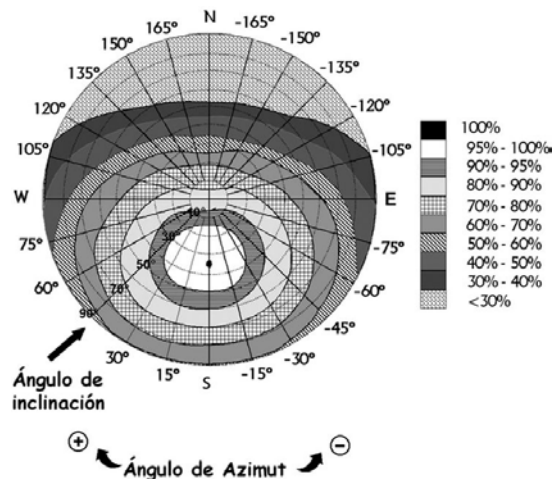


Fig. 53 Diseño de estructura metálica para parking a utilizar.

- b) Ángulo de acimut,  $\alpha = 0^\circ$  Sur. Determinado el ángulo de acimut del panel, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas con la figura siguiente, válida para una la latitud ( $\phi$ ) de  $38^\circ$ , de la siguiente forma:

- 1 Conocido el acimut, determinamos en la siguiente figura los límites para la inclinación en el caso ( $\phi$ ) =  $38^\circ$ . Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10%, para superposición del 20% y para integración arquitectónica del 40%. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de acimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- 2 Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud ( $\phi$ ) =  $38^\circ$  y se corrigen de acuerdo a lo indicado a continuación.



Como se puede ver para los ángulos de inclinación y de azimut anteriormente designados se obtiene un porcentaje de pérdidas por inclinación y orientación de un máximo de 5%.

Las pérdidas por sombras se considerarán del 0% ya que al disponer de una gran superficie para la instalación del campo solar, dicha instalación se ubicará y diseñará de manera que no se produzcan ningún tipo de sombras dentro de la extensión del campo fotovoltaico.

Como se puede comprobar tenemos un 5% de pérdidas por radiación y un 0% de pérdidas por sombras, con lo que se cumplen los requisitos especificados del CTE DB-HE que se pueden ver a continuación.

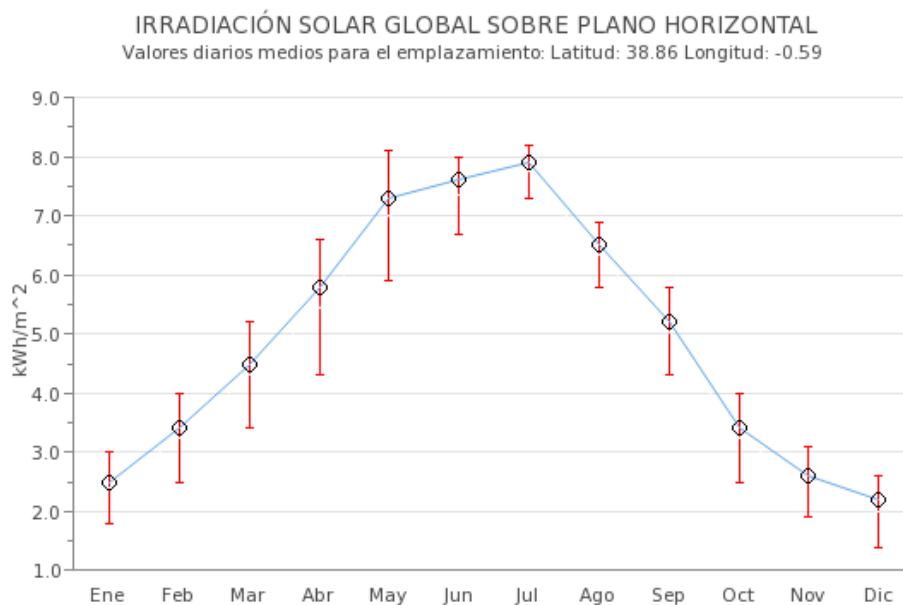
Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en la tabla siguiente.

Tabla I

<i>Pérdidas de radiación del generador</i>	<i>Valor máximo permitido (%)</i>
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

### 2.3.3.2- Valores medios de irradiación solar.

En este apartado se determinarán los valores de irradiación solar global u horizontal diaria obtenidos del servicio ADRASE que permite ver datos solares en cualquier punto de España.



(kWh/m <sup>2</sup> )	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Percentil 75</b>	3.0	4.0	5.2	6.6	8.1	8.0	8.2	6.9	5.8	4.0	3.1	2.6
<b>Valor medio</b>	2.5	3.4	4.5	5.8	7.3	7.6	7.9	6.5	5.2	3.4	2.6	2.2
<b>Percentil 25</b>	1.8	2.5	3.4	4.3	5.9	6.7	7.3	5.8	4.3	2.5	1.9	1.4

Es decir que para ángulo de inclinación,  $\beta = 0^\circ$  se establece una media de irradiación solar global diaria de 4,9 KW/m<sup>2</sup>·día.

A continuación se deben adaptar estos valores a nuestro ángulo de inclinación y de azimut, para obtener la radiación solar diaria sobre superficies inclinadas que es la radiación que realmente nos interesa para la instalación del campo fotovoltaico de la vivienda.

Estos datos se han obtenido de otra fuente, ya que la el servicio ADRASE únicamente nos muestra la irradiación solar horizontal, mientras que en Atlas de Radiación Solar de la Comunidad Valenciana si se nos muestra con detalle cómo se puede ver los datos de radiación solar diaria sobre superficies inclinadas. Concretamente utilizaremos los datos de la estación de control de Valencia ya que es la estación de control más cercana a la ubicación de la instalación.

#### Valencia

Ang	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Ob.	No.	Di.	R. Anual	Inviern
20	12.9	14.7	18.9	21.2	22.1	23.2	24.0	22.3	20.3	16.4	13.2	11.0	6602	2624
25	13.7	15.3	19.3	21.2	21.8	22.6	23.5	22.2	20.5	17.0	14.0	11.8	6694	2750
30	14.5	15.9	19.7	21.1	21.3	22.0	22.9	21.9	20.7	17.5	14.7	12.5	6748	2858
35	15.2	16.4	19.9	20.9	20.7	21.3	22.2	21.5	20.8	18.0	15.4	13.2	6763	2948
40	15.8	16.7	20.0	20.6	20.1	20.5	21.4	21.0	20.7	18.3	15.9	13.7	6740	3020
45	16.3	17.0	19.9	20.1	19.3	19.5	20.5	20.4	20.5	18.5	16.3	14.2	6679	3072
50	16.7	17.2	19.8	19.5	18.5	18.5	19.5	19.7	20.2	18.6	16.6	14.6	6580	3105
55	16.9	17.2	19.5	18.8	17.6	17.5	18.5	18.9	19.7	18.5	16.9	14.8	6444	3119
60	17.1	17.2	19.1	18.1	16.5	16.3	17.3	18.0	19.2	18.4	17.0	15.0	6272	3112
65	17.1	17.0	18.6	17.2	15.5	15.1	16.1	16.9	18.5	18.1	17.0	15.1	6065	3086
70	17.1	16.7	18.0	16.2	14.3	13.9	14.8	15.9	17.7	17.8	16.8	15.0	5827	3040

A continuación se muestra una tabla concreta de los valores de radiación solar diaria sobre superficies inclinadas que se utilizarán.

Radiación solar global diaria sobre superficies inclinadas. Para Azimut=0° Sur, Inclinación 30°													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
MJ/m <sup>2</sup> día	14,5	15,9	19,7	21,1	21,3	22	22,9	21,9	20,7	17,5	14,7	12,5	18,7
Kw/m <sup>2</sup> día	4,0	4,4	5,5	5,9	5,9	6,1	6,4	6,1	5,8	4,9	4,1	3,5	5,2





Con estos datos ya se puede proceder al dimensionado del campo fotovoltaico.

#### 2.3.4 Dimensionado del campo fotovoltaico.

Finalmente se puede comenzar el dimensionado de la instalación fotovoltaica. Primero se realizaran los cálculos para el dimensionamiento del campo solar fotovoltaico.

Para saber el número de paneles fotovoltaicos que se deben instalar se utiliza la siguiente formula.

$$N_{paneles} = \frac{E}{F_{cs} \cdot W_p \cdot HPS}$$

Dónde:

E = Potencia instalada que se desea cubrir.

F<sub>cs</sub> = Factor de eficiencia.

W<sub>p</sub> = Potencia de pico que extrae el captador solar.

HPS = Horas pico solar.

Se debe especificar que la potencia instala que se desea cubrir (E), no es la potencia instalada de la vivienda directamente sino que a ésta previamente se le debe sumar un tanto por ciento de pérdida que se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$E = \frac{E_0}{R}$$

Dónde:

E = Potencia instalada que se desea cubrir.

E<sub>0</sub> = Potencia de consumo de la vivienda en Vatios/hora al día.

R = Factor de corrección por pérdidas.

Una vez sabidos estos datos se ha creado la siguiente tabla donde podemos ver reflejados los cálculos.

Calculos a partir del consumo mensual		
W·h/día	24550	
R	0,782857143	
E	31359,49	

NUMERO DE PANELES		
E	31359,49	
Fcs	0,9	
Wp	250	
HPS	5,2	
Nº	26,80298209	
Numero final	28	

Como se puede ver los resultados obtenidos son de 26,80 paneles solares fotovoltaicos, pero en nuestro caso cogemos 28 paneles ya que nuestra estructura diseñada para un campo fotovoltaico encima de un parking viene en series de 15. Por lo tanto tendremos cuatro series de 7 paneles a conectar dos en cada regulador de campo solar. Así pues nos sobrará un hueco de panel de cada uno de los dos sectores de la estructura del parking. En éstos se colocarán sendos paneles para mantenimiento.

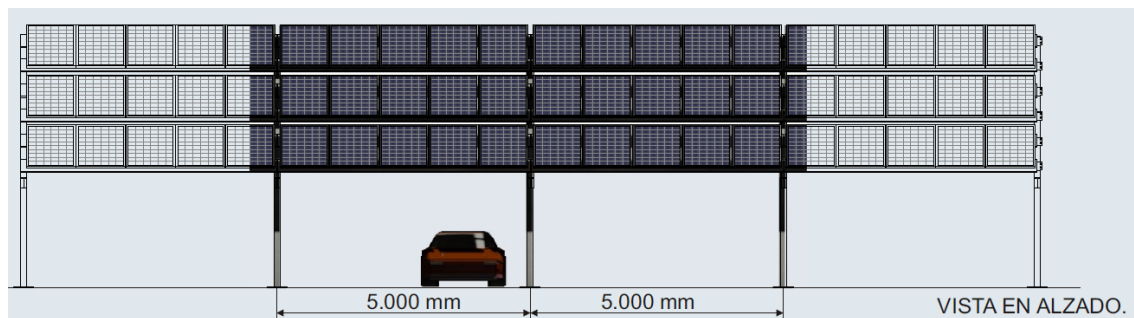


Fig. 54 Detalle de la estructura del parking a utilizar.

A continuación se muestra los distintos datos de importancia de las características básicas del módulo fotovoltaico seleccionado.

- Modelo: A-230P GSE.
- Potencia máxima: 250 W.
- Tensión  $V_{mp}$ : 30,58 V.
- Corriente  $I_{mp}$ : 8,18 A
- Tensión circuito abierto  $V_{oc}$ : 37,61 V.
- Corriente de cortocircuito: 8,71 A.

Con los datos obtenidos el campo solar configurado tendrá las siguientes características:

- Número total de paneles a colocar: 28
- Número de paneles por serie: 7
- Número de reguladores solares: 2
- Números de series en paralelo por regulador: 2



Además, se tienen estos otros datos:

**Potencia pico del sistema fotovoltaico: 7000 W**

$$P_{\text{generada}} = N^{\circ} \text{ de paneles} \cdot P_{\text{panel}}$$

$P_{\text{generada}}$ : Potencia generada por el sistema FV [W]

$N^{\circ}$  de paneles: Número total de paneles FV

$P_{\text{panel}}$ : Potencia pico del panel FV seleccionado [ $W_p$ ]

**Tensión pico del sistema fotovoltaico: 214,06 V**

$$V_{\text{pico generada}} = N_{\text{serie}} \cdot V_{\text{pico módulo}}$$

$V_{\text{pico generada}}$ : Tensión pico generada por el sistema FV [V]

$N_{\text{serie}}$ : Número de paneles FV en serie

$V_{\text{pico módulo}}$ : Tensión pico del módulo FV [V]

**Intensidad pico del sistema fotovoltaico: 32,72 A**

$$I_{\text{pico generada}} = N_{\text{paralelo}} \cdot I_{\text{pico módulo}}$$

$I_{\text{pico generada}}$ : Intensidad pico generada por el sistema FV [A]

$N_{\text{paralelo}}$ : Número de paneles FV en paralelo

$I_{\text{pico módulo}}$ : Intensidad pico del módulo FV [A]

**Tensión en circuito abierto del sistema fotovoltaico: 263,27 V**

$$V_{\text{circuito abierto generada}} = N_{\text{serie}} \cdot V_{\text{circuito abierto módulo}}$$

$V_{\text{circuito abierto generada}}$ : Tensión en circuito abierto del sistema FV [V]

$N_{\text{serie}}$ : Número de paneles FV en serie

$V_{\text{circuito abierto generada}}$ : Tensión en circuito abierto del módulo FV [V]

**Intensidad de cortocircuito del sistema fotovoltaico: 34,84 A**

$$I_{\text{cortocircuito generada}} = N_{\text{paralelo}} \cdot I_{\text{cortocircuito módulo}}$$

$I_{\text{cortocircuito generada}}$ : Intensidad de cortocircuito generada por el sistema FV [A]

$N_{\text{paralelo}}$ : Número de paneles FV en paralelo

$I_{\text{cortocircuito módulo}}$ : Intensidad de cortocircuito del módulo FV [A]

### 2.3.5. Distancia de separación entre los paneles.

A continuación se debe determinar la separación mínima entre los paneles solares fotovoltaicos de manera que al medio día o doce horas solares del día más desfavorable del año (altura solar mínima), la sombra de la arista superior de una fila de colectores como máximo debe proyectarse sobre la arista inferior de la fila siguiente.

La altura solar mínima a las doce horas solares será:

$$HM = (90^\circ - \text{latitud}) - 23^\circ$$

$$HM = (90 - 38) - 23 = 29^\circ$$

Entonces la distancia mínima entre filas (d) será:

$$d = \frac{h \cdot \sin a}{\tan HM}$$

Dónde:

h = Longitud de del panel [m]

a = Inclinación del panel [grados]

HM = Altura mínima del sol al mediodía solar

$$\text{Resolviendo, } d = (1,638 \cdot \sin 30) / \text{tg}29 = 1,47 \text{ m}$$

Por tanto se puede ver que la distancia mínima entre filas será de 1,47 metros. En nuestro caso sólo tenemos una fila, luego no es de aplicación este apartado.

### 2.3.6. Selección de los componentes de la instalación de los paneles.

Bien para la instalación de este campo fotovoltaico he decidido poner en uso un sistema que ya viene en forma de “pack” en el cual tenemos todos los elementos para el campo fotovoltaico. Este sistema es de la marca Schneider.

De este pack lo elementos más importantes a utilizar son los siguientes:

- Regulador del campo solar.
- Inversor/cargador de baterías.

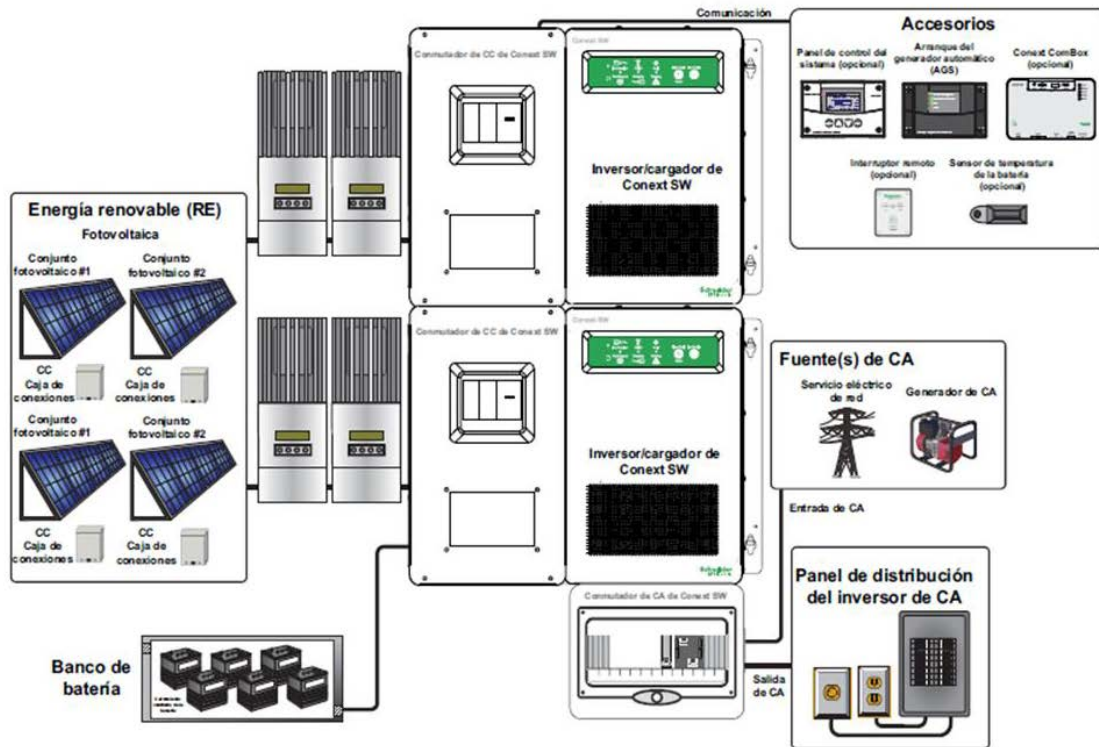


Fig. 55 Detalle esquemático de la instalación fotovoltaica.

### 2.3.6.1 Regulador del campo solar.

Para elegir nuestro regulador vamos primero a calcular unos datos eléctricos que serán imprescindibles para la elección, sabiendo que nuestro tipo de regulador está bien definido por la marca que nos suministra el “pack” para nuestro parque fotovoltaico.

#### Tensión máxima del regulador:

$$V_{\text{máxima del regulador}} = 1,25 \cdot V_{\text{circuito abierto generada}}$$

Dónde:

$V_{\text{máxima del regulador}}$ : Tensión máxima que tendría que aguantar el regulador [V]

$V_{\text{circuito abierto generada}}$ : Tensión en circuito abierto del sistema FV [V]

$$V_{\text{máxima del regulador}} = 1,25 \cdot 263,27 = 329,08 \text{ V}$$

## Intensidad nominal del interruptor de conexión y desconexión de la corriente eléctrica desde el generador fotovoltaico hacia las baterías:

$$I_{\text{reg gen-bat}} = 1,25 \cdot I_{\text{cortocircuito generada}}$$

Dónde:

$I_{\text{reg gen-bat}}$ : Intensidad nominal del interruptor de conexión [A]

$I_{\text{cortocircuito generada}}$ : Intensidad de cortocircuito generada por el sistema FV [A]

$$I_{\text{reg gen-bat}} = 1,25 \cdot 17,42 = 21,77 \text{ A}$$

El regulador escogido para este sistema es el MPPT 80 600 de la marca Schneider, en la siguiente figura podremos apreciar sus características eléctricas:



Nombre abreviado	MPPT 80 600
<b>Especificaciones eléctricas</b>	
Tensión nominal de la batería	24 y 48 V (por defecto 48 V)
Intensidad máx. del campo FV (funcionamiento)	195 a 550 V
Intensidad máx. del campo FV de circuito abierto	600 V incluyendo factor de corrección de temperatura
Rango de tensión de funcionamiento de la batería	16 a 67 V CC
Intensidad de cortocircuito del campo	35 A (28 A en STC)
Intensidad de carga máx.	80 A
Tamaño de cable máx. y mín. en conducto	N.º 6 AWG a 14 AWG (13,5 a 2,5 mm²)
Potencia de salida máx.	2560 W (nominal 24 V), 4800 W (nominal 48 V)
Método de regulación del cargador	Tres etapas (bulk, absorption y float) más ecualización manual
	Dos etapas (bulk, absorption y float) más ecualización manual
Tipos de batería admitidos	FLA, Gel, AGM, personalizada
<b>Eficiencia</b>	
Eficiencia de conversión de potencia máx.	94% (nominal 24 V), 96% (nominal 48 V)

Como podremos apreciar en la imagen del “pack” tendremos un regulador por cada 2 series de 7 paneles solares. En total dos.

### 2.3.6.2 Cargador de baterías.

El cargador elegido es el SW 4048 230 en salida CC y SW 4024 230 en entrada CA de la marca Schneider. En la siguiente figura podremos ver sus características eléctricas de la salida CC y de la entrada AC (El cargador elegido es el de la tercera columna tanto para salida CC como para entrada CA)

Salida de CC	SW 2524 230	SW 4024 230	SW 4048 230
Corriente de salida máxima	65 A	90 A <sup>a</sup>	45 A
Tensión de salida nominal	24 VCC	24 VCC	48 VCC
Rango de operación de tensión de salida de carga <sup>b</sup>	12,0–32,0 VCC	12,0–32,0 VCC	24,0–64,0 VCC
Ciclo de ecualización	Manual por SCP	Manual por SCP	Manual por SCP
Eficiencia de carga óptima	90%	90%	92%
Tensión de carga de batería sin carga	> 12,0 VCC	> 12,0 VCC	> 24,0 VCC
Métodos de carga (dos configuraciones)	Carga de tres etapas (Bloque, Absorción, Flotación) [predeterminado] Carga de dos etapas (Bloque, Absorción)		
Sin sensor de temperatura de batería (tres configuraciones)	Frio 10 °C, Tibio 25 °C [predeterminado] Caliente 40 °C		

Entrada de CA	SW 2524 230	SW 4024 230	SW 4024 230
Factor de potencia a índice de carga completa	> 0,98	> 0,98	> 0,98
Corriente <sup>a</sup>	10,6 A	14 A	15 A
Continuo máximo permitido	30 A	30 A	30 A
Tensión	230 VCA	230 VCA	230 VCA
Rango de tensión <sup>b</sup>	170–270 VCA	170–270 VCA	170–270 VCA
Rango de frecuencia	40 – 70 Hz	40 – 70 Hz	40 – 70 Hz
Corriente de cortocircuito máxima	10.000 A	10.000 A	10.000 A
Conexión de ENTRADA DE CA	Monofásica (L, N, ⊕)	Monofásica (L, N, ⊕)	Monofásica (L, N, ⊕)
Corriente de cortocircuito máxima	10,000 A	10,000 A	10,000 A
Protector suplementario (restaurable)	30 A	30 A	30 A

Como podemos apreciar en el dibujo tendremos dos cargadores uno por cada dos serie de placas solares.

### 2.3.6.3 Inversor.

Para la selección de los inversores se tendrá que establecer primeramente cual es la potencia simultanea de todos los receptores de la vivienda.

Para ello se multiplicará el sumatorio de las potencias de cada receptor por un coeficiente de simultaneidad, que para este caso será de 0,3. De este modo se puede ver que:

$$\text{Potencia simultánea} = 24550 \cdot 0,3 = 7365 \text{ W}$$

El inversor elegido es el SW 4048 230 de la marca Schneider de 3800 w, que al haber dos acoplados en paralelo suministran una potencia de 7600 W en consumo continuo. En la siguiente figura aparecen sus características eléctricas. (El elegido es el de la tercera columna tanto para entrada CC como para salida CA).

Salida de CA	SW 2524 230	SW 4024 230	SW 4048 230
Forma de onda de salida	onda sinusoidal verdadera	onda sinusoidal verdadera	onda sinusoidal verdadera
Corriente de salida (CA) - continuo máximo - 30 minutos - incremento de tensión de 5 segundos	2500 W 2800 W <sup>a</sup> 5000 W <sup>b</sup>	3400 W 4000 W <sup>c</sup> 7000 W <sup>d</sup>	3800 W <sup>e</sup> 4400 W <sup>e</sup> 7000 W
Continuo máximo permitido (en el equipo)	30 A	30 A	30 A
Corriente continua de salida del inversor	11 A	16 A	16 A
Corriente máxima de salida del inversor	24,3 A	42 A	42 A
Conexión de SALIDA DE CA	Monofásica (L, N, ⊕)	Monofásica (L, N, ⊕)	Monofásica (L, N, ⊕)
Máximo nivel de eficiencia	91,5%	92%	94%
Rango de tensión operativa	216–232 VCA	216–232 VCA	219–240 VCA
Tensión nominal	230 VCA	230 VCA	240 VCA
Rango de frecuencia operativa	seleccionable 50 o 60 Hz	seleccionable 50 o 60 Hz	seleccionable 50 o 60 Hz
Frecuencia de salida predeterminada	50 Hz	50 Hz	50 Hz

Entrada de CC	SW 2524 230	SW 4024 230	SW 4024 230
Rango de tensión	20–34 VCC	20–34 VCC	40–64 VCC
Corriente de cortocircuito máxima	10.000 A	10.000 A	10.000 A
Rango de tensión continua máxima	22–27 VCC	22–27 VCC	46–48 VCC
Corriente máxima permitida	250 A	250 A	250 A
Consumo de potencia con carga (inversor encendido)	38 W	40 W	27 W
Apagado de la batería por baja tensión (se pueden seleccionar otros valores)	21,0 V (predeterminado de fábrica)	21,0 V (predeterminado de fábrica)	42,0 V (predeterminado de fábrica)
Apagado de la batería por alta tensión (se pueden seleccionar otros valores)	33,0 V (predeterminado de fábrica)	33,0 V (predeterminado de fábrica)	62,0 V (predeterminado de fábrica)

Una vez elegido el inversor deberemos comprobar si también es válido para los valores de tensión a circuito abierto debidas a las bajas temperaturas.

En la cubierta de la estructura del parking se considerará un rango de temperaturas ambiente de entre -2 °C como mínima en la temporada de invierno y 47 °C como máxima en la temporada de verano, los valores de los parámetros fundamentales de los paneles fotovoltaicos están para una temperatura estándar de medida de 25 °C.

Por lo tanto la temperatura de trabajo de los paneles solares se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$T_p = T_a + \left( \frac{T_{ONC} - 20}{800} \right) \cdot I$$

Siendo:

- $T_p$  = Temperatura que alcanza la célula a una temperatura determinada.
- $T_a$  = Temperatura ambiente de la zona donde tenemos instalados los paneles solares.
- $T_{ONC}$  = Temperatura nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiación de 800W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1m/s. ( $T_{ONC} = 47$  °C).
- $I$  = es la irradiación media dependiendo del periodo en el que se encuentre. (En verano  $I = 1000$ W/m<sup>2</sup> y en invierno  $I = 100$ W/m<sup>2</sup>).

Para conocer la tensión de circuito abierto que se medirá a la salida de cada panel cuando están trabajando bajo estas condiciones de temperatura de célula diferente a 25 °C, se aplicará el coeficiente de temperatura para la tensión de circuito abierto (VOC) proporcionado por el fabricante sobre la siguiente ecuación:

$$V_{OC(X\text{ }^\circ\text{C})} = V_{OC(X\text{ }25^\circ\text{C})} + \Delta T \cdot \Delta V_{OC}(T)$$

Dónde:

- $V_{OC(X\text{ }^\circ\text{C})}$  = La tensión a circuito abierto del panel a una temperatura de célula X.
- $V_{OC(25^\circ)}$  = La tensión a circuito abierto del panel en condiciones estándar de medida. ( $V_{OC(25^\circ)} = 37,61$  V)
- $\Delta T$ : La variación de la temperatura de trabajo del panel y las condiciones estándar de medida.
- $\Delta V_{OC}(T)$ : El coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del panel ( $\Delta V_{OC}(T) = -109,74$  mV /°C).



La corriente de cortocircuito que se producirá a la salida de cada panel cuando están trabajando bajo estas condiciones de temperatura de célula diferente a 25 °C, se aplicará el coeficiente de temperatura para la corriente de cortocircuito (ISC) proporcionado por el fabricante sobre la siguiente ecuación:

$$I_{SC(X\text{ }^{\circ}\text{C})} = I_{SC(X\text{ }25^{\circ}\text{C})} + \Delta T \cdot \Delta I_{SC}(T)$$

Siendo:

- $I_{SC(X\text{ }^{\circ}\text{C})}$  = La corriente de cortocircuito del panel a una temperatura de célula X.
- $I_{SC}(25^{\circ}\text{C})$  = La corriente de cortocircuito del panel en condiciones estándar de medida. ( $I_{SC}(25^{\circ}\text{C}) = 8,71 \text{ A}$ )
- $\Delta I_{SC}(T)$  = El coeficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito del panel. ( $\Delta I_{SC}(T) = 5,85 \text{ mA}/^{\circ}\text{C}$ )

Por tanto, para una temperatura ambiente de -2°C, la temperatura de célula de los paneles solares será:

$$T_p = T_a + \left( \frac{T_{onc} - 20}{800} \right) \times I = -2 + \left( \frac{47 - 20}{800} \right) \times 100 = 1,375 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Con esta temperatura de célula, la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito del panel serán:

$$\begin{aligned} V_{oc} &= V_{oc}(25 \text{ }^{\circ}\text{C}) + \Delta T \cdot \Delta V_{co}(T) = 37,61 + (1,375 - 25) \cdot (-0,10974) = 40,2 \text{ V} \\ I_{sc} &= I_{sc}(25 \text{ }^{\circ}\text{C}) + \Delta T \times \Delta I_{sc}(T) = 8,71 + (2,375 - 25) \cdot (0,006) = 8,57 \text{ A} \end{aligned}$$

Ahora multiplicando el número de paneles en serie por ramal del generador por la tensión de circuito abierto de cada panel para una temperatura ambiente de -2°C, se obtiene la tensión de circuito a la salida del generador fotovoltaico durante el invierno y multiplicando el número ramales en paralelo del generador fotovoltaico por la corriente de cortocircuito de cada panel para una temperatura ambiente de -2°C, la corriente de cortocircuito a la salida del generador durante el invierno:

$$\begin{aligned} V_{oct} &= V_{oc} \times N_s = 40,2 \times 7 = 281,4 \text{ V} \ll 600 \text{ V} \\ I_{sct} &= I_{sc} \times N_p = 8,57 \times 2 = 17,14 \text{ A} \ll 35 \text{ A} \end{aligned}$$

Ahora para obtener la tensión de circuito abierto y corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico durante el periodo de verano, se considerará la temperatura de 47 °C indicada anteriormente, por lo que la temperatura de las células que componen los paneles solares será:

$$T_p = T_a + \left( \frac{T_{onc} - 20}{800} \right) \cdot I = 47 + \left( \frac{47 - 20}{800} \right) \cdot 1000 = 80,75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Para esta temperatura de célula, la tensión de circuito abierto y corriente de cortocircuito del panel serán:

$$V_{oc} = V_{oc}(25\text{ }^{\circ}\text{C}) + \Delta T \cdot \Delta V_{co}(T) = 37,61 + (80,75 - 25) \cdot (-0,10974) = 31,49\text{ V}$$

$$I_{sc} = I_{sc}(25\text{ }^{\circ}\text{C}) + \Delta T \cdot \Delta I_{sc}(T) = 8,71 + (80,75 - 25) \cdot (0,006) = 9,04\text{ A}$$

Una vez obtenidas la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito de cada módulo solar bajo una temperatura ambiente de 47 °C, se hallará la tensión a circuito abierto total del generador multiplicando ésta tensión por el número de paneles solares conectados en serie en cada ramal del generador y la corriente de cortocircuito total del generador multiplicando corriente de cortocircuito de cada uno de los módulos solares por el número de ramales o paneles conectados en paralelo del generador:

$$V_{oct} = V_{oc} \times N_s = 31,49 \times 7 = 220\text{ V} \ll 600\text{ V}$$

$$I_{sct} = I_{sc} \times N_p = 9,04 \times 2 = 18,08\text{ A} \ll 35\text{ A}$$

Por último, deberán tenerse en cuenta los valores de tensión de máxima potencia que se alcanzarán en la instalación ya que éstos variarán al igual que los valores de tensión de circuito abierto y corriente de cortocircuito según varíe la temperatura ambiente.

Para obtener el coeficiente de variación para tensión de máxima potencia respecto a la temperatura se utilizará la igualdad  $V_{mpp} \approx 0,76 \times V_{OC}$  ya que la variación también lo cumplirá y por tanto  $\Delta V_{mpp}(T) \approx 0,76 \times \Delta V_{OC}(T)$ .

$$\Delta V \approx 0,76 \times (-0,10974) = -0,0834\text{ V}/^{\circ}\text{C}$$

Las tensiones que cada uno de los módulos solares alcanzarán en el punto de máxima potencia cuando se encuentren a temperatura ambiente de -2° C (temperatura de célula fotovoltaica 1,375 °C) y de 47 °C (temperatura de célula fotovoltaica 80,75 °C) serán:

$$V_{mpp} = V_{mpp}(25\text{ }^{\circ}\text{C}) + \Delta T \cdot \Delta V_{mpp}(T) = 30,58 + (2,375 - 25) \cdot (-0,0834) = 32,47\text{ V}$$

$$V_{mpp} = V_{mpp}(25\text{ }^{\circ}\text{C}) + \Delta T \cdot \Delta V_{mpp}(T) = 30,58 + (80,75 - 25) \times (-0,0834) = 27,45\text{ V}$$

Por tanto el rango de tensiones del punto de máxima potencia que deberá ser soportado por el inversor será calculado multiplicando los valores de tensión de máxima potencia de cada módulo solar obtenidos para las diferentes condiciones por el número de paneles conectados en serie en cada uno de los ramales, obteniéndose así, la tensión máxima y mínima que proporcionará el generador fotovoltaico en condiciones de máxima potencia:

$$V_{oct} = V_{oc} \times N_s = 32,47 \cdot 7 = 227,29 \text{ V}$$

$$V_{oct} = V_{oc} \times N_s = 27,45 \cdot 7 = 192,15 \text{ V}$$

Podemos comprobar según los cálculos que el inversor elegido sí que cumple todas las exigencias de tensión y corriente en función de la temperatura.

#### 2.3.6.4. Selección de baterías.

El número de días sin aporte solar se ha elegido de 3 días (siendo de 3 en el pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de la red del IDAE de instalaciones aisladas).

Capacidad total de acumulación:

$$C_{total} = \frac{N_d \cdot E_c}{V_N \cdot P_{descarga}}$$

Dónde:

$C_{total}$  = Capacidad total a instalar [Ah]

$N_d$  = Número de días sin aporte solar [d]

$E_c$  = Energía consumida en la casa rural [Wh/d]

$P_{descarga}$  = Profundidad de descarga máxima de la batería

$V_N$  = Tensión de nominal del sistema [V]

$$C_{total} = \frac{5 \cdot 24550}{48 \cdot 0,8} = 3196,61 \text{ Ah}$$

Las baterías seleccionadas para la instalación solar fotovoltaica son de la marca EIXIDE, modelo Exide Classic Solar OPzS. Las baterías son de plomo ácido de bajo mantenimiento con electrolito líquido, placa tubular, para uso solar, vida de diseño: 2000 ciclos según IEC 896-1.

Número de baterías conectadas en serie:

$$N_{acumuladores \text{ en serie}} = V_N / V_{batería}$$

Dónde:

$N_{acumuladores \text{ en serie}}$  = Número de baterías en serie

$V_N$  = Tensión nominal del sistema FV [V]

$V_{batería}$  = Tensión nominal de la batería [V]

$$N_{acumuladores \text{ en serie}} = 48 / 2 = 24 \text{ baterías en serie}$$

Número de baterías conectadas en paralelo:

$$N_{\text{acumuladores en paralelo}} = C_{\text{total}} / C_{\text{batería}}$$

Dónde:

$N_{\text{acumuladores en serie}}$  = Número de baterías en paralelo

$C_{\text{total}}$  = Capacidad total a instalar [Ah]

$C_{\text{batería}}$  = Capacidad de la batería [Ah]

$$N_{\text{acumuladores en paralelo}} = 3196,86 / 3280 = 0.97 \gg 1 \text{ batería en paralelo}$$

Por lo tanto hemos elegido las baterías Solar 3350, cuyas características técnicas se pueden ver en la siguiente figura:

DATOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS									
Modelo	Estandar DIN	Tensión nominal	Capacidad C <sub>10</sub> (Descarga hasta 1,80 V)	Capacidad C <sub>24</sub> (Descarga hasta 1,80 V)	Capacidad C <sub>100</sub> (Descarga hasta 1,85 V)	Medidas ancho x fondo x alto	Ancho instalada	Peso con ácido	Número de terminales
Solar 190	2 OPzS 100	2 Vcc	128 Ah	145 Ah	185 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	13,7 kg	1 + 1
Solar 245	3 OPzS 150	2 Vcc	169 Ah	190 Ah	240 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	15,2 kg	1 + 1
Solar 305	4 OPzS 200	2 Vcc	216 Ah	240 Ah	300 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	16,6 kg	1 + 1
Solar 380	5 OPzS 250	2 Vcc	267 Ah	300 Ah	370 Ah	126 x 208 x 405 mm	136 mm	20,0 kg	1 + 1
Solar 450	6 OPzS 300	2 Vcc	319 Ah	355 Ah	440 Ah	147 x 208 x 405 mm	157 mm	23,3 kg	1 + 1
Solar 550	5 OPzS 350	2 Vcc	391 Ah	430 Ah	540 Ah	126 x 208 x 520 mm	136 mm	26,7 kg	1 + 1
Solar 660	6 OPzS 420	2 Vcc	468 Ah	515 Ah	645 Ah	147 x 208 x 520 mm	157 mm	31,0 kg	1 + 1
Solar 765	7 OPzS 490	2 Vcc	545 Ah	600 Ah	750 Ah	168 x 208 x 520 mm	178 mm	35,4 kg	1 + 1
Solar 985	6 OPzS 600	2 Vcc	700 Ah	770 Ah	970 Ah	147 x 208 x 695 mm	157 mm	43,9 kg	1 + 1
Solar 1.080	7 OPzS 700	2 Vcc	772 Ah	845 Ah	1.055 Ah	147 x 208 x 695 mm	157 mm	47,2 kg	1 + 1
Solar 1.320	8 OPzS 800	2 Vcc	937 Ah	1.030 Ah	1.295 Ah	215 x 193 x 695 mm	225 mm	59,9 kg	2 + 2
Solar 1.410	9 OPzS 900	2 Vcc	1.009 Ah	1.105 Ah	1.380 Ah	215 x 193 x 695 mm	225 mm	63,4 kg	2 + 2
Solar 1.650	10 OPzS 1.000	2 Vcc	1.174 Ah	1.290 Ah	1.620 Ah	215 x 235 x 695 mm	225 mm	73,2 kg	2 + 2
Solar 1.990	12 OPzS 1.200	2 Vcc	1.411 Ah	1.550 Ah	1.950 Ah	215 x 277 x 695 mm	225 mm	86,4 kg	2 + 2
Solar 2.350	12 OPzS 1.500	2 Vcc	1.751 Ah	1.910 Ah	2.300 Ah	215 x 277 x 845 mm	225 mm	108,0 kg	2 + 2
Solar 2.500	14 OPzS 1.750	2 Vcc	1.854 Ah	2.015 Ah	2.445 Ah	215 x 277 x 845 mm	225 mm	114,0 kg	2 + 2
Solar 3.100	15 OPzS 1.875	2 Vcc	2.317 Ah	2.520 Ah	3.040 Ah	215 x 400 x 815 mm	225 mm	151,0 kg	3 + 3
<b>Solar 3.350</b>	<b>16 OPzS 2.000</b>	<b>2 Vcc</b>	<b>2.523 Ah</b>	<b>2.740 Ah</b>	<b>3.280 Ah</b>	<b>215 x 400 x 815 mm</b>	<b>225 mm</b>	<b>158,0 kg</b>	<b>3 + 3</b>
Solar 3.850	18 OPzS 2.250	2 Vcc	2.884 Ah	3.135 Ah	3.765 Ah	215 x 490 x 815 mm	225 mm	184,0 kg	4 + 4
Solar 4.100	20 OPzS 2.500	2 Vcc	3.090 Ah	3.355 Ah	4.000 Ah	215 x 490 x 815 mm	225 mm	191,0 kg	4 + 4
Solar 4.600	24 OPzS 3.000	2 Vcc	3.450 Ah	3.765 Ah	4.500 Ah	215 x 580 x 815 mm	225 mm	217,0 kg	4 + 4

### 2.3.6.5 Arrancador

Se ha elegido, por recomendación del fabricante, el arrancador de la marca Schneider. El inicio automático del generador Conext (AAG) está diseñado para usar en un sistema Conext de equipos de energía de apoyo y solar sin conexión a la red.

### 2.3.7 Grupo electrógeno como sistema de alimentación de emergencia.

Instalaremos un grupo electrógeno que en caso de haber agotado las baterías, poder recargarlas sin necesidad de luz solar y así poder abastecer a toda la vivienda. El grupo

electrógeno elegido es el modelo 15 EKOZD de la marca KOHLER POWER SYSTEMS (Marine generator set). Este grupo es compatible con el arrancador Conext AAG de Schneider elegido. En la siguiente figura podremos apreciar el diseño del grupo electrógeno.



## 2.4. Diseño de la instalación eléctrica de la vivienda.

### 2.4.1 Grado de electrificación.

El grado de electrificación pueden ser dos:

- Básico que se plantea como el sistema mínimo, a los efectos de uso, de la instalación interior de las viviendas en edificios nuevos tal como se indica en la ITC-BT-10. Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de obras posteriores de adecuación. La capacidad de instalación se corresponderá como mínimo al valor de la intensidad asignada determinada para el interruptor general automático. Igualmente se cumplirá esta condición para la derivación individual.
- El grado de electrificación de una vivienda será “electrificación elevada” cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones:
  - Superficie útil de la vivienda superior a 160 m<sup>2</sup>.
  - Si está prevista la instalación de aire acondicionado.
  - Si está prevista la instalación de calefacción eléctrica.
  - Si está prevista la instalación de sistemas de automatización.
  - Si está prevista la instalación de una secadora.
  - Si el número de puntos de utilización de alumbrado es superior a 30.
  - Si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de uso general es superior a 20.
  - Si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de los cuartos de baño y auxiliares de cocina es superior a 6.
  - En otras condiciones específicas indicadas en el punto 2.3 de esta ITC-BT 25.

En nuestro caso al tener más de 160 m<sup>2</sup> de superficie útil consideraremos el tipo de electrificación elevada.

#### 2.4.2 Protección general.

Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y constarán como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 40 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste. En nuestro caso al no ser una instalación conectada a red no tiene sentido este interruptor, por lo que se prescindirá de él.
- Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general. Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior. Para instalaciones de viviendas alimentadas con redes diferentes a las de tipo TT, que eventualmente pudieran autorizarse, la protección contra contactos indirectos se realizará según se indica en el apartado 4.1 de la ITC-BT-24.

#### 2.4.3 Número de circuitos independientes según ITC-BT-25.

- C1 circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C2 circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C3 circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.
- C4 circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C5 circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.
- C6 Circuito adicional del tipo C1, por cada 30 puntos de luz.
- C7 Circuito adicional del tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m<sup>2</sup>.

- C8 Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.
- C9 Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste.
- C10 Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente
- C11 Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.
- C12 Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Tanto para la electrificación básica como para la elevada, se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial de las características indicadas en el apartado anterior por cada cinco circuitos instalados.

#### 2.4.4 Número de circuitos independientes a instalar.

De acuerdo con lo indicado en el apartado anterior, sabiendo que el RE BT siempre marca mínimos, y debido a las características de la vivienda, los circuitos a instalar serán los siguientes:

##### a.- Cuadro general de la instalación eléctrica:

Estará situado en la habitación técnica en la planta baja. Llegarán dos cables tipo H07Z1-K de 35 mm<sup>2</sup> de sección más el cable de toma de tierra de 16 mm<sup>2</sup> de sección, desde el inversor situado a 0,5 metros. Contendrá los siguientes elementos:

- Un interruptor Magnetotérmico general de 2x63 A / 230 V.
- Un interruptor diferencial general de 2x63 30 mA / 230 V y 0,5 segundos de retardo.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x25 A / 230 V para las líneas que alimentarán las bombas del sistema de ACS y geotérmico situadas en la misma habitación técnica.
- Un interruptor diferencial de 2x25 30 mA / 230 V para las líneas que alimentarán las bombas del sistema de ACS y geotérmico situadas en la misma habitación técnica.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para la línea que alimentará a la bomba geotérmica situada en la misma habitación técnica.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para la línea que alimentará a la bomba de distribución del sistema geotérmico situada en la misma habitación técnica.

- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para las líneas que alimentarán las bombas de impulsión de ACS.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para las líneas que alimentarán las bombas de impulsión geotérmicas situadas en los armarios de distribución.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x50 A / 230 V para la línea que va al cuadro general de la vivienda situado detrás de la puerta de entrada.
- Un interruptor diferencial de 2x63 30 mA / 230 V para la línea que va al cuadro general de la vivienda situado detrás de la puerta de entrada.

b.- Cuadro general de la instalación eléctrica de la vivienda:

Estará situado en el pasillo de la entrada de la vivienda, detrás de la puerta principal de la misma. Llegarán dos cables tipo H07Z1-K de 16 mm<sup>2</sup> de sección más el cable de toma de tierra de la misma sección, desde el cuadro general de la instalación eléctrica situado a 25 metros. Contendrá los siguientes elementos:

- Un interruptor Magnetotérmico general de 2x40 A / 230 V.
- Un interruptor diferencial general de 2x40 30 mA / 230 V para los circuitos C1, C2, C3, C41 y C42.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x10 A / 230 V para la línea de alumbrado de la planta baja C1.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para la línea de tomas de corriente de otros usos de la planta baja C2.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x25 A / 230 V para la línea de cocina y horno de la planta baja C3.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para la línea de la lavadora de la planta baja C41.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para la línea del lavavajillas de la planta baja C42.
- Un interruptor diferencial general de 2x40 30 mA / 230 V para los circuitos C5 y C6.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para la línea de tomas de corriente de otros usos de la cocina y aseos de la planta baja y planta primera C5.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x10 A / 230 V para la línea de alumbrado exterior de la vivienda C6.



- Un interruptor diferencial general de 2x40 30 mA / 230 V para los circuitos C7 y C8.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x16 A / 230 V para la línea de tomas de corriente de otros usos de la planta primera C7.
- Un interruptor Magnetotérmico de 2x10 A / 230 V para la línea de alumbrado de la planta primera de la vivienda C8.

#### 2.4.5 Cálculos justificativos de la instalación eléctrica.

Formulas a utilizar:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}; \quad u\% = \frac{200 \cdot P \cdot L}{C \cdot V^2 \cdot S};$$

Dónde:

- I = Intensidad (A).
- P = Potencia de Cálculo (W).
- V = Tensión (V).
- u% = Caída de tensión (%).
- L = Longitud del cable (m).
- C = Conductividad (S/m).
- S = Sección (mm<sup>2</sup>).

Siendo los resultados obtenidos, saturando la potencia de cálculo a la corriente máxima del magnetotérmico protector, los siguientes:

ID.	CONCEPTO	Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidad (A)	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	u% parcial	u% acumulada
LS1	Línea caja Strings 1 a regulador de campo	16	16,36	3502,0216	25	0,37	0,37
LS2	Línea caja Strings 2 a regulador de campo	16	16,36	3502,0216	30	0,44	0,44
LG1	Línea desde el grupo electrógeno a inversor	35	50,00	10703	9	0,19	0,19
L1	Inversor CGMP	35	63,00	14490	0,50	0,01	0,01
L2	Bomba geotérmica (5%)	2,5	16,00	3680	5,00	0,50	0,51
L3	Bomba de distribución (5%)	2,5	16,00	3680	5,00	0,50	0,51
L4	Bombas de impulsión ACS (5%)	2,5	16,00	3680	5,00	0,50	0,51
L5	Bombas de impulsión geotérmia (5%)	2,5	16,00	3680	12,00	1,19	1,21
L6	CGMP de la vivienda (1,5%)	16	40,00	9200	15,00	0,58	0,60
L7	C1. Alumbrado PB (3%)	1,5	10,00	2300	20,00	2,07	2,67
L8	C2. O.U. PB (5%)	2,5	16,00	3680	35,00	3,48	4,07
L9	C3. Cocina (enchufes horno/encimera) (5%)	6	25,00	5750	17,00	1,10	1,70
L10	C41. Lavadora PB (5%)	2,5	16,00	3680	17,00	1,69	2,29
L11	C42. Lavavajillas PB (5%)	2,5	16,00	3680	18,00	1,79	2,39
L12	C5. Otros usos Cocina, aseos PB y P1 (5%)	2,5	16,00	3680	28,00	2,78	3,38
L13	C6. Alumbrado exterior (3%)	1,5	10,00	2300	21,00	2,17	2,77
L14	C7. O.U. P1 (5%)	2,5	16,00	3680	30,00	2,98	3,58
L15	C8. Alumbrado P1 (3%)	1,5	10,00	2300	21,00	2,17	2,77

## 2.4.6 Cálculo de la puesta a tierra.

Según la ITC BT 18 del RE BT, El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La tabla siguiente da, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos.

<b>Naturaleza terreno</b>	<b>Resistividad en Ohm.m</b>
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Aunque los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra del electrodo, la medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la tabla siguiente, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno. El conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en condiciones análogas.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 r / P$
Pica vertical	$R = r / L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 r / L$
<small>r, resistividad del terreno (Ohm.m)  P, perímetro de la placa (m)  L, longitud de la pica o del conductor (m)</small>	

Así pues tendremos:

a.- Toma de tierra de masas.

Considerando una resistividad de 200 Ohm·m, por el tipo de terreno que tenemos, el valor de la resistencia de tierra es:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{100} = 4 \Omega$$

Por lo tanto, y sabiendo que la corriente máxima de derivación es la nominal de los interruptores diferenciales, la tensión máxima de contacto será:

$$V = R \cdot I_d = 4 \cdot 0,03 = 0,12 V \ll 24 V$$

a.- Toma de tierra del neutro.

En este caso tenemos dos tipos de electrodos combinados, siendo su resistencia equivalente la siguiente:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p}} = \frac{1}{\frac{1}{\frac{2 \cdot \rho}{L}} + \frac{1}{\frac{\rho}{n \cdot L_p}}};$$

Dónde:

$R_t$  = Resistencia de tierra del electrodo.

$R_c$  = Resistencia del conductor enterrado.

$R_p$  = Resistencia de la picas.

$n$  = Número de picas.

$L_p$  = Longitud de las picas.

Considerando la misma resistividad de 200 Ohm·m, por el tipo de terreno que tenemos, el valor de la resistencia de tierra es:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p}} = \frac{1}{\frac{1}{\frac{2 \cdot \rho}{L}} + \frac{1}{\frac{\rho}{n \cdot L_p}}} = \frac{1}{\frac{1}{\frac{2 \cdot 200}{6}} + \frac{1}{\frac{200}{3 \cdot 2}}} = 22,22 \Omega$$

Por lo tanto, y sabiendo que la corriente máxima de derivación es la nominal de los interruptores diferenciales, la tensión máxima de contacto será:

$$V = R \cdot I_d = 22,22 \cdot 0,03 = 0,66 V \ll 24 V$$

No obstante una vez acabadas las obras se medirán las tierras y se tomarán las medidas pertinentes para que su valor no exceda el de seguridad, a saber:

$$R = \frac{V}{I_d} = \frac{24}{0,03} = 800 \Omega$$

#### 2.4.7 Cálculo de la energía a producir mediante generador eólico.

De acuerdo con los datos obtenidos del observatorio de Santa Ana norte, de la ciudad de Onteniente a saber:

	2014		2013		2012		2011	
	V media viento	Dir pred.	V media viento	Dir pred.	V media viento	Dir pred.	V media viento	Dir pred.
Enero	7,4	SW	10,2	SW	6,3	SW	2,8	SW
Febrero	8,7	SW	8,7	SW	6,9	SW	4,6	SW
Marzo	7,8	SW	8,5	W	5,7	SW	4	NE
Abril	6,3	NE	6,1	NE	7,9	W	3,3	NE
Mayo	5,1	NE	5,4	SW	5,7	SW	5,1	NE
Junio	4,7	NE	5	NE	4,8	NE	4,4	NE
Julio	4,7	NE	4,2	NE	4,2	NE	5,2	NE
Agosto	4,3	NE	3,4	NE	4,6	NE	4,7	NE
Septiembre	4	NE	3,7	SW	4,7	SW	4,5	NE
Octubre	4	SW	4	SW	4,7	SW	4,3	SW
Noviembre	4,9	SO	6,7	SW	4,9	SW	4,6	SW
Diciembre	6,2	SO	5,4	SW	7,8	SW	6,6	SW
MEDIAS	5,68		5,94		5,68		4,51	
MEDIA ANUAL =	<b>5,45</b>	Km/h						
	<b>1,51</b>	m/s						

Y de acuerdo con la expresión del IDAE (aproximada), siguiente:

$$E = \left[ 2 - \frac{(V - 7)}{4} \right] \cdot D^2 \cdot V^3$$

Que, aunque sea como una aproximación, la obtención de una velocidad media anual del viento en m/s ( $V$ ) sí que permite realizar una estimación de la producción neta de electricidad en kWh/año ( $E$ ) para un único aerogenerador, considerado como representativo del conjunto del parque, tomando como referencia el diámetro del rotor en m ( $D$ ). Un aerogenerador medio de 3 kW, como el Bornay 3000, tienen un rotor de 0,25 m. Luego:

$$E = \left[ 2 - \frac{(1,51 - 7)}{4} \right] \cdot 0,25^2 \cdot 1,51^3 = 0,725 \text{ kWh/año}$$

Además, la velocidad mínima para arrancar todos los modelos de la casa Bornay es de 3,5 m/s. Luego se desestima este tipo de energía alternativa para el presente proyecto.

# **3. PLIEGO DE CONDICIONES**



### **3. DISPOSICIONES GENERALES.**

#### **3.1. Disposiciones de carácter general.**

##### **3.1.1 Objeto del Pliego de Condiciones.**

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

##### **3.1.2 Contrato de obra.**

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

##### **3.1.3 Documentación del contrato de obra.**

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

##### **3.1.4 Formalización del Contrato de Obra.**

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.



- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

### **3.1.5 Jurisdicción competente.**

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

### **3.1.6 Responsabilidad del Contratista.**

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

### **3.1.7 Accidentes de trabajo.**

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.





Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

### **3.1.8 Daños y perjuicios a terceros.**

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

### **3.1.9 Copia de documentos**

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

### **3.1.10 Suministro de materiales**

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

### **3.1.11 Causas de rescisión del contrato de obra**

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista. La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
  - La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
  - Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
  - La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
  - Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
  - El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
  - El vencimiento del plazo de ejecución de la obra. El abandono de la obra sin causas justificadas.
  - La mala fe en la ejecución de la obra.

### **3.1.12 Omisiones: Buena fe.**

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

### **3.2 Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares**



Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

### **3.2.1 Accesos y vallados.**

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

### **3.2.2 Replanteo.**

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

### **3.2.3 Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.**

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

### **3.2.4 Orden de los trabajos.**

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

### **3.2.5 Facilidades para otros contratistas.**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las



facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

### **3.2.6 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.**

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

### **3.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.**

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

### **3.2.8 Prorroga por causa de fuerza mayor.**

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no

puudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **3.2.9 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

### **3.2.10 Trabajos defectuosos.**

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

### **3.2.11 Vicios ocultos.**

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos



después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

### **3.2.12 Procedencia de materiales, aparatos y equipos.**

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **3.2.13 Materiales, aparatos y equipos defectuosos.**

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

### **3.2.14 Limpieza de las obras.**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

### **3.2.15 Obras sin prescripciones explícitas**

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

## **3.3 Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas.**

### **3.3.1 Consideraciones de carácter general.**

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los



defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

### **3.3.2 Recepción provisional.**

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de





Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

### **3.3.3 Documentación final de la obra.**

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

### **3.3.4 Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

### **3.3.5 Plazo de garantía.**

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

### **3.3.6 Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del

Contratista.

### **3.3.7 Recepción definitiva.**

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

### **3.3.8 Prórroga del plazo de garantía.**

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

### **3.3.9 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.**

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **3.4 Disposiciones Facultativas**

### **3.4.1 Definición y atribuciones de los agentes de la edificación.**

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la



L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

#### **3.4.1.1 El Promotor.**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

#### **3.4.1.2 El Projectista.**

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto.

#### **3.4.1.3 El Constructor o Contratista.**

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

#### **3.4.1.4 El Director de Obra.**

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

#### **3.4.1.5 El Director de la Ejecución de la Obra.**

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

#### **3.4.1.6 Los suministradores de productos.**

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

#### **3.4.2 Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/99 (L.O.E.).**



La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

### **3.4.3 Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/97.**

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

### **3.4.4 La Dirección Facultativa.**

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

### **3.4.5 Visitas facultativas.**

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

### **3.4.6 Obligaciones de los agentes intervinientes.**

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

#### **3.4.6.1 El Promotor.**

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así



como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III del RD



1627/97. Copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

#### **3.4.6.2 El Projectista.**

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos



parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

#### **3.4.6.3 El Constructor o Contratista.**

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o





generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o



documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

#### **3.4.6.4 El Director de Obra.**

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se



precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conlleven una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de

los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **3.4.6.5 El Director de la Ejecución de la Obra.**

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

- La Dirección inmediata de la Obra.
- Verificar personalmente la recepción a pié de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

- Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.
- Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.
- Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.
- Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.
- Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.
- Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.
- Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.
- Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.
- Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.
- Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.
- Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.
- Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.
- Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.
- Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.
- Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones

de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

- Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.
- Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **3.4.6.6 Los suministradores de productos.**

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### **7.4.7 Documentación final de obra: Libro del Edificio.**

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el



Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

### **3.5 Disposiciones Económicas**

#### **3.5.1 Definición.**

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

#### **3.5.2 Contrato de obra.**

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras. Determinación de los gastos de enganches y consumos. Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral. Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista. Revisión de precios (en su caso). Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%). Plazos de ejecución:
  - Planning.
  - Retraso de la obra: Penalizaciones.
  - Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.





Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

### **3.5.3 Criterio General.**

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

### **3.5.4 Fianzas.**

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

- **EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.** Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### **3.5.5 Devolución de las fianzas.**

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

### **3.5.6 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.**

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### **3.5.7 De los precios.**

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

### **3.5.8 Precio básico.**

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

### **3.5.9 Precio unitario.**

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.
- Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.
- Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:
- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.



- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones. Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

### **3.5.10 Presupuesto de Ejecución Material (PEM).**

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

### **3.5.11 Precios contradictorios.**

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios



contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

### **3.5.12 Reclamación de aumento de precios.**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

### **3.5.13 Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

### **3.5.14 De la revisión de los precios contratados.**

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

### **3.5.15 Acopio de materiales.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

### **3.5.16 Obras por administración.**

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.



- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará: Su liquidación.

El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada. Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.

Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

### **3.5.17 Valoración y abono de los trabajos.**

#### **3.5.17.1 Forma y plazos de abono de las obras.**

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de

Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.



### **3.5.17.2 Relaciones valoradas y certificaciones.**

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

### **3.5.17.3 Mejora de obras libremente ejecutadas.**

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **3.5.17.4 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.**

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

### **3.5.17.5 Abono de trabajos especiales no contratados.**

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

### **3.5.17.6 Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.**

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

### **3.5.18 Indemnizaciones Mutuas.**

#### **3.5.18.1 Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.**

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

#### **3.5.18.2 Demora de los pagos por parte del Promotor**

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.





### **3.5.19 Varios.**

#### **3.5.19.1 Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.**

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### **3.5.19.2 Unidades de obra defectuosas.**

Las obras defectuosas no se valorarán.

#### **3.5.19.3 Seguro de las obras.**

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### **3.5.19.4 Conservación de la obra.**

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

### **3.5.19.5 Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor.**

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

### **3.5.19.6 Pago de arbitrios.**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

### **3.5.20 Retenciones en concepto de garantía.**

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

### **3.5.21 Plazos de ejecución: Planning de obra**

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

### **3.5.22 Liquidación económica de las obras.**

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

### **3.5.23 Liquidación final de la obra.**

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.



### **3.6. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES.**

#### **3.6.1 Prescripciones sobre los materiales.**

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. 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.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.

El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 3.2.2.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su

aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

#### **3.6.1.1 Garantías de calidad (Marcado CE)**

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente. Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en

materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

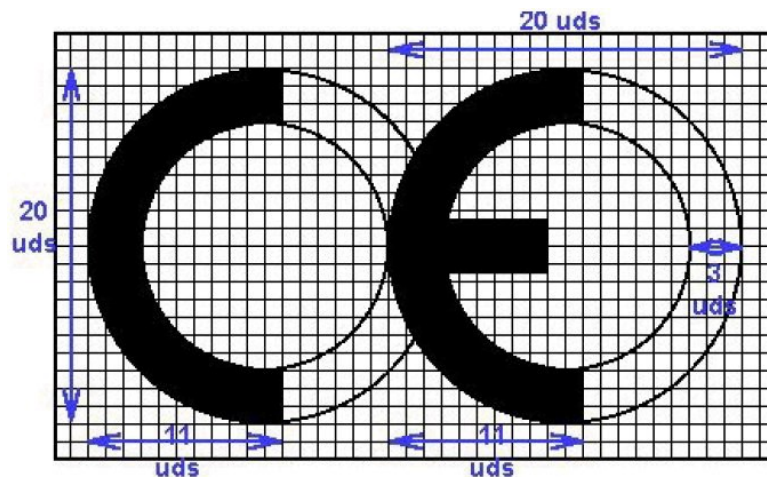
Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del mercado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo “CE” acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.




Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda) el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante

- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Ejemplo de marcado CE:

	Símbolo
0123	Nº de organismo notificado
Empresa	Nombre del fabricante
Dirección registrada	Dirección del fabricante
Fábrica	Nombre de la fábrica
Año	Dos últimas cifras del año
0123-CPD-0456	Nº del certificado de conformidad
EN 197-1	Norma armonizada
CEM I 42.5 R	Designación normalizada
Límite de cloruros (%)	Información adicional
Límite de pérdida por calcinación de cenizas (%)	

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

### 3.6.2 Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se



organizan en los siguientes apartados:

**MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.**

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

**NORMATIVA DE APLICACIÓN.**

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.**

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.**

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

**DEL SOPORTE.**





Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

#### AMBIENTALES.

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

#### DEL CONTRATISTA.

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación para realizar cierto tipo de trabajos.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

#### FASES DE EJECUCIÓN.

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse cada unidad de obra, una vez aceptada, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades y quede garantizado su buen funcionamiento.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados,



cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

## CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

## COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.



No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

#### TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

#### ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

#### CIMENTACIONES.

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

#### ESTRUCTURAS.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las



secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

#### ESTRUCTURAS METÁLICAS.

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

#### ESTRUCTURAS (FORJADOS).

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ .

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

#### ESTRUCTURAS (MUROS).

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

#### FACHADAS Y PARTICIONES.

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de  $X \text{ m}^2$ , lo que significa que:

- Cuando los huecos sean menores de  $X \text{ m}^2$  se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.
- Cuando los huecos sean mayores de  $X \text{ m}^2$ , se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

- Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

#### INSTALACIONES.

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

#### REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOSCADOS DE CEMENTO).

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ , el exceso sobre los  $X \text{ m}^2$ . Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a  $X \text{ m}^2$ . Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

#### **3.6.3 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.**

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

### **3.7 Pliego de condiciones.**

Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.

Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.

Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones

### **3.8 Calidad de los materiales.**

#### **3.8.1 Generalidades.**

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación y llevarán el marcado CE de conformidad.

Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en la forma y con la finalidad para la que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de

la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal reglamentación, se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente reglamento (REBT 2002). En particular, se incluirán, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización. Marca y modelo.

Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.

Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

### **3.8.2 Conductores eléctricos.**

#### Derivaciones individuales.

Según ITC BT 15 en su apartado 1, las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados. Conductores aislados en el interior de tubos enterrados. Conductores aislados en el interior de tubos de montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439-2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 450/750 V. Para el caso de multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1 kV. La sección mínima de los conductores será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección.

Los conductores serán no propagadores de la llama y con emisión de humos de opacidad reducida, de los denominados 'libres de halógenos', según UNE 21123 y UNE EN 50085/86.

Según la Instrucción ITC BT 16, con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será el rojo, y su sección mínima será de 1,5 mm<sup>2</sup>.

### Circuitos interiores

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores serán de cobre aislados, siendo su tensión nominal de aislamiento de 450/750 V.

Para el caso de viviendas los circuitos y sus secciones mínimas serán las indicadas en la ITC-BT-25. La sección mínima de los conductores de protección será la fijada por la instrucción ITC-BT-19.

En caso de que vayan montados sobre aisladores, los conductores podrán ser de cobre o aluminio desnudos, según lo indicado en la ITC BT 20.

Los conductores desnudos o aislados, de sección superior a 16 milímetros cuadrados, que sean sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.

### **3.8.3 Conductores de neutro.**

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.

Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.



#### **3.8.4 Conductores de protección.**

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la CGP, por la misma conducción por donde discurra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la Instrucción ITC BT 26, en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que estos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

#### **3.8.5 Identificación de los conductores.**

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento: Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.

Azul claro para el conductor neutro.

Amarillo - verde para el conductor de protección.

Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.



### **3.8.6 Tubos protectores.**

#### **Clases de tubos a emplear.**

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno. 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

#### **Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos.**

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

#### **Derivaciones individuales.**

En edificios de hasta 12 viviendas por escalera, las derivaciones individuales se podrán instalar directamente empotradas con tubo flexible autoextinguible y no propagador de la llama. En los demás casos, discurrirán por el interior de canaladuras empotradas o adosadas al hueco de la escalera, instalándose cada derivación individual en un tubo aislante rígido autoextinguible y no propagador de la llama, de grado de protección mecánica 5 si es rígido, y 7 si es flexible. La parte de las derivaciones individuales que discurra por fuera de la canaladura irá bajo tubo empotrado.

#### **Circuitos interiores.**

Los tubos empleados en la instalación interior de las viviendas serán aislantes flexibles normales en instalación empotrada.

## **3.9 Normas de ejecución de las instalaciones**

### **3.9.1 Sistemas de canalización.**

#### **Prescripciones generales.**

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las

verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.



### Tubos en montaje superficial.

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

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

### Tubos empotrados.

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

- La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien

provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

### Derivaciones individuales.

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 40 mm. Cuando, por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta.

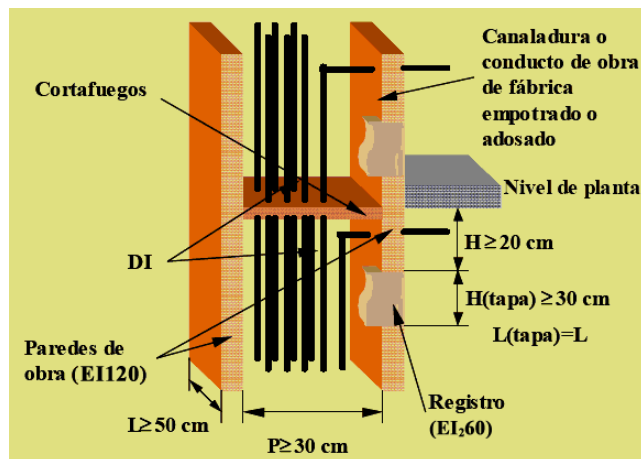
En cualquier caso, para atender posibles ampliaciones, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común. Si esto no es posible, quedarán determinadas sus servidumbres correspondientes.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego EI 120 preparado exclusivamente para este fin. Este conducto podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

Se dispondrán, además, elementos cortafuegos cada 3 plantas y tapas de registro precintables de la dimensión de la canaladura y de resistencia al fuego EI2 60 conforme al CTE DB SI.

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo, tal y como se indica en el gráfico siguiente:



Las dimensiones de la canaladura vendrán dadas por el número de tubos protectores que debe contener. Dichas dimensiones serán las indicadas en la tabla siguiente:

Nº de Derivaciones	Anchura L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m (una fila)	Profundidad P = 0,30 m (dos filas)
Hasta 12	0.65	0.50
13 - 24	1.25	0.65
25 - 36	1.85	0.95
37 - 48	2.45	1.35

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

Los sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios y serán 'no propagadores de la llama'. Los elementos de conducción de cables, de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

### **3.9.2 Cajas de empalme y derivación.**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.



Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

### **3.9.3 Aparatos de mando y maniobra**

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarían la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

### **3.9.4 Aparatos de protección.**

#### **Protección contra sobreintensidades.**

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

#### **Aplicación.**

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

#### **Protección contra sobrecargas.**

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

#### **Protección contra cortocircuitos.**

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de



características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

### Situación y composición.

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

### **Normas aplicables.**

#### Pequeños interruptores automáticos (PIA).

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreesfuerzos se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares. 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados. Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32,40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B,C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.

#### Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N". Interruptores automáticos de baja tensión Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947- 2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada ( $I_n$ ).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

## **Fusibles.**

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

## **Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual.**

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947- 2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

## **Características principales de los dispositivos de protección.**

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán construidos

de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

### **Protección contra sobretensiones de origen atmosférico.**

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

## Protección contra contactos directos e indirectos.

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 - 4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas. Protección por medio de barreras o envolventes. Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados. 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra. Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R = \frac{V_c}{I_s}$$

Dónde:

R = Resistencia de puesta a tierra (Ohm).

V<sub>c</sub> = Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).

I<sub>s</sub> = Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo

conveniente, la instalación a proteger).

### 3.9.5 Instalaciones en cuartos de baño o aseo.

La instalación se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC BT 27.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0.05 m por encima el suelo.
- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante

su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por

encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

### **3.9.6 Red equipotencial.**

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

### **3.9.7 Instalación de puesta a tierra.**

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

#### Naturaleza y secciones mínimas.

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

### Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los



conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

#### Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

### **3.9.8 Instalaciones en garajes.**

#### Generalidades.

Según lo indicado en la instrucción ITC BT 29 en su apartado 4.2 los talleres de reparación de vehículos y los garajes en que puedan estar estacionados más de cinco vehículos serán considerados como un emplazamiento peligroso de Clase I, y se les dará la distinción de zona 1, en la que se prevé que haya de manera ocasional la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas vapor o niebla.

Las instalaciones y equipos destinados a estos locales cumplirán las siguientes prescripciones:

Por tratarse de emplazamientos peligrosos, las instalaciones y equipos de garajes para estacionamiento de más de cinco vehículos deberán cumplir las prescripciones señaladas en la Instrucción ITC-BT-29.

No se dispondrá dentro de los emplazamientos peligrosos ninguna instalación destinada a la carga de baterías.

Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los emplazamientos peligrosos. Las canalizaciones empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el emplazamiento peligroso cuando alguna parte de las mismas penetre o atraviese dicho emplazamiento.

Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,50 metros sobre el suelo a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánica.

Los equipos eléctricos que se instalen deberán ser de las Categorías 1 ó 2.

Estos locales pueden presentar también, total o parcialmente, las características de un local húmedo o mojado y, en tal caso, deberán satisfacer igualmente lo señalado para las instalaciones eléctricas en éstos.

La ventilación, ya sea natural o forzada, se considera suficientemente asegurada cuando:

- Ventilación natural: Admisible solamente en garajes con fachada al exterior en semisótano, o con "patio inglés". En este caso, las aberturas para ventilación deberán de ser permanentes, independientes de las entradas de acceso, y con una superficie mínima de comunicación al exterior de 0,5 por ciento de la superficie del local del garaje.
- Ventilación forzada: Para todos los demás casos, o sea, para garajes en sótanos. En estos casos la ventilación será suficiente cuando se asegure una renovación mínima de aire de 15 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> de superficie del garaje.

Cuando la superficie del local en su conjunto sea superior a 1.000 m<sup>2</sup>, en los aparcamientos públicos debe asegurarse el funcionamiento de los dispositivos de renovación del aire, con un suministro complementario siendo obligatorio disponer de aparatos detectores de CO que accionen automáticamente la instalación de ventilación.

### **3.9.9 Alumbrado.**

#### Alumbrados especiales.

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100

personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.

- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.
- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

#### Alumbrado general.

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

### **3.10 Pruebas reglamentarias.**

Terminada la ejecución de las instalaciones deberán realizarse los ensayos obligatorios previstos en el artículo 637º del RSIUEE.

#### **3.10.1 Comprobación de la puesta a tierra.**

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

#### **3.10.2 Resistencia de aislamiento.**

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a  $1000 \times U$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

### **3.11 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador



extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

### **3.12 Certificados y documentación.**

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

### **3.13 Libro de órdenes.**

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

# 4. PRESUPUESTO

#### 4.1 Precios unitarios.

LISTA DE PRECIOS UNITARIOS		
N°	Designacion	Precio (euros)
mo001	Oficial 1ª electricista.	20,5
mo002	Ayudante electricista.	17,69
mo003	Oficial 1ª construcción.	19,84
mo004	Peón ordinario construcción.	16,56
mo005	Oficial 1ª instalador de climatización.	19,34
mo006	Ayudante instalador de climatización.	16,56
mo007	Oficial 1ª calefactor.	19,34
mo008	Oficial 1ª fontanero.	19,34
mo009	Ayudante fontanero.	16,69
mt350b	Material auxiliar	2
1/1CS1S	Captador solar, marca Cablemat Solar, modelo CS2S	570
1/11CS300	Acumulador, marca Solar Innova, serie SI-EST-DC-2S. El modelo seleccionado corresponde al de 300 litros.	1019,4
3/7CS4033776	Bomba Wilo-Star-ZD 25/6	159
1/2CSEST1	Estructura para terraza plana de 1 captador.	94
EFQ36E6L	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C	14,06
EFR11412	Recubrimiento de aislamiento térmico de tuberías de aluminio	13,12
EF5283B2	Tubo de cobre R250 (semiduro) de 14 mm de diámetro nominal, de 1 mm de espesor	8,93
G22D2011	Desbroce del terreno de menos de 2 m, con medios mecánicos y carga mecánica sobre camión	0,84
G2225711	Perforación más de 4 m de profundidad, en terreno blando, con medios mecánicos, y carga sobre camión	15,18
G2225712	Kit geotérmico, compuesto por tubos sondas PE-100 de doble U de diámetro 32 x 2.9 mm	1751
195415	Bomba de calor TERRA 12 S/W (-HGL/BA)	8812
10010110	Tubería multicapa PERT-AL-PERT, de la marca Enertres. Diámetro 18mm x 2mm de espesor.	1,17
10020001	Panel aislante seleccionado ENERPLUS tiene un espesor de 30 mm.	17,28
10020004	Banda de espuma de PE extruido que actúa como aislamiento lateral para el borde de las placas	2,5
10070403	kit de regulación a temperatura variable para suelo radiante seleccionado es de la marca ENETRES para 10 vías	2163
10070408	kit de regulación a temperatura variable para suelo radiante seleccionado es de la marca ENETRES para 5 vías	1897
10070456	Grupo de impulsión modular GM25F, que contiene una bomba de impulsión Wilo RS 25/4-3.	342,25
10100001	Termostatos para Frio-Calor de la marca Enertres. selector manual con función Invierno/Verano para calefacción o refrigeración.	49,12
10020006	Mortero estándar	3,2
1010ds	Módulo Solar fotovoltaico A-230w GSE	261
10100ro	Regulador Schneider	1425
10100be	Baterías seleccionadas son de la marca, modelo OPzS Exide Classic Solar OPzS Solar 3350	908,06
10100ii	Inversor/cargador marca Shcneider	1669

GE001	Grupo electrogeno modelo 15 EKOZD de la marca KOHLER POWER SYSTEMS (Marine generator set)	1700
SMS001	Parking de soporte para modulos solares fotovoltaicos	2335
TBS31	Luminaria foco LED circular direccionable 9x1W	10,95
TBS32	Luminaria downlight LED Samsung 25 w	33,95
TBS33	Luminaria pantalla estanca para dos tubos de LED 600mm PC/PC	54,85
TBS34	Luminaria foco proyector 30 W PRO	79,95
TBS35	Luminaria proyector elegace 50 W	64,95
BE002	Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	7,22
IM0872	Interruptor monopolar, gama básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	6,78
SD22	Pulsador, de superficie, 10 A 250 V, con 1 contacto NA, con tecla y con caja estanca, precio medio, con grado de protección IP-55, con tubo rígido de PVC, caja de derivación cuadrada y conductor de cobre de	42,37
CG03P	Caja para cuadro de mando y protección, de material autoextinguible, con puerta, para 20 módulos ampliable a 30 módulos y montada superficialmente	43
CG04P	Caja para cuadro de mando y protección, de material autoextinguible, con puerta, para 20 módulos ampliable a 30 módulos y montada superficialmente	43
mt35tte010b	Accesorios para la intalacion	744
IA8001	Mag/Bip. 63A	46,85
IA7001	Diferen./Bipo. 63A; 30mA	142,1
IA8002	Mag/Bip. 25A	21,14
IA7002	Diferen./Bipo. 25A; 30mA	16,9
IA8003	Mag/Bip. 16A	20,24
IA8004	Mag/Bip. 50A	45,4
IA8005	Mag/Bip. 40A	63,21
IA7003	Diferen./Bipo. 40A; 30mA	16,9
IA8006	Mag/Bip. 10A	19,87
mt35tte010a	Accesorios seguridad	4000
CUg21	Conductor de cobre desnudo, unipolar de sección 1x35 mm <sup>2</sup> , montado superficialmente	6,28
CUv321	Pica de toma de tierra y de acero, con recubrimiento de cobre de espesor estándar, de 2000 mm de longitud de 14 mm de diámetro, clavada en el suelo	6,68
CU001	Conductor 1,5mm <sup>2</sup> Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,14
CU002	Conductor 2,5 mm <sup>2</sup> Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,2
CU003	Conductor 6 mm <sup>2</sup> Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,5
CU101	Conductor 16mm <sup>2</sup> Cu RVZ-K Unipolar, subteraneo	1,7
CU004	Conductor 16 mm <sup>2</sup> Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	1,38
CU005	Conductor 35 mm <sup>2</sup> Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	9,09



## 4.2 CAPITULO 1: Instalaciones de ACS.

### 4.2.1 Cuadro de precios descompuestos.

INSTALACIONES ACS					
P-IA001	Acumulador, marca Solar Innova, serie SI-EST-DC-2S. El modelo seleccionado corresponde al de 300 litros.				
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
1/11CS300	1	Ud	Acumulador, marca Solar Innova, serie SI-EST-DC-2S. El modelo seleccionado corresponde al de 300 litros.	1019,4	1019,4
mo008	4	h	Oficial 1ª fontanero.	19,34	77,36
mo009	4	h	Ayudante fontanero.	16,69	66,76
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	1240,92
	2	%	Costes directos complementarios	1240,92	24,82
	3	%	Costes indirectos	1265,74	37,97
				Total	1303,71

P-IA002	Captador solar, marca Cablemat Solar, modelo CS2S				
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
1/1CS1S	1	Ud	Captador solar, marca Cablemat Solar, modelo CS2S	570	570
1/2CSEST1	1	Ud	Estructura para terraza plana de 1 captador.	94	94
mo008	4	h	Oficial 1ª fontanero.	19,34	77,36
mo009	4	h	Ayudante fontanero.	16,69	66,76
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	885,52
	2	%	Costes directos complementarios	885,52	17,71
	3	%	Costes indirectos	903,23	27,10
				Total	930,33

P-IA003 Estación solar de bombeo con centralita de control Proceda Solareg II con sistema de purgado incluido					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
	1	Ud	Estación solar de bombeo con centralita de control Proceda Solareg II con sistema de purgado incluido	785	785
mo008	4	h	Oficial 1ª fontanero.	19,34	77,36
mo009	4	h	Ayudante fontanero.	16,69	66,76
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	1006,52
	2	%	Costes directos complementarios	1006,52	20,13
	3	%	Costes indirectos	1026,65	30,80
				Total	1057,45

P-IA004 Interconexionado de los elementos de la instalación de ACS					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
3/7CS4033776	1	Ud	Bomba Wilo-Star-ZD 25/6	159	159
EF5283B2	16	m	Tubo de cobre R250 (semiduro) de 14 mm de diámetro nominal, de 1 mm de espesor	8,93	142,88
EFQ36E6L	16	m	Aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre	14,06	224,96
EFR11412	16	m	Recubrimiento de aislamiento térmico de tuberías de aluminio	13,12	
mo008	8	h	Oficial 1ª fontanero.	19,34	154,72
mo009	8	h	Ayudante fontanero.	16,69	133,52
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	892,48
	2	%	Costes directos complementarios	892,48	17,85
	3	%	Costes indirectos	910,33	27,31
				Total	937,64

#### 4.2.2 Presupuesto.

Codigo	Designacion	Importe		
		Precio (€)	cantidad	Total (€)
P-IA001	Acumulador, marca Solar Innova, serie SI-EST-DC-2S. El modelo seleccionado corresponde al de 300 litros.	1303,71	1	1303,71
P-IA002	Captador solar, marca Cablemat Solar, modelo CS2S	930,33	1	930,327
P-IA003	Estación solar de bombeo con centralita de control Proceda Solareg II con sistema de purgado incluido	1057,45	1	1057,45
P-IA004	Interconexionado de los elementos de la instalación de ACS	937,64	1	937,64
			TOTAL	4229,13

#### 4.3 CAPITULO 2: instalaciones de climatizacion.

##### 4.3.1 Cuadro de precios descompuestos.

INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN					
P-IC001	Desbroce del terreno de menos de 2 m, con medios mecánicos y carga mecánica sobre camión				
Código	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe
G22D2011	10	Ud	Desbroce del terreno de menos de 2 m, con medios mecánicos y carga mecánica sobre camión	0,84	8,4
mo003	4	h	Oficial 1ª construcción.	19,84	79,36
mo004	4	h	Peón ordinario construcción.	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	231,4
	2	%	Costes directos complementarios	231,4	4,63
	3	%	Costes indirectos	236,03	7,08
				Total	243,11

P-IC002	Perforación más de 4 m de profundidad, en terreno blando, con medios mecánicos, y carga sobre camión				
Código	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe
G2225711	100	Ud	Perforación más de 4 m de profundidad, en terreno blando, con medios mecánicos, y carga sobre camión	15,18	1518
mo003	4	h	Oficial 1ª construcción.	19,84	79,36
mo004	4	h	Peón ordinario construcción.	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	1741
	2	%	Costes directos complementarios	1741	34,82
	3	%	Costes indirectos	1775,82	53,27
				Total	1829,09

P-IC003	Kit geotérmico, compuesto por tubos sondas PE-100 de doble U de diámetro 32 x 2.9 mm				
Código	Cantidad	Uds.	Descripción	Precio	Importe
G2225712	1	Ud	Kit geotérmico, compuesto por tubos sondas PE-100 de doble U de diámetro 32 x 2.9 mm	1751	1751
mo005	8	h	Oficial 1ª instalador de climatización	19,34	154,72
mo006	4	h	Ayudante instalador de climatización.	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	2049,36
	2	%	Costes directos complementarios	2049,36	40,99
	3	%	Costes indirectos	2090,35	62,71
				Total	2153,06

P-IC004 Bomba de calor TERRA 12 S/W (-HGL/BA)					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
195415	1	Ud	Bomba de calor TERRA 12 S/W (-HGL/BA)	8812	8812
mo005	4	h	Oficial 1ª instalador de climatización	19,34	77,36
mo006	4	h	Ayudante instalador de climatización.	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	9033
2	%	Costes directos complementarios		9033	180,66
3	%	Costes indirectos		9213,66	276,41
				Total	9490,07

P-IC005 kit de regulación a temperatura variable para suelo radiante seleccionado es de la marca ENETRES					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
10070403	1	Ud	kit de regulación a temperatura variable para suelo radiante seleccionado es de la marca ENETRES para 10 vias	2163	2163
10070408	1	Ud	kit de regulación a temperatura variable para suelo radiante seleccionado es de la marca ENETRES para 5 vias	1897	1897
10070456	1	Ud	Grupo de impulsión modular GM25F, que contiene una bomba de impulsión Wilo RS 25/4-3.	342,25	342,25
mo005	4	h	Oficial 1ª instalador de climatización	19,34	77,36
mo006	4	h	Ayudante instalador de climatización.	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	4623,25
2	%	Costes directos complementarios		4623,25	92,47
3	%	Costes indirectos		4715,72	141,47
				Total	4857,19

P-IC006 Tubería multicapa PERT-AL-PERT, de la marca Enertres. Diametro 18mm x 2mm de espesor.					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
10010110	1302	Ud	Tubería multicapa PERT-AL-PERT, de la marca Enertres. Diametro 18mm x 2mm de espesor.	1,17	1523,34
10020001	230	m2	Panel aislante seleccionado ENERPLUS tiene un espesor de 30 mm.	17,28	3974,4
10020004	223,67	m	Banda de espuma de PE extruido que actúa como aislamiento lateral para el borde de las placas	2,5	559,175
10100001	15	ud	Termostatos para Frio-Calor de la marca Enertres. selector manual con función Invierno/Verano para calefacción o refrigeración.	49,12	736,8
10020006	25	m3	Mortero estándar	3,2	80
mo005	4	h	Oficial 1ª instalador de climatización	19,34	77,36
mo006	4	h	Ayudante instalador de climatización.	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	7094,715
2	%	Costes directos complementarios		7094,715	141,89
3	%	Costes indirectos		7236,61	217,10
				Total	7453,71

### 4.3.2 Presupuesto.

Codigo	Designacion	Importe		
		Precio (€)	cantidad	Total (€)
P-IC001	Desbroce del terreno de menos de 2 m, con medios mecánicos y carga mecánica sobre camión	243,11	1	243,11
P-IC002	Perforación más de 4 m de profundidad, en terreno blando, con medios mecánicos, y carga sobre camión	1829,09	2	3658,189
P-IC003	Kit geotérmico, compuesto por tubos sondas PE-100 de doble U de diámetro 32 x 2.9 mm	2153,06	1	2153,06
P-IC004	Bomba de calor TERRA 12 S/W (-HGL/BA)	9490,07	1	9490,07
P-IC005	kit de regulación a temperatura variable para suelo radiante seleccionado es de la marca ENETRES	4857,19	1	4857,19
P-IC006	Tuberia multicapa PERT-AL-PERT, de la marca Enertres. Diametro 18mm x 2mm de espesor.	7453,71	1	7453,71
			TOTAL	27855,32

### 3.3 CAPITULO 3: Instalacion fotovoltaica.

#### 3.3.1. Cuadro de precios descompuestos.

INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN					
P-IF001	Módulo Solar fotovoltaico A-230w GSE				
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
1010ds	30	Ud	Módulo Solar fotovoltaico A-230w GSE	261	7830
SMS001	1	Ud	Parking de soporte para modulos solares fotovoltaicos	2335	2335
mo001	16	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	328
mo002	16	h	Ayudante electricista.	17,69	283,04
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	10853,44
	2	%	Costes directos complementarios	10853,44	217,07
	3	%	Costes indirectos	11070,51	332,12
				Total	11402,62

P-IF002		Regulador Schneider			
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
10100ro	2	Ud	Regulador Schneider	1425	2850
mo001	6	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	123
mo002	6	h	Ayudante electricista.	17,69	106,14
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	3156,54
	2	%	Costes directos complementarios	3156,54	63,13
	3	%	Costes indirectos	3219,67	96,59
				Total	3316,26

P-IF003		Baterías seleccionadas son de la marca, modelo OPzS Exide Classic Solar OPzS Solar 3350			
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
10100be	24	Ud	Baterías seleccionadas son de la marca, modelo OPzS Exide Classic Solar OPzS Solar 3350	908,06	21793,44
mo001	8	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	164
mo002	8	h	Ayudante electricista.	17,69	141,52
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	22176,36
	2	%	Costes directos complementarios	22176,36	443,53
	3	%	Costes indirectos	22619,89	678,60
				Total	23298,48

P-IF004		Inversor/cargador marca Shneider			
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
10100ii	2	Ud	Inversor/cargador marca Shneider	1669	3338
mo001	6	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	123
mo002	6	h	Ayudante electricista.	17,69	106,14
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	3644,54
	2	%	Costes directos complementarios	3644,54	72,89
	3	%	Costes indirectos	3717,43	111,52
				Total	3828,95

### 3.3.2 Presupuesto.

Codigo	Designacion	Importe		
		Precio (€)	cantidad	Total (€)
P-IF001	Módulo Solar fotovoltaico A-230w GSE	11402,62	1	11402,62
P-IF002	Regulador Schneider	3316,26	1	3316,261
P-IF003	Baterías seleccionadas son de la marca, modelo OPzS Exide Classic Solar OPzS Solar 3350	23298,48	1	23298,48
P-IF004	Inversor/cargador marca Shneider	3828,95	1	3828,95
			TOTAL	41846,32

### 3.4 CAPITULO 4: Instalaciones electricas.

#### 3.4.1 Cuadro de precios descompuestos.

INSTALACIONES DE ELECTRIFICACIÓN					
P-IE001	Luminaria foco LED circular direccionable 9x1W				
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
TBS31	5	Ud	Luminaria foco LED circular direccionable 9x1W	10,95	54,75
mo001	1	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	20,5
mo002	1	h	Ayudante electricista.	17,65	17,65
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	170,3
	2	%	Costes directos complementarios	170,3	3,41
	3	%	Costes indirectos	173,71	5,21
				Total	178,92

P-IE002	Luminaria downlight LED Samsung 25 w				
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
TBS32	35	Ud	Luminaria downlight LED Samsung 25 w	33,95	1188,25
mo001	5	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	102,5
mo002	5	h	Ayudante electricista.	17,65	88,25
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	1456,4
	2	%	Costes directos complementarios	1456,4	29,13
	3	%	Costes indirectos	1485,53	44,57
				Total	1530,09

P-IE003 Luminaria pantalla estanca para dos tubos de LED 600mm PC/PC					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
TBS33	6	Ud	Luminaria pantalla estanca para dos tubos de LED 600mm PC/PC	54,85	329,1
mo001	2	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	41
mo002	2	h	Ayudante electricista.	17,65	35,3
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	482,8
	2	%	Costes directos complementarios	482,8	9,66
	3	%	Costes indirectos	492,46	14,77
				Total	507,23

P-IE004 Luminaria foco proyector 30 W PRO					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
TBS34	9	Ud	Luminaria foco proyector 30 W PRO	79,95	719,55
mo001	3	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	61,5
mo002	3	h	Ayudante electricista.	17,65	52,95
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	911,4
	2	%	Costes directos complementarios	911,4	18,23
	3	%	Costes indirectos	929,63	27,89
				Total	957,52

P-IE005 Luminaria proyector eleganc 50 W					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
TBS35	3	Ud	Luminaria proyector eleganc 50 W	64,95	194,85
mo001	1	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	20,5
mo002	1	h	Ayudante electricista.	17,65	17,65
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	310,4
	2	%	Costes directos complementarios	310,4	6,21
	3	%	Costes indirectos	316,61	9,50
				Total	326,11



P-IE06		Cableado instalación eléctrica			
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
CU001	200	m	Conductor 1,5mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,14	28
CU002	500	m	Conductor 2,5 mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,2	100
CU003	55	m	Conductor 6 mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	0,5	27,5
CU101	175	m	Conductor 16mm2 Cu RVZ-K Unipolar, subteraneo	1,7	297,5
CU004	50	m	Conductor 16 mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	1,38	69
CU005	0,6	m	Conductor 35 mm2 Cu H07Z1-K Unipolar, colocado en tubo	9,09	5,454
mo001	18	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	369
mo002	18	h	Ayudante electricista.	17,65	317,7
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	1291,554
	2	%	Costes directos complementarios	1291,554	25,83
	3	%	Costes indirectos	1317,39	39,52
				Total	1356,91

P-IE07		Cuadro general de la intalacion electrica			
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
CG03P	1	Ud	Caja para cuadro de mando y protección.	43	43
IA8001	1	Ud	Mag/Bip. 63A	46,85	46,85
IA7001	1	Ud	Diferen./Bipo. 63A; 30mA	142,1	142,1
IA8002	1	Ud	Mag/Bip. 25A	21,14	21,14
IA7002	1	Ud	Diferen./Bipo. 25A; 30mA	16,9	16,9
IA8003	4	Ud	Mag/Bip. 16A	20,24	80,96
IA8004	1	Ud	Mag/Bip. 50A	45,4	45,4
mo001	4	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	82
mo002	2	h	Ayudante electricista.	17,65	35,3
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	591,05
	2	%	Costes directos complementarios	591,05	11,82
	3	%	Costes indirectos	602,87	18,09
				Total	620,96

P-IE08 Cuadro general de la intalacion electrica de la vivienda					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
CG04P	1	Ud	Caja para cuadro de mando y protección.	43	43
IA8005	1	Ud	Mag/Bip. 40A	63,21	63,21
IA7003	2	Ud	Diferen./Bipo. 40A; 30mA	16,9	33,8
IA8006	2	Ud	Mag/Bip. 10A	19,87	39,74
IA8003	4	Ud	Mag/Bip. 16A	20,24	80,96
IA8002	1	Ud	Mag/Bip. 25A	21,14	21,14
mo001	4	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	82
mo002	2	h	Ayudante electricista.	17,65	35,3
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	476,55
	2	%	Costes directos complementarios	476,55	9,53
	3	%	Costes indirectos	486,08	14,58
				Total	500,66

P-IE09 Componentes instalación eléctrica					
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
BE002	57	Ud	Base de enchufe de 16 A 2P+T, gama básica, con tapa y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	7,22	411,54
IM0872	42	Ud	Interruptor monopolar, gama básica, con tecla simple y marco de 1 elemento de color blanco y embellecedor de color blanco.	6,68	280,56
SD22	1	Ud	Pulsador, de superficie, 10 A 250 V, con 1 contacto NA, con tecla y con caja estanca, precio medio, con grado de protección IP-55, con tubo rígido de PVC, caja de derivación cuadrada y conductor de cobre de designación H07V-U	42,37	42,37
mo001	5	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	102,5
mo002	4	h	Ayudante electricista.	17,65	70,6
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	984,97
	2	%	Costes directos complementarios	984,97	19,70
	3	%	Costes indirectos	1004,67	30,14
				Total	1034,81

P-IE010 Toma de tierra								
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe			
CUg21	64	Ud	Conductor de cobre desnudo, unipolar de sección 1x35 mm <sup>2</sup> , montado superficialmente	6,28	401,92			
CUv321	4	Ud	Pica de toma de tierra y de acero, con recubrimiento de cobre de espesor estándar, de 2000 mm de longitud de 14 mm de diámetro, clavada en el suelo	6,68	26,72			
mo001	5	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	102,5			
mo002	4	h	Ayudante electricista.	17,65	70,6			
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4			
				SubTotal	679,14			
				2	%	Costes directos complementarios	679,14	13,58
				3	%	Costes indirectos	692,72	20,78
				Total		713,50		

P-IE011 Grupo electrogeno modelo 15 EKOZD de la marca KOHLER POWER SYSTEMS (Marine generator set)								
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe			
GE001	1	Ud	Grupo electrogeno modelo 15 EKOZD de la marca KOHLER POWER SYSTEMS (Marine generator set)	1700	1700			
mo001	2	h	Oficial 1ª electricista.	20,5	41			
mo002	2	h	Ayudante electricista.	17,65	35,3			
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4			
				SubTotal	1853,7			
				2	%	Costes directos complementarios	1853,7	37,07
				3	%	Costes indirectos	1890,77	56,72
				Total		1947,50		

### 3.4.2 Presupuesto.

Codigo	Designacion	Importe			
		Precio (€)	cantidad	Total (€)	
P-IE001	Luminaria foco LED circular direccionable 9x1W	178,92	1	178,92	
P-IE002	Luminaria downlight LED Samsung 25 w	1530,09	1	1530,094	
P-IE003	Luminaria pantalla estanca para dos tubos de LED 600mm PC/PC	507,23	1	507,230	
P-IE004	Luminaria foco proyector 30 W PRO	957,52	1	957,517	
P-IE005	Luminaria proyector elegancia 50 W	326,11	1	326,106	
P-IE006	Cableado instalación eléctrica	1356,91	1	1356,91	
P-IE007	Cuadro general de la intalacion electrica	620,96	1	620,96	
P-IE008	Cuadro general de la intalacion electrica de la vivienda	500,66	1	500,66	
P-IE009	Componentes instalación eléctrica	1034,81	1	1034,81	
P-IE010	Toma de tierra	713,50	1	713,50	
P-IE011	Grupo electrogeno modelo 15 EKOZD de la marca KOHLER POWER SYSTEMS (Marine generator set)	1947,50	1	1947,50	
				TOTAL	9674,20

### 3.5 CAPITULO 5: Seguridad y salud.

#### 3.5.1 Cuadro deprecios descompuestos y presupuesto.

SEGURIDAD					
P-SS001	Accesorios seguridad				
Codigo	Cantidad	Uds.	Descripcion	Precio	Importe
mt35tte010a	1	Ud	Accesorios seguridad	4000	4000
mo003	4	h	Oficial 1ª construcción.	19,84	79,36
mo004	4	h	Peón ordinario construcción.	16,56	66,24
mt35tte010b	10	%	Accesorios para la intalacion	774	77,4
				SubTotal	4223
	2	%	Costes directos complementarios	4223	84,46
	3	%	Costes indirectos	4307,46	129,22
				Total	4436,68

### 3.6 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL			
Capitulo 1		Presupuesto instalaciones ACS	
		TOTAL	4229,13
Capitulo 2		Presupuesto instalaciones de climatización	
		TOTAL	27855,32
Capitulo 3		Presupuesto instalaciones fotovoltaica	
		TOTAL	41846,32
Capitulo 4		Presupuesto instalaciones eléctricas	
		TOTAL	9674,20
Capitulo 5		Presupuesto seguridad y salud	
		TOTAL	4436,68
		SUBTOTAL	88041,66
I.V.A	21%	88041,66	18488,7476
		<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>106.530,40</b>

Asciende el presente presupuesto a CIENTO SEIS MIL QUINIENTOS TREINTA EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

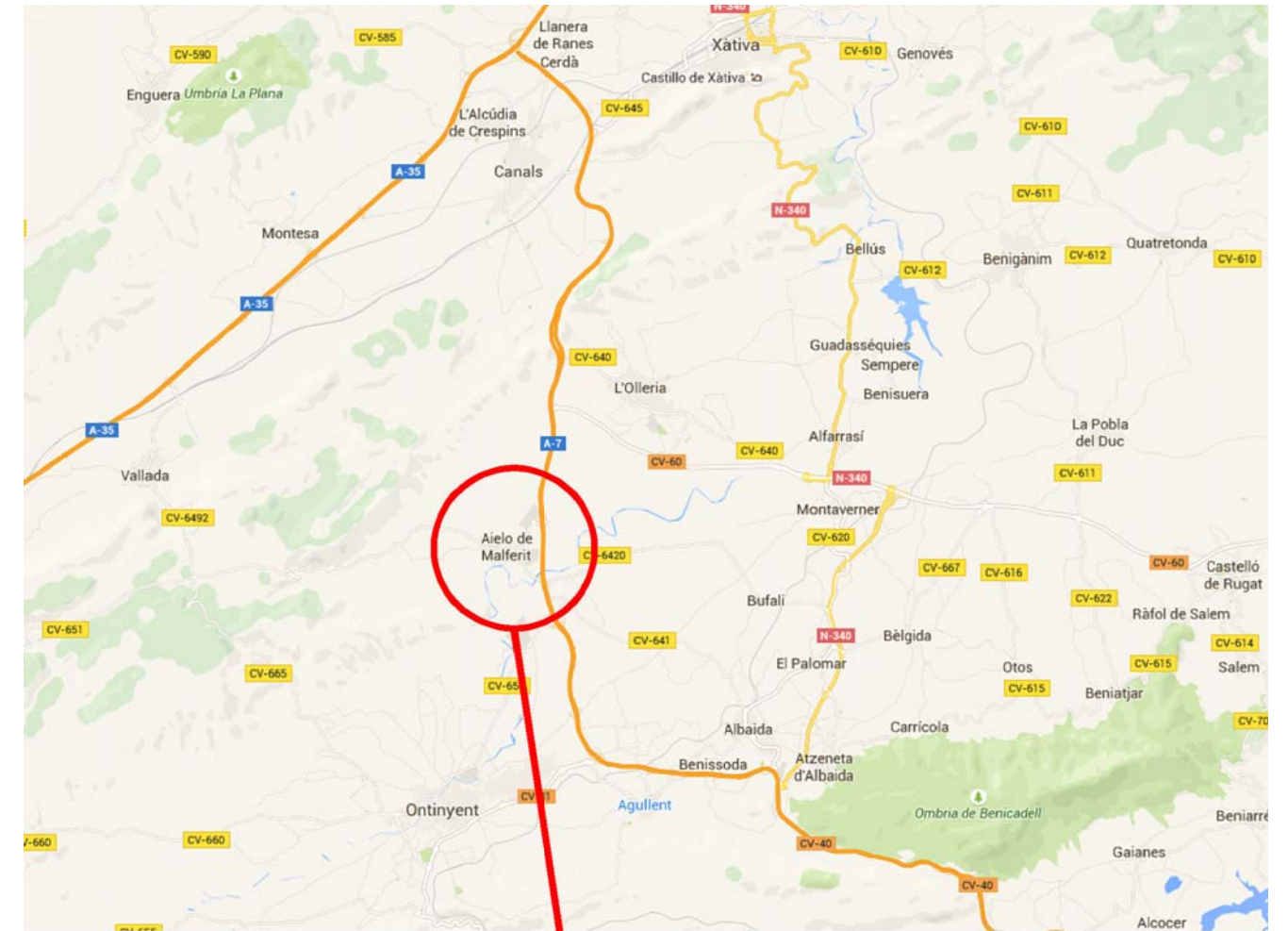
# 4. PLANOS

# ÍNDICE


1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
2. DETALLE DEL EMPLAZAMIENTO.
3. DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA.
4. DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA.
5. DISTRIBUCIÓN TERRAZAS.
6. ALZADO DE LA VIVIENDA.
7. T.T DE MASAS Y T.T. DE NEUTRO.
8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PLANTA BAJA.
9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PLANTA PRIMERA.
10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EXTERIOR Y TERRAZA.
11. SINÓPTICO DEL SISTEMA SOLAR Y ELÉCTRICO.
12. DETALLE DE CONEXIONADO DE PANELES FV.
13. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE PROTECC.
14. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO PROTECC. VIVIENDA.
15. DETALLE CUADRO DE STRINGS.
16. SINÓPTICO DE SISTEMA GEOTÉRMICO.
17. SUELO RADIANTE PLANTA BAJA.
18. SUELO RADIANTE PLANTA PRIMERA.
19. SINÓPTICO SISTEMA SOLAR DE ACS.

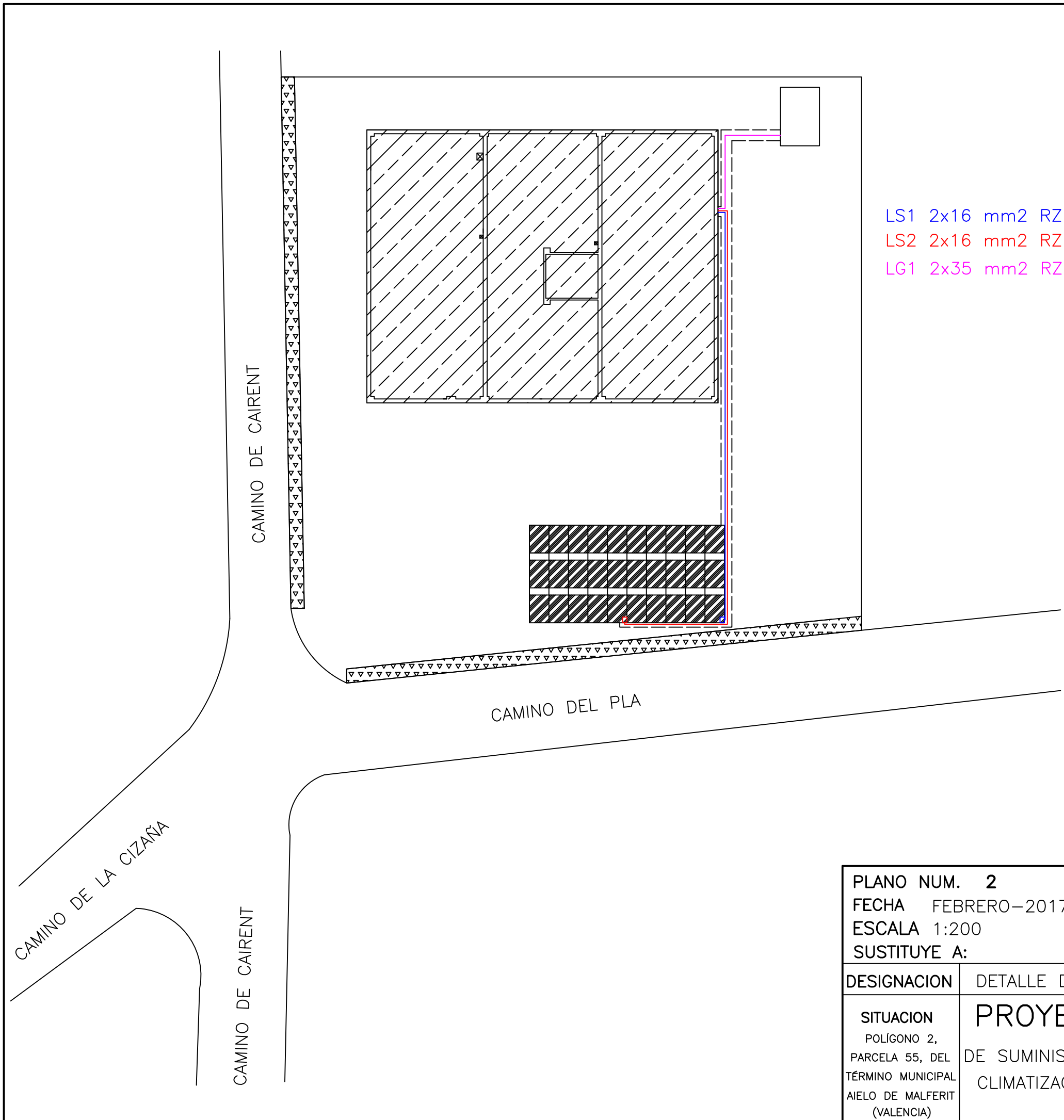


## EMPLAZAMIENTO




## SITUACION

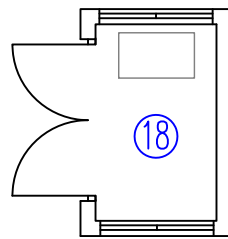
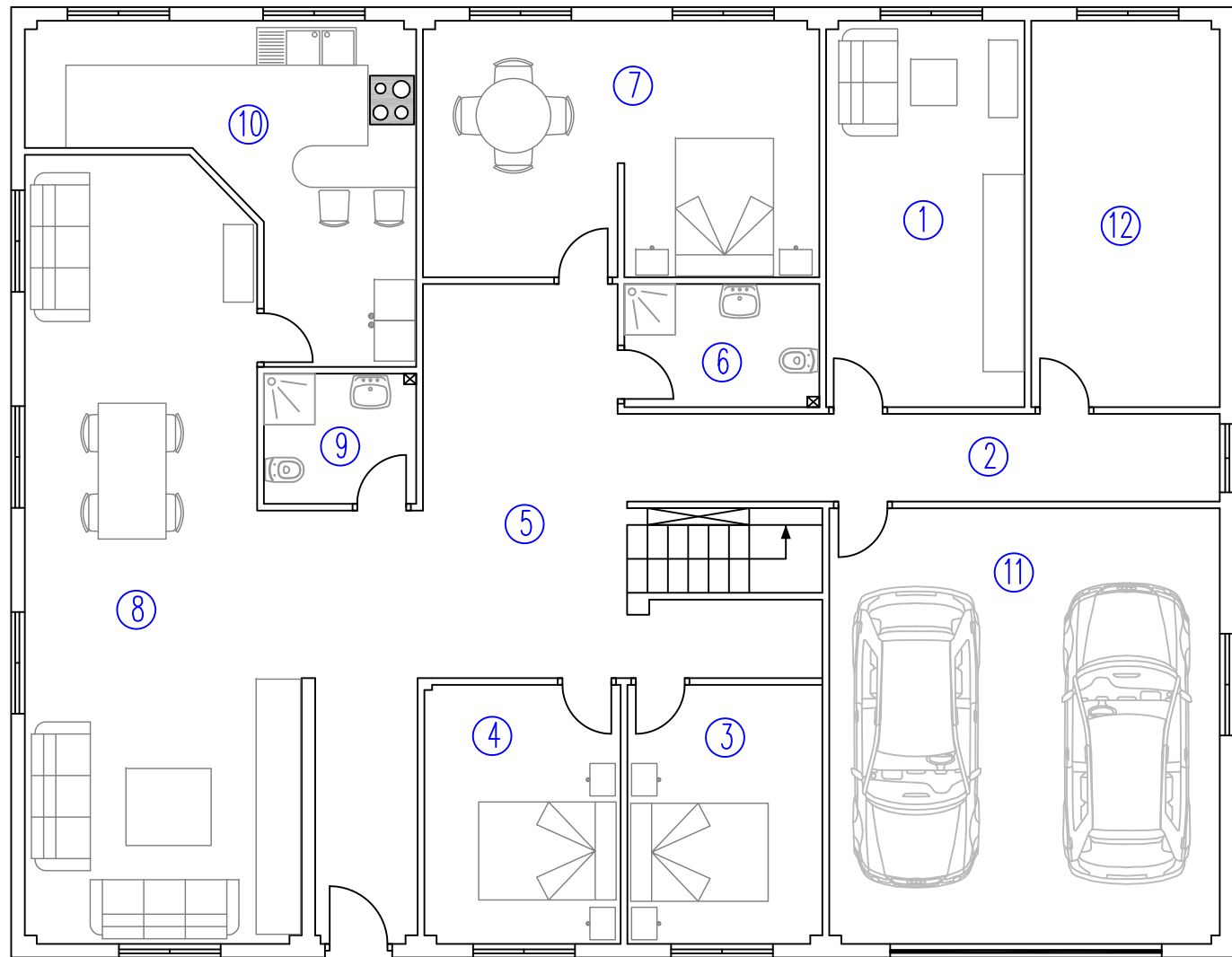
PLANO NUM. 1 FECHA FEBRERO-2017 ESCALA S/E SUSTITUYE A:	TITULAR: <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 <b>U.M.H.</b> UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
DESIGNACION	SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	
SITUACION POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA



LS1 2x16 mm2 RZ1-K  
 LS2 2x16 mm2 RZ1-K  
 LG1 2x35 mm2 RZ1-K


PLANO NUM. 2 FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:200 SUSTITUYE A:		TITULAR: JOSE LUIS MONTOYA MIRA	 U.M.H. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
DESIGNACION DETALLE DEL EMPLAZAMIENTO			
SITUACION POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	PROYECTO: DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA

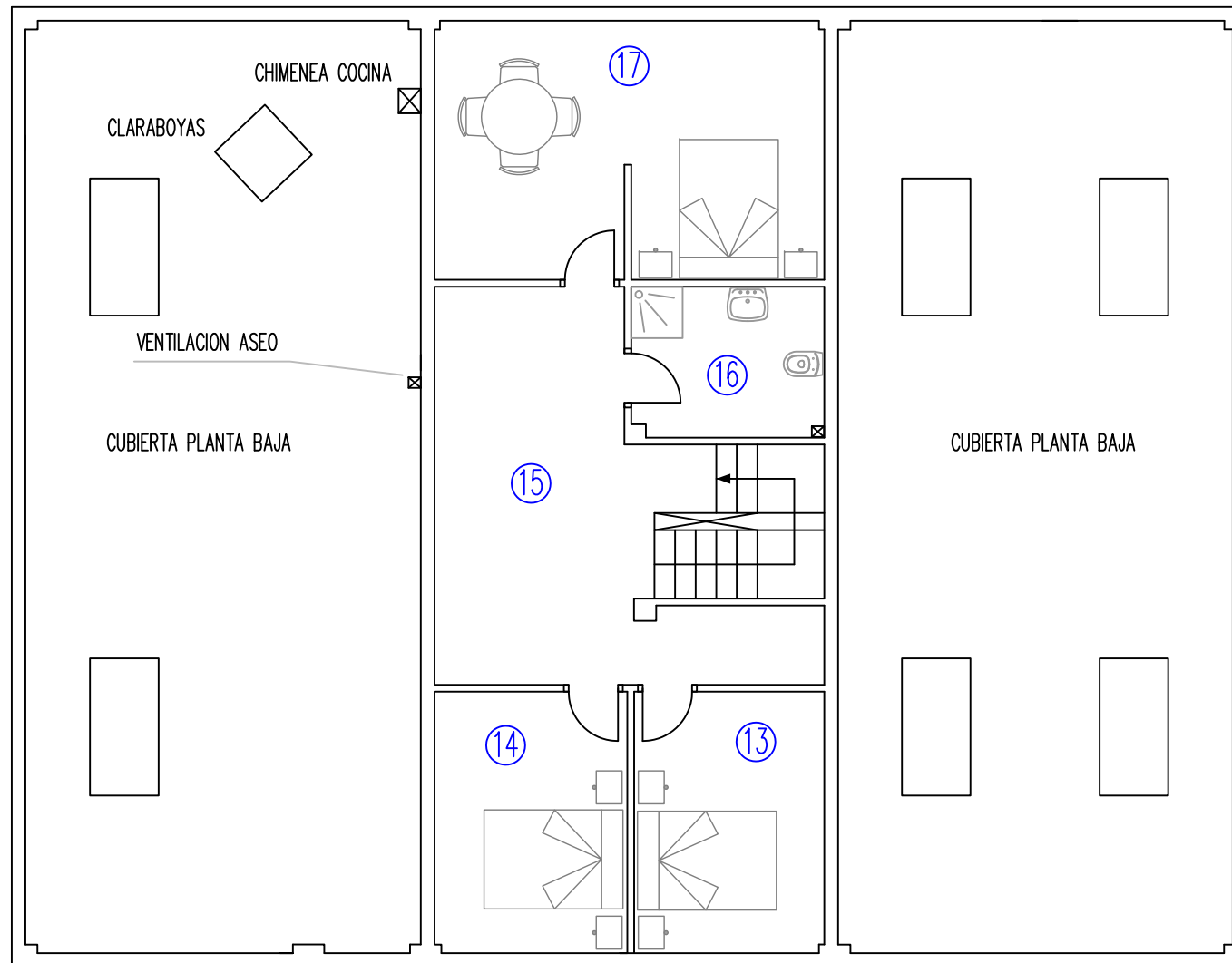




LEYENDA:


- ① DESPACHO
- ② PASILLO
- ③ HABITACIÓN 1
- ④ HABITACIÓN 2
- ⑤ PASILLO ESCALERA 1
- ⑥ ASEO 1
- ⑦ HABITACIÓN 3
- ⑧ COMEDOR
- ⑨ ASEO 2
- ⑩ COCINA
- ⑪ GARAJE
- ⑫ SALA TÉCNICA
- ⑱ CASETA DEL GRUPO ELECTRÓGENO

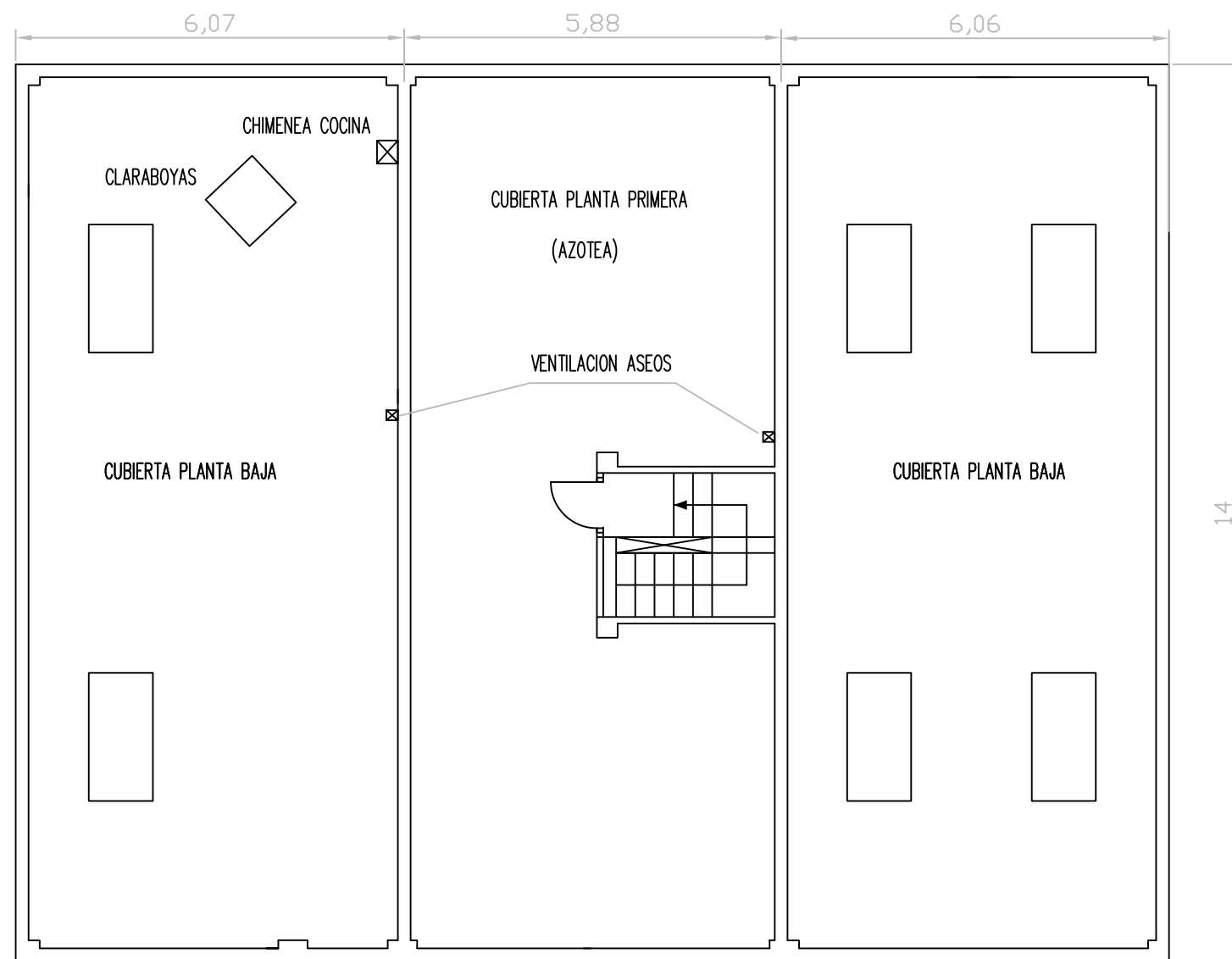
<b>PLANO NUM. 3</b> <b>FECHA FEBRERO-2017</b> <b>ESCALA 1:100</b> <b>SUSTITUYE A:</b>		<b>TITULAR:</b> <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 <b>U.M.H.</b> <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>
<b>DESIGNACION</b> DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA		<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	
<b>SITUACION</b> POLÍGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)			




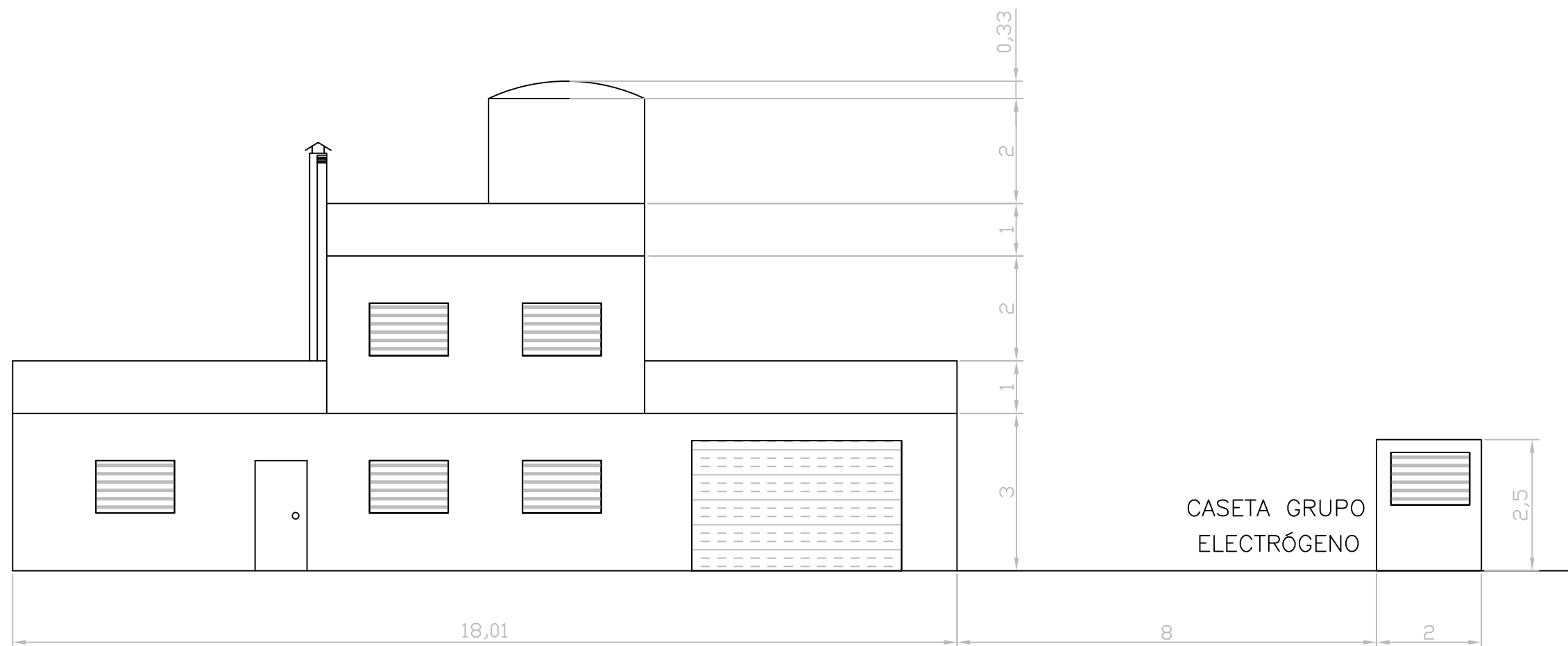
LEYENDA:


- ⑬ HABITACIÓN 4
- ⑭ HABITACIÓN 5
- ⑮ PASILLO ESCALERA 2
- ⑯ ASEO 3
- ⑰ HABITACIÓN 6

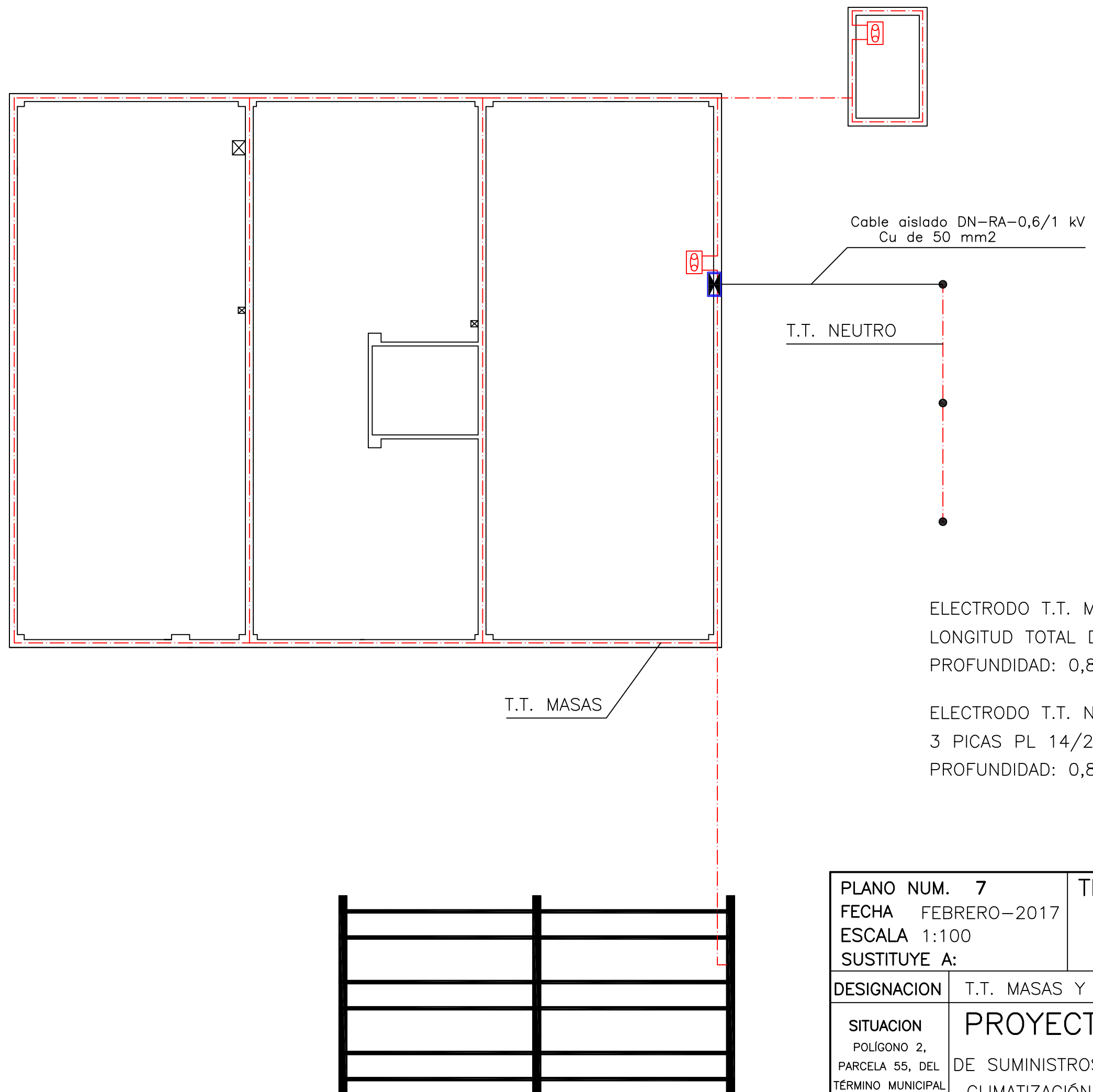
<b>PLANO NUM. 4</b> FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:100 SUSTITUYE A:		<b>TITULAR:</b> <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 U.M.H. <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>
<b>DESIGNACION</b> DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA		<b>GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA</b>	
<b>SITUACION</b> POLÍGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		<b>R. MONTOYA MIRA</b>



<b>PLANO NUM. 5</b> <b>FECHA FEBRERO-2017</b> <b>ESCALA 1:100</b> <b>SUSTITUYE A:</b>	<b>TITULAR:</b> <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 <b>U.M.H.</b> <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>	
<b>DESIGNACION</b> DISTRIBUCIÓN TERRAZAS			
<b>SITUACION</b> POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA



<b>PLANO NUM. 6</b> FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:100 SUSTITUYE A:	<b>TITULAR:</b> JOSE LUIS MONTOYA MIRA	 U.M.H. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ	
<b>DESIGNACION</b> ALZADO DE LA VIVIENDA			
<b>SITUACION</b> POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA



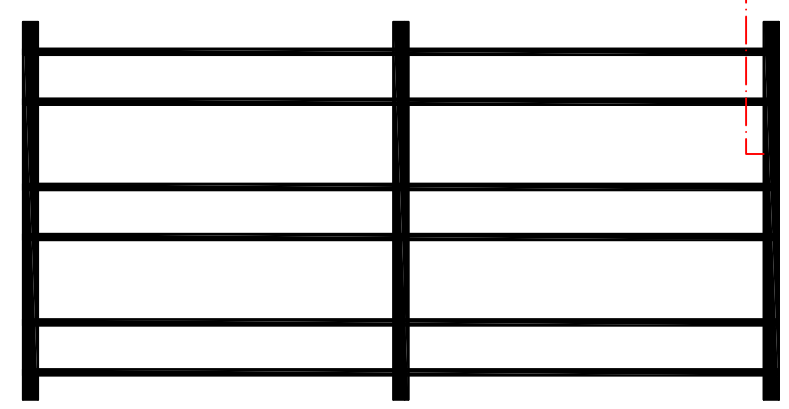
Cable aislado DN-RA-0,6/1 kV  
Cu de 50 mm<sup>2</sup>


T.T. NEUTRO

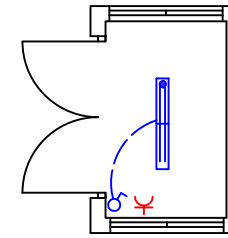
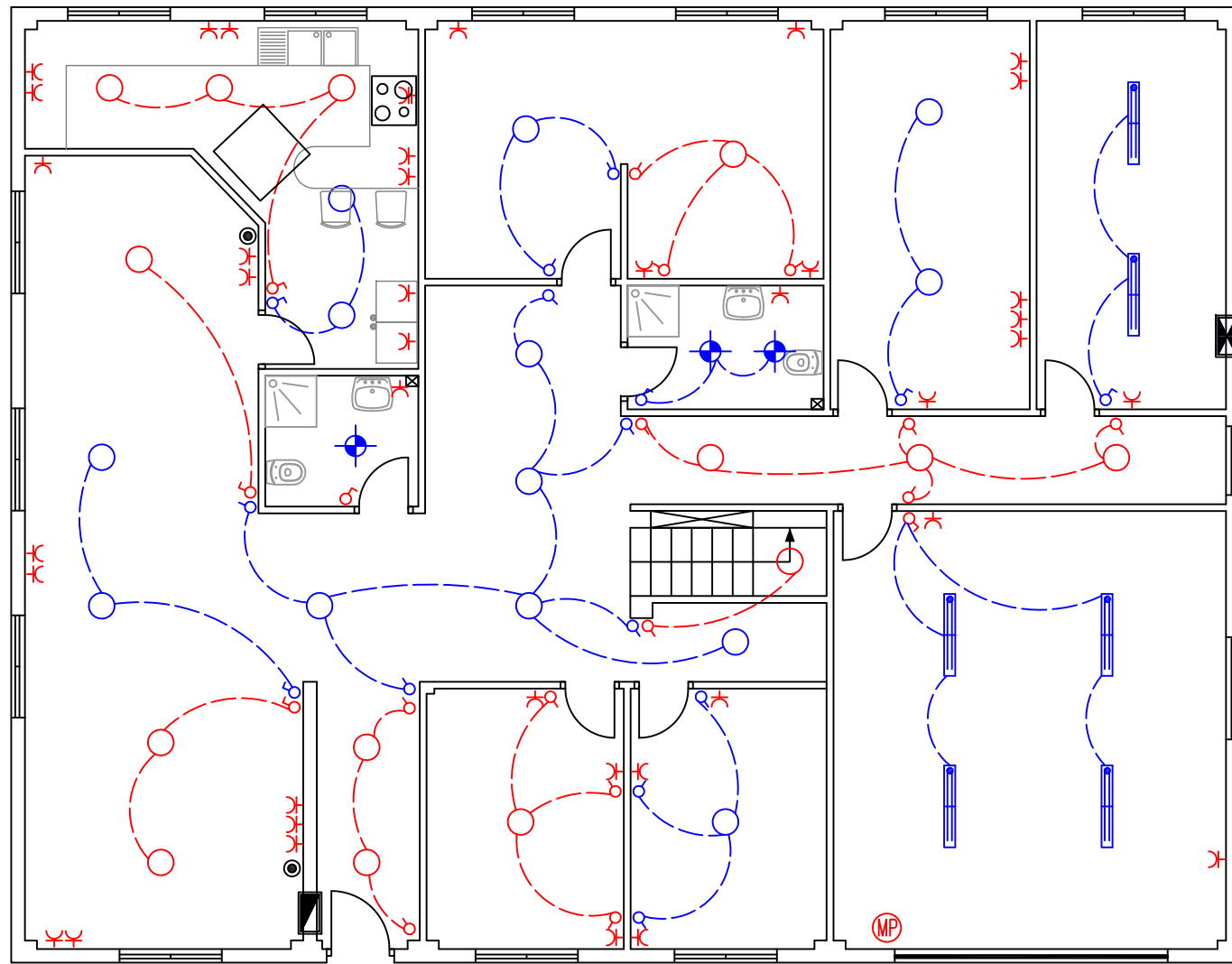
T.T. MASAS

ELECTRODO T.T. MASAS: Cable de Cu de 35 mm<sup>2</sup>  
LONGITUD TOTAL DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: 100 m.  
PROFUNDIDAD: 0,8 m.

ELECTRODO T.T. NEUTRO: Cable de Cu de 35 mm<sup>2</sup>  
3 PICAS PL 14/2000 ALINEADAS Y SEPARADAS 3 m  
PROFUNDIDAD: 0,8 m.




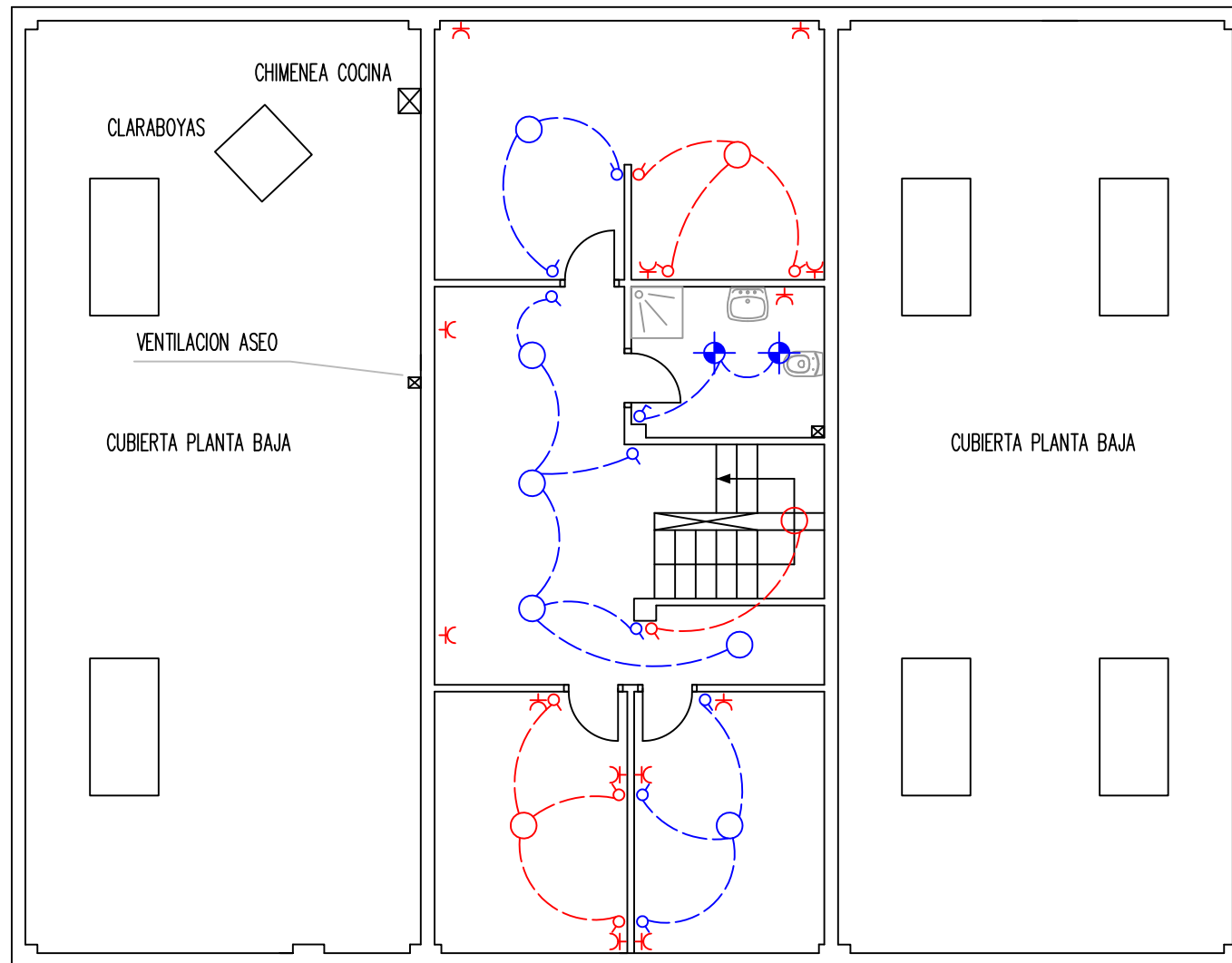
PLANO NUM. 7 FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:100 SUSTITUYE A:	TITULAR: JOSE LUIS MONTOYA MIRA	 U.M.H. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
DESIGNACION T.T. MASAS Y T.T. NEUTRO	GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA	
SITUACION POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	PROYECTO: DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	R. MONTOYA MIRA



LEYENDA:


-  FLUORESCENTE 2x9 W LED ESTANCO
-  APLIQUE DE TECHO ORIENTABLE LED 9 W.
-  APLIQUE DE TECHO DOWNLIGHT LED 25 W
-  PULSADOR 10/16 A.
-  INTERRUPTOR 10/16 A.
-  BASE ENCHUFES II+TT 16 A. SCHUKO
-  BASE ENCHUFES II+TT 25 A.
-  TOMA DE ANTENA TV
-  PROYECTOR LED DE 30 W
-  PROYECTOR LED DE 50 W
-  MOTOR PERSIANA GARAJE DE 200 W.
-  CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION
-  CUADRO DE DISTRIBUCION. SECUNDARIO

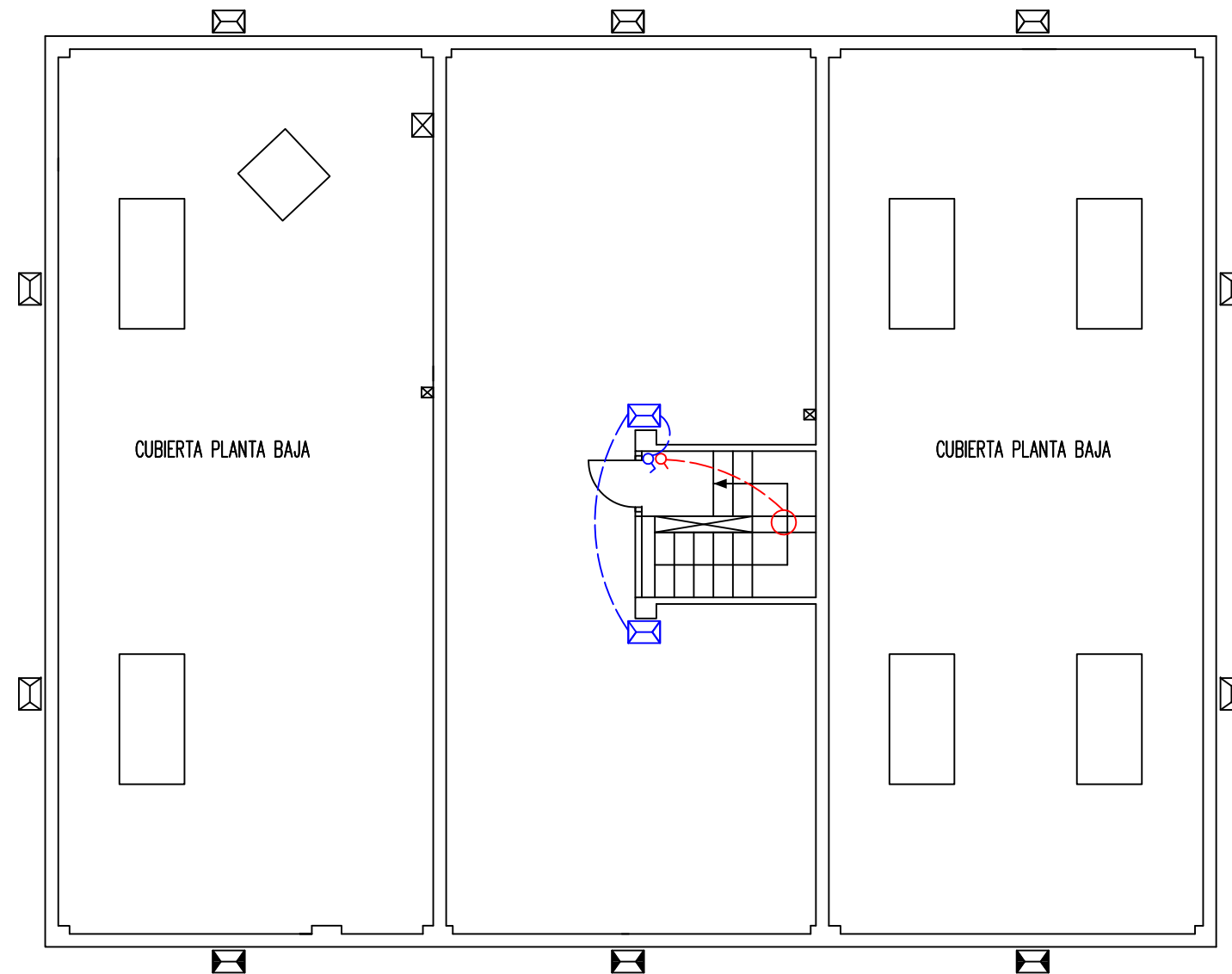
PLANO NUM. <b>8</b> FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:100 SUSTITUYE A:	TITULAR: <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 U.M.H. <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>
DESIGNACION	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PLANTA BAJA	
SITUACION POLÍGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	PROYECTO: DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	
		GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA



LEYENDA:


-  FLUORESCENTE 2x9 W LED ESTANCO
-  APLIQUE DE TECHO ORIENTABLE LED 9 W.
-  APLIQUE DE TECHO DOWNLIGHT LED 25 W
-  PULSADOR 10/16 A.
-  INTERRUPTOR 10/16 A.
-  BASE ENCHUFES II+TT 16 A. SCHUKO
-  BASE ENCHUFES II+TT 25 A.
-  TOMA DE ANTENA TV
-  PROYECTOR LED DE 30 W
-  PROYECTOR LED DE 50 W
-  MOTOR PERSIANA GARAJE DE 200 W.
-  CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION
-  CUADRO DE DISTRIBUCION. SECUNDARIO

PLANO NUM. <b>9</b> FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:100 SUSTITUYE A:	TITULAR: <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 U.M.H. <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>
DESIGNACION	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PLANTA PRIMERA	
SITUACION <small>POLIGONO 2,          PARCELA 55, DEL          TÉRMINO MUNICIPAL          AIELO DE MALFERIT          (VALENCIA)</small>	PROYECTO: DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	
		<small>GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA</small>  R. MONTOYA MIRA

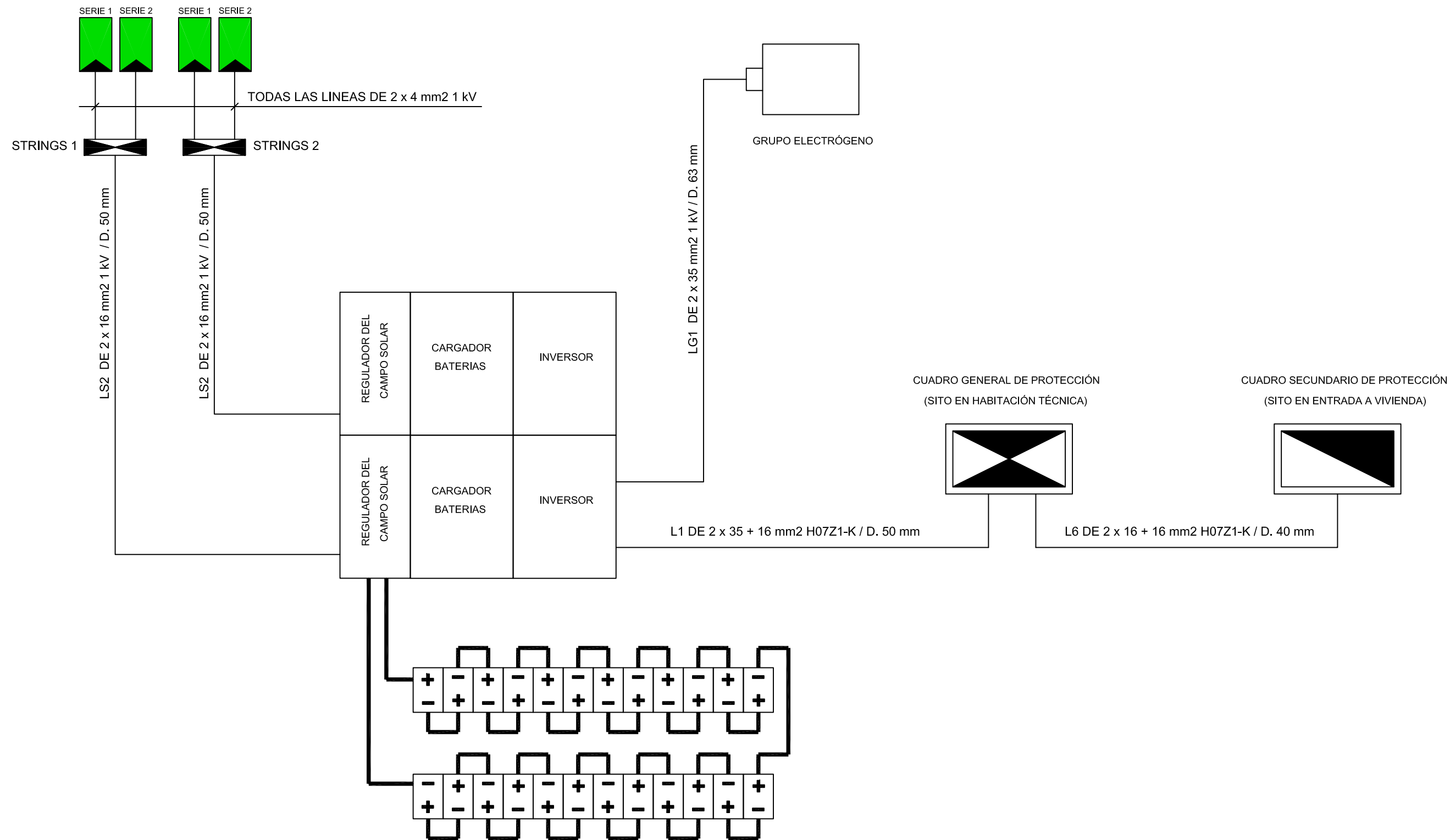



LEYENDA:

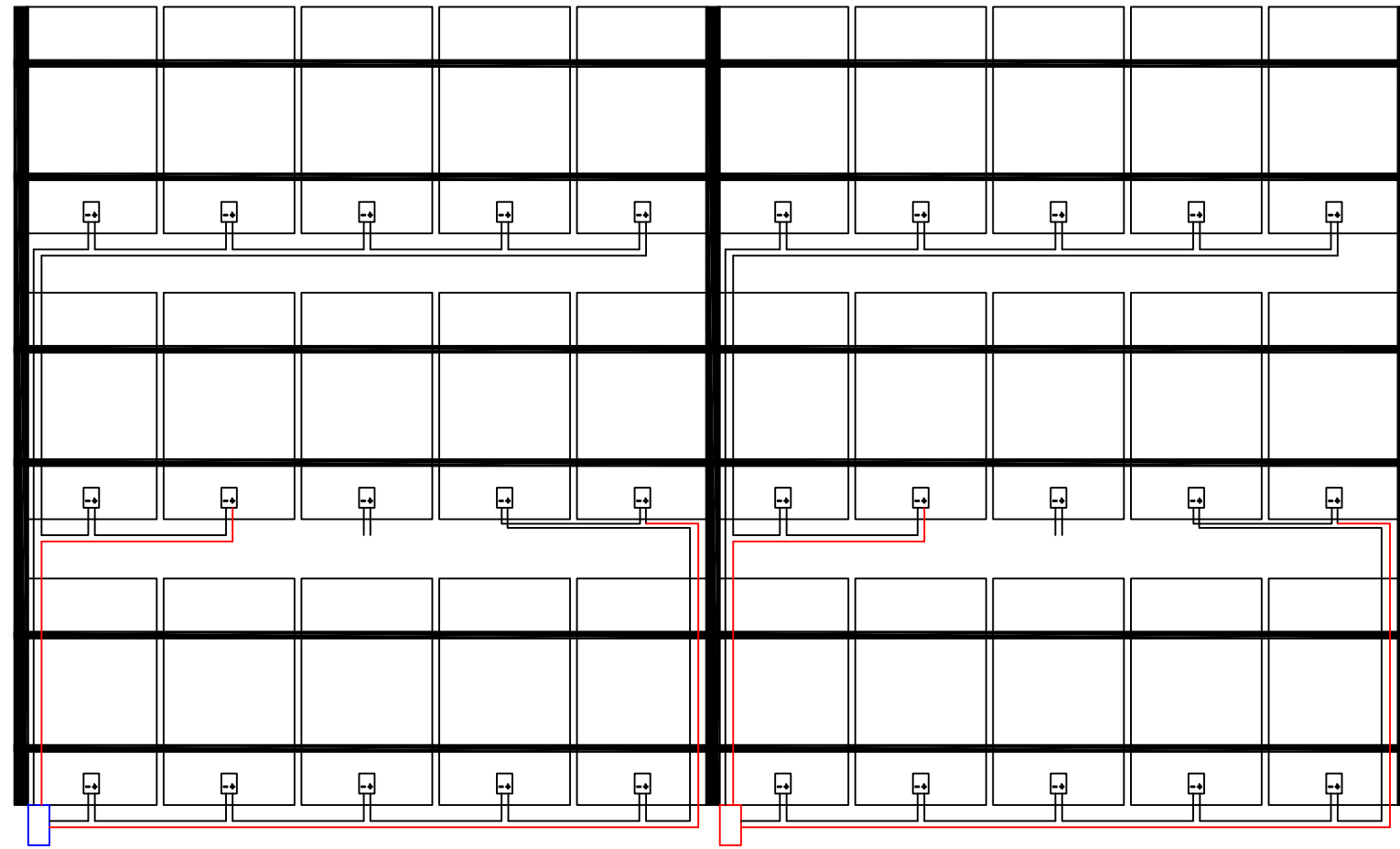
-  FLUORESCENTE 2x9 W LED ESTANCO
-  APLIQUE DE TECHO ORIENTABLE LED 9 W.
-  APLIQUE DE TECHO DOWNLIGHT LED 25 W
-  PULSADOR 10/16 A.
-  INTERRUPTOR 10/16 A.
-  BASE ENCHUFES II+TT 16 A. SCHUKO
-  BASE ENCHUFES II+TT 25 A.
-  TOMA DE ANTENA TV
-  PROYECTOR LED DE 30 W
-  PROYECTOR LED DE 50 W
-  MOTOR PERSIANA GARAJE DE 200 W.
-  CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION
-  CUADRO DE DISTRIBUCION. SECUNDARIO

PLANO NUM. <b>10</b> FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:100 SUSTITUYE A:	TITULAR: <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 U.M.H. <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>
DESIGNACION	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EXT. Y TERRAZA	
SITUACION <small>POLIGONO 2,          PARCELA 55, DEL          TÉRMINO MUNICIPAL          AIELO DE MALFERIT          (VALENCIA)</small>	<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	
		<small>GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA</small>  <b>R. MONTOYA MIRA</b>






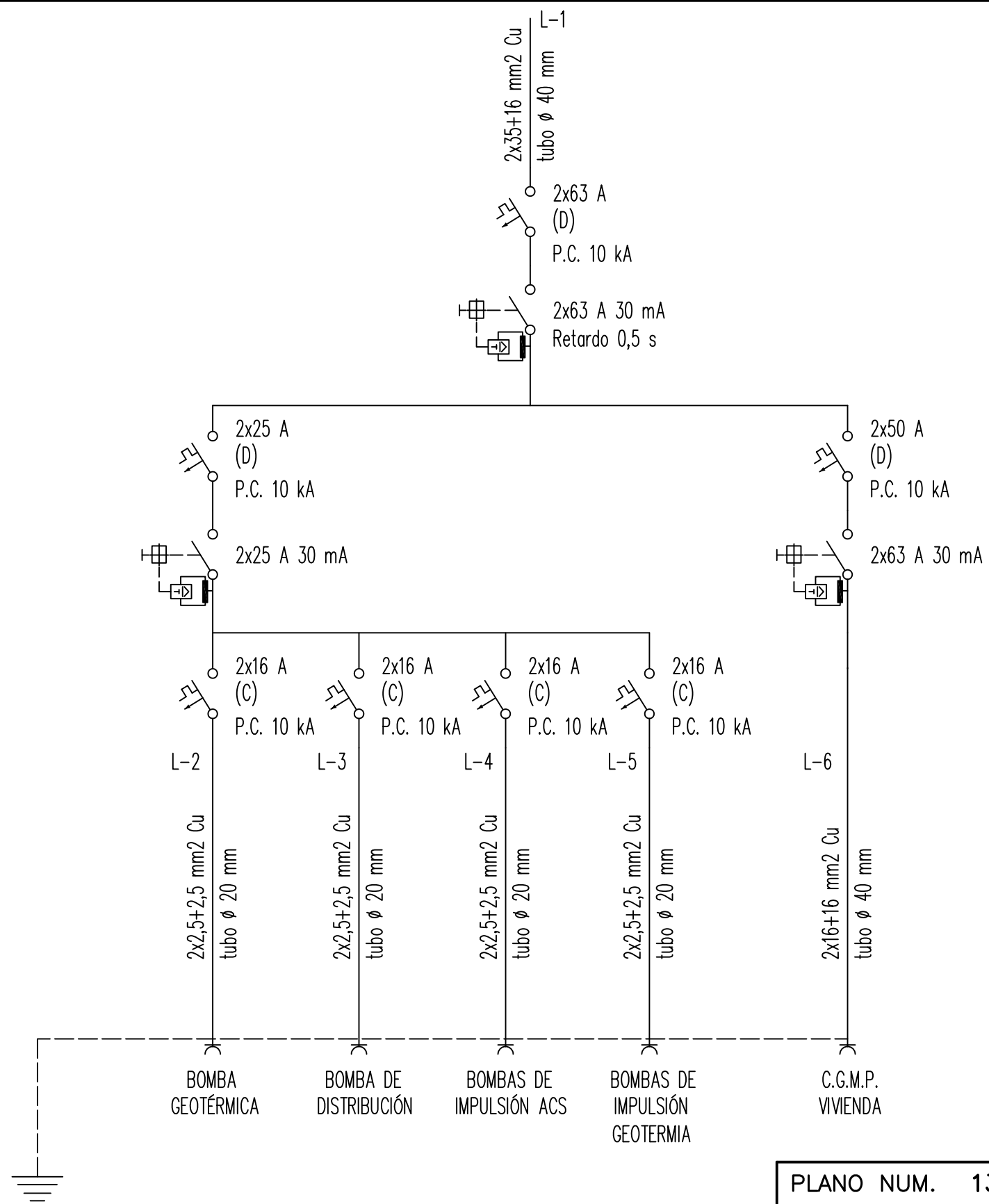
PLANO NUM. 11 FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:100 SUSTITUYE A:	TITULAR: JOSE LUIS MONTOYA MIRA	 U.M.H. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
DESIGNACION SINÓPTICO SISTEMA SOLAR Y ELÉCTRICO	GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA	
SITUACION POLÍGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	PROYECTO: DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	R. MONTOYA MIRA




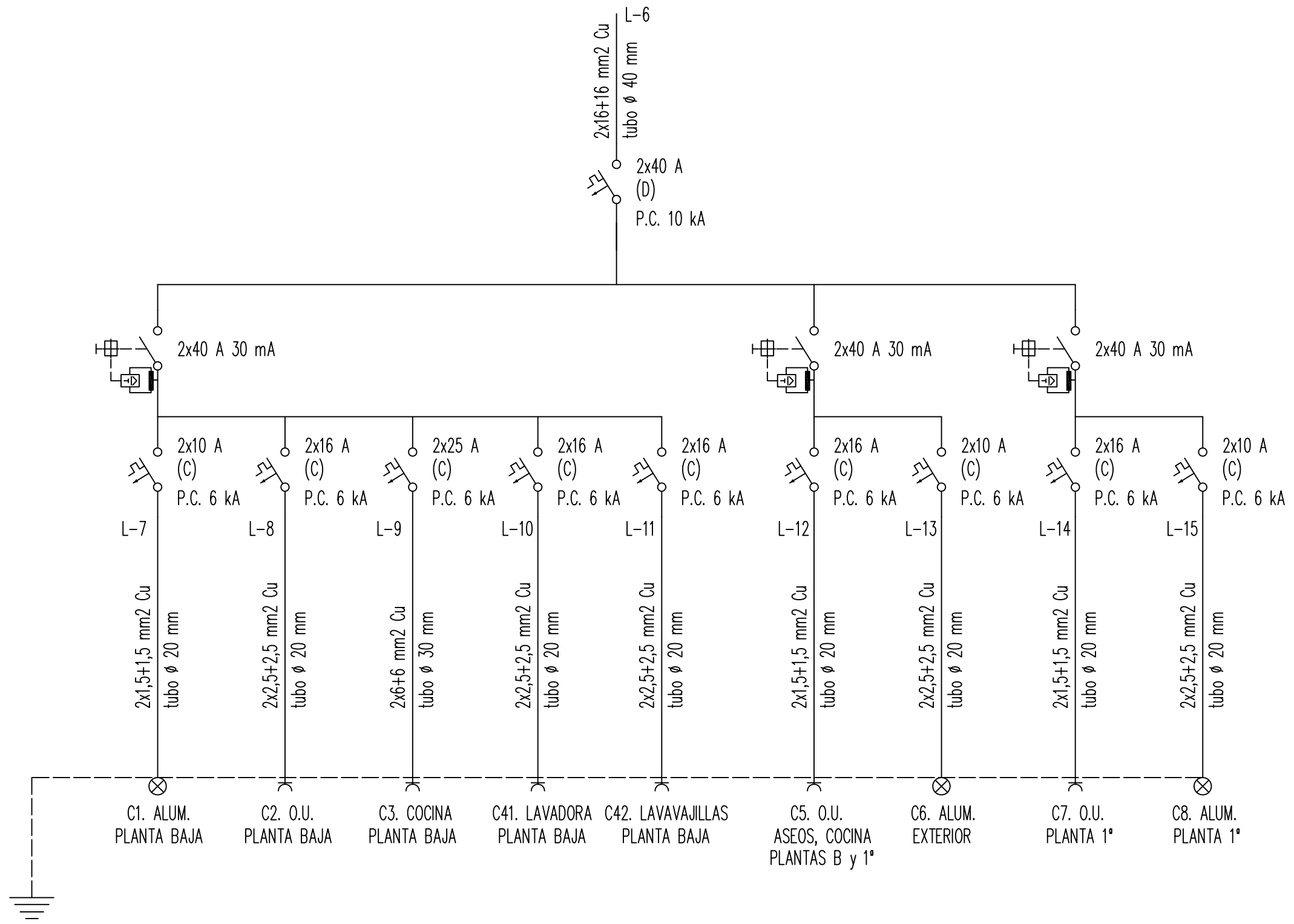
CAJA STRINGS 1


CAJA STRINGS 2

PLANO NUM. 12 FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:50 SUSTITUYE A:	TITULAR: JOSE LUIS MONTOYA MIRA	 U.M.H. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ	
DESIGNACION	DETALLE CONEXIONADO PANELES FV		
SITUACION POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	PROYECTO: DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA

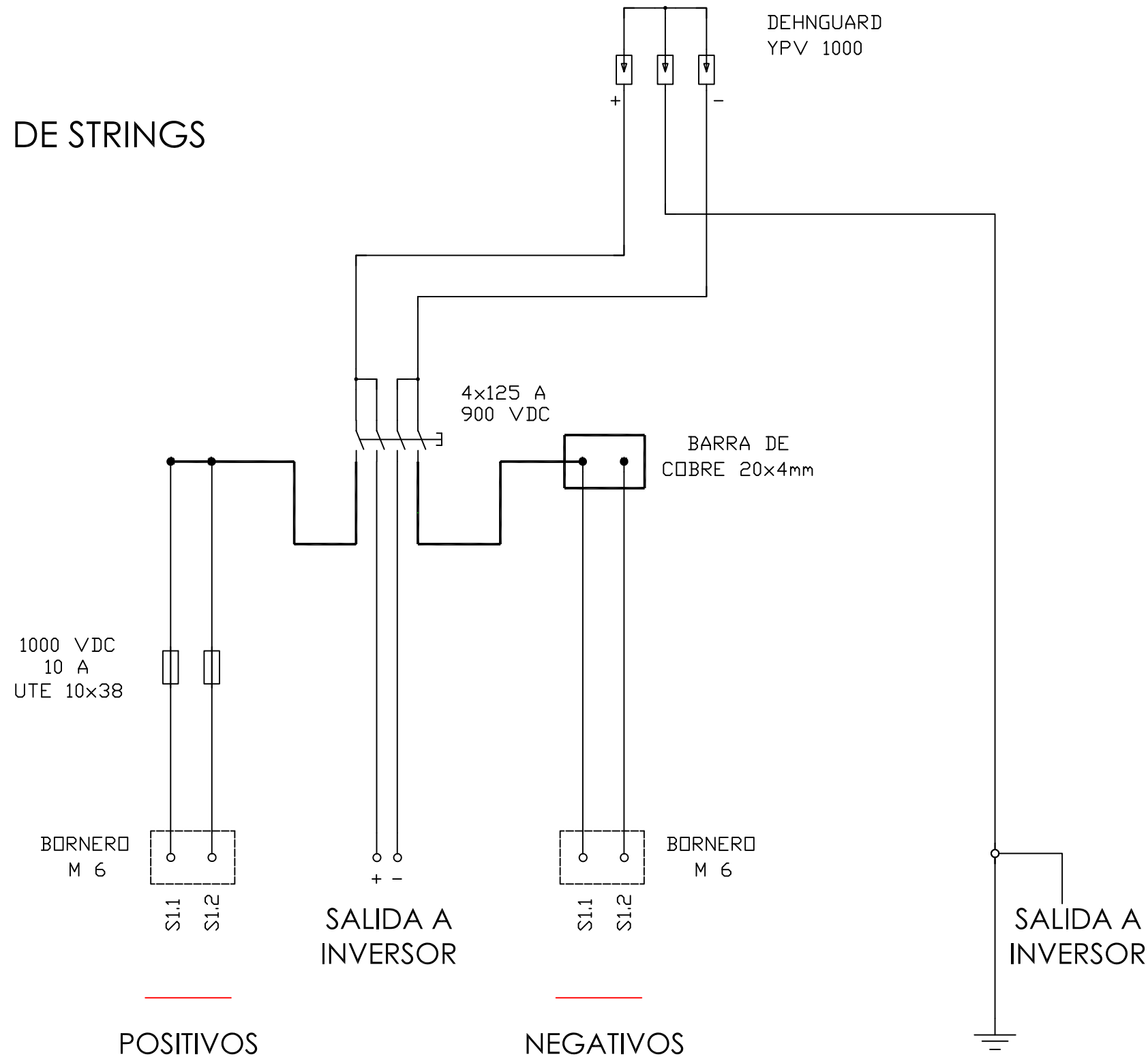



<b>PLANO NUM. 13</b> <b>FECHA FEBRERO-2017</b> <b>ESCALA S/E</b> <b>SUSTITUYE A:</b>		<b>TITULAR:</b> <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>		 <b>U.M.H.</b> <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>
<b>DESIGNACION</b> CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN				
<b>SITUACION</b> POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)		<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA

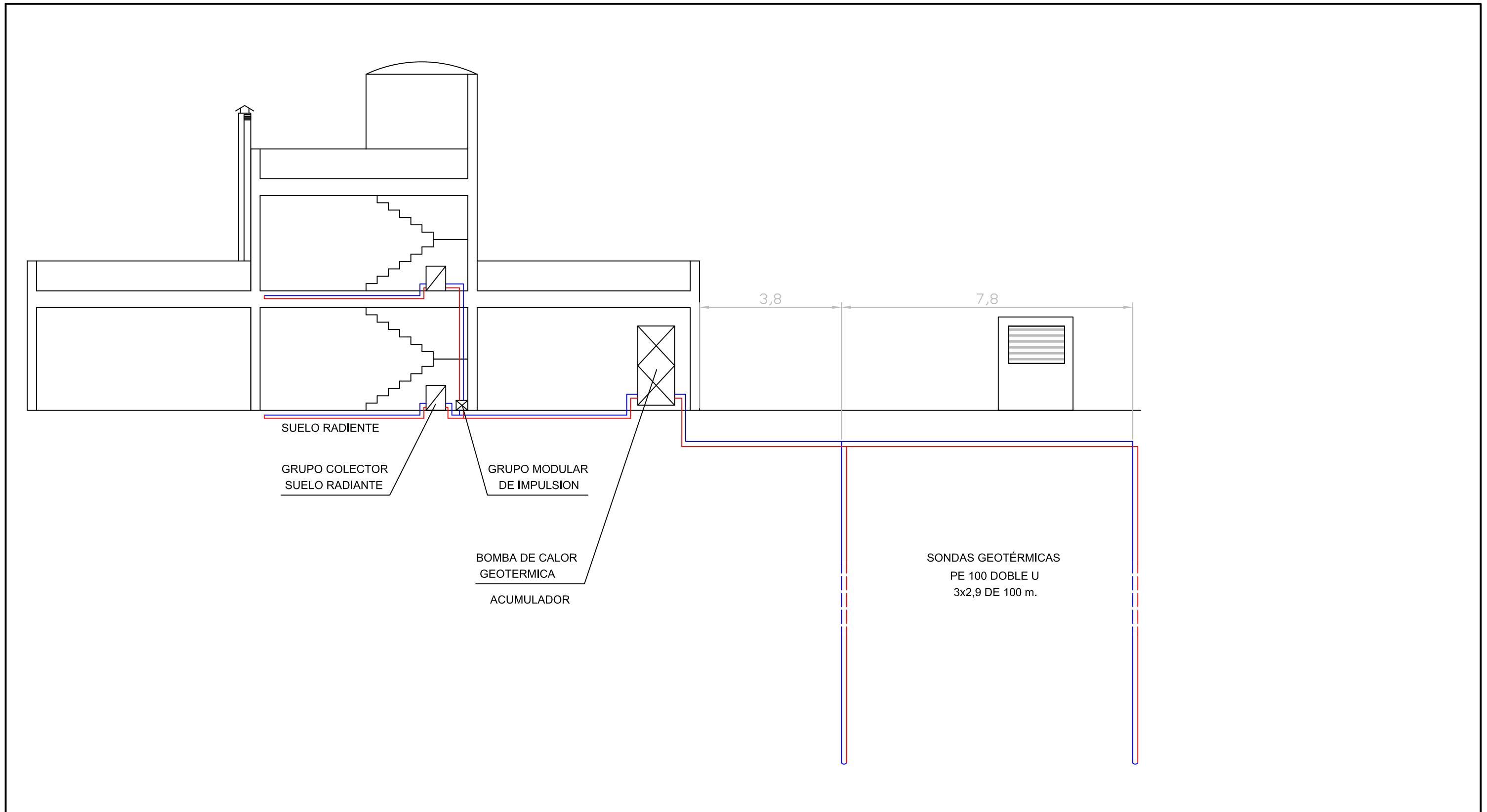



<b>PLANO NUM. 14</b> <b>FECHA FEBRERO-2017</b> <b>ESCALA S/E</b> <b>SUSTITUYE A:</b>		<b>TITULAR:</b> <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>		 <b>U.M.H.</b> <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>
<b>DESIGNACION</b> CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN VIVIENDA		<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		
<b>SITUACION</b> POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)				

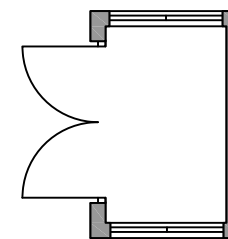
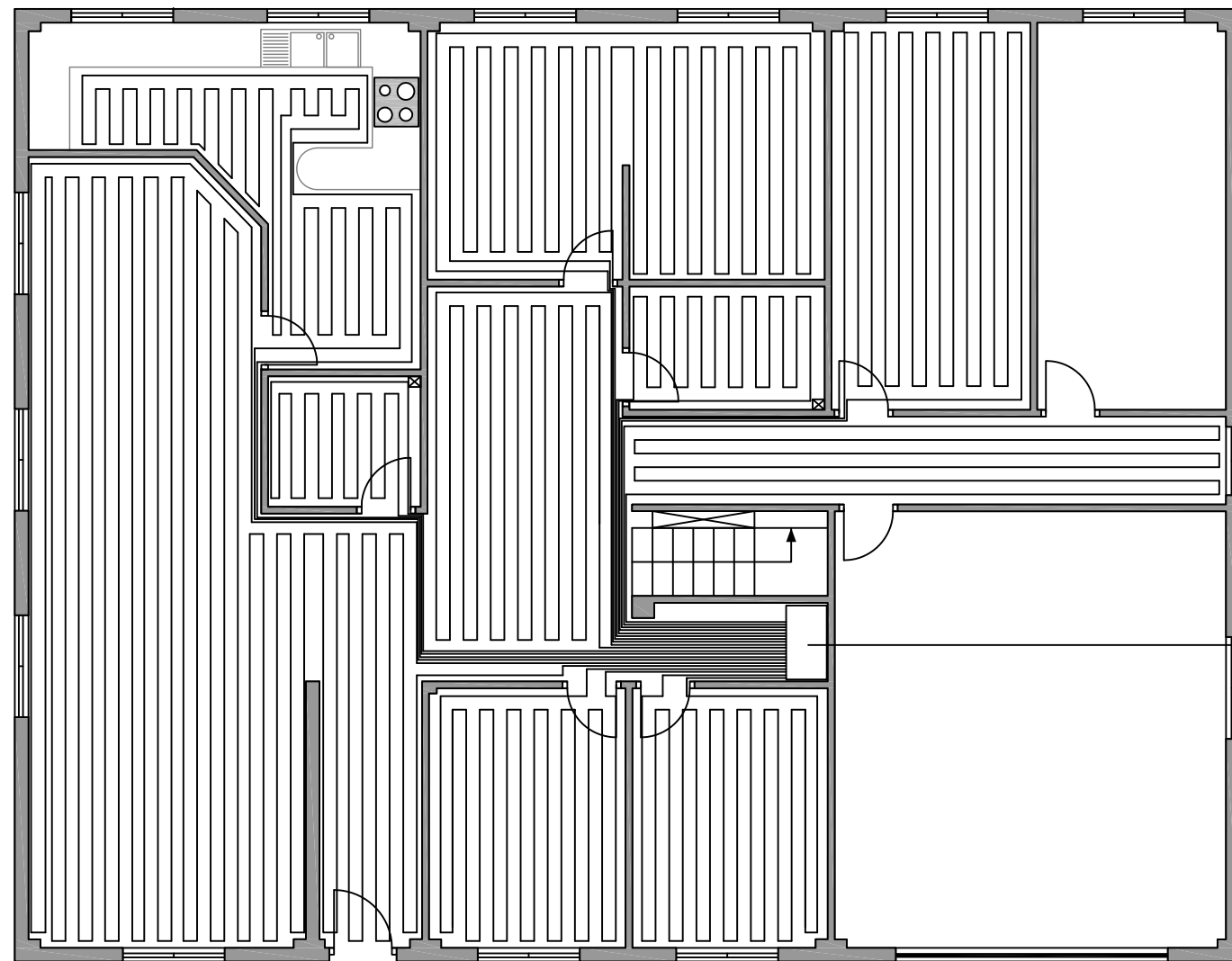
# CAJAS DE STRINGS




PLANO NUM. 15	TITULAR:	 U.M.H. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
FECHA FEBRERO-2017	JOSE LUIS MONTOYA MIRA	
ESCALA S/E		
DESIGNACION	DETALLE CUADRO DE STRINGS	
SITUACION	PROYECTO:	GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA
POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	
		R. MONTOYA MIRA

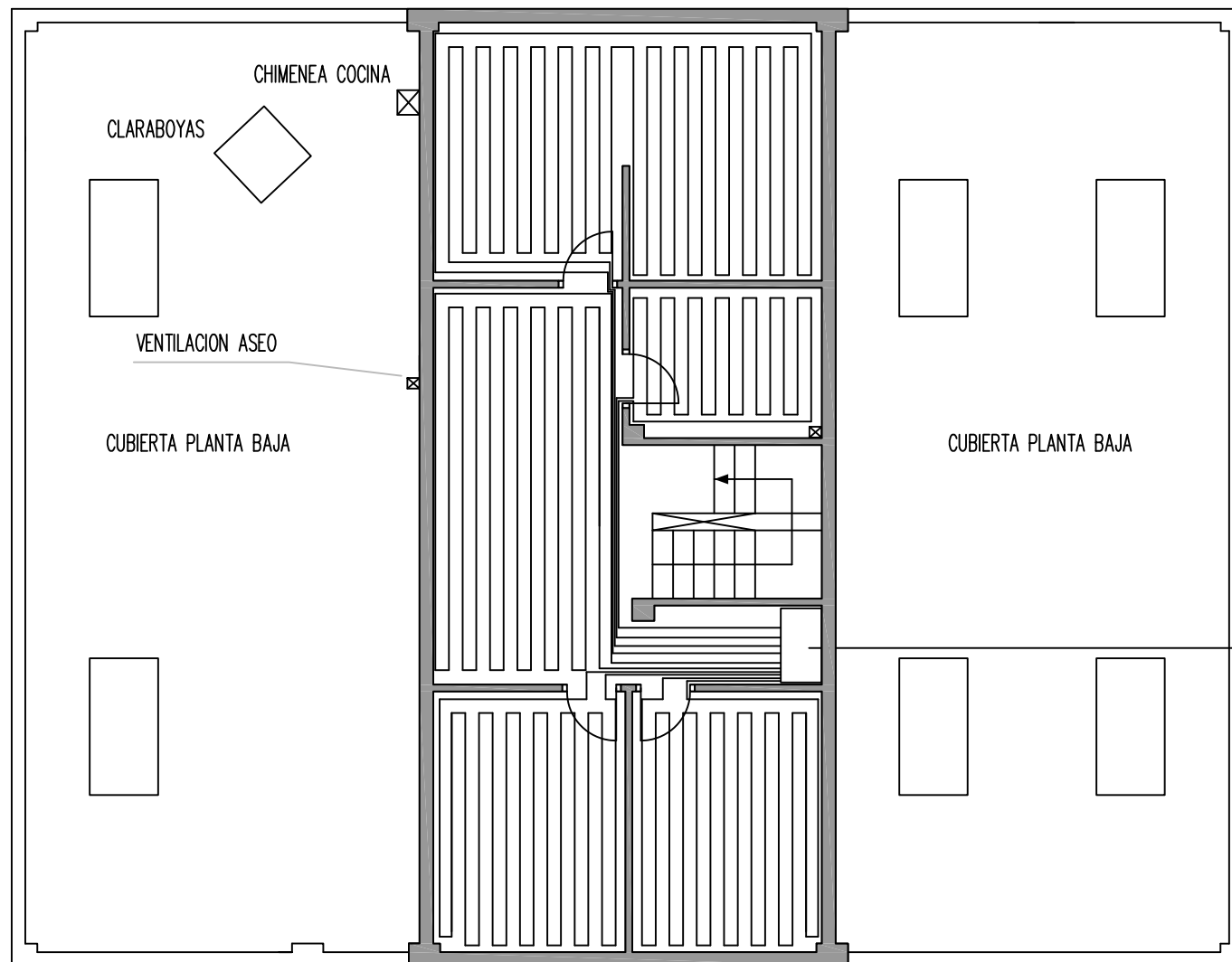



<b>PLANO NUM. 16</b> <b>FECHA FEBRERO-2017</b> <b>ESCALA 1:100</b> <b>SUSTITUYE A:</b>	<b>TITULAR:</b> <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 <b>U.M.H.</b> <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>	
<b>DESIGNACION SINÓPTICO SISTEMA GEOTÉRMICO</b>			
<b>SITUACION</b> POLÍGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA



GRUPO COLECTOR E IMPULSOR

PLANO NUM. 17 FECHA FEBRERO-2017 ESCALA 1:100 SUSTITUYE A:	TITULAR: JOSE LUIS MONTOYA MIRA	 U.M.H. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ	
DESIGNACION SUELO RADIANTE PLANTA BAJA			
SITUACION POLIGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	PROYECTO: DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.		GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA

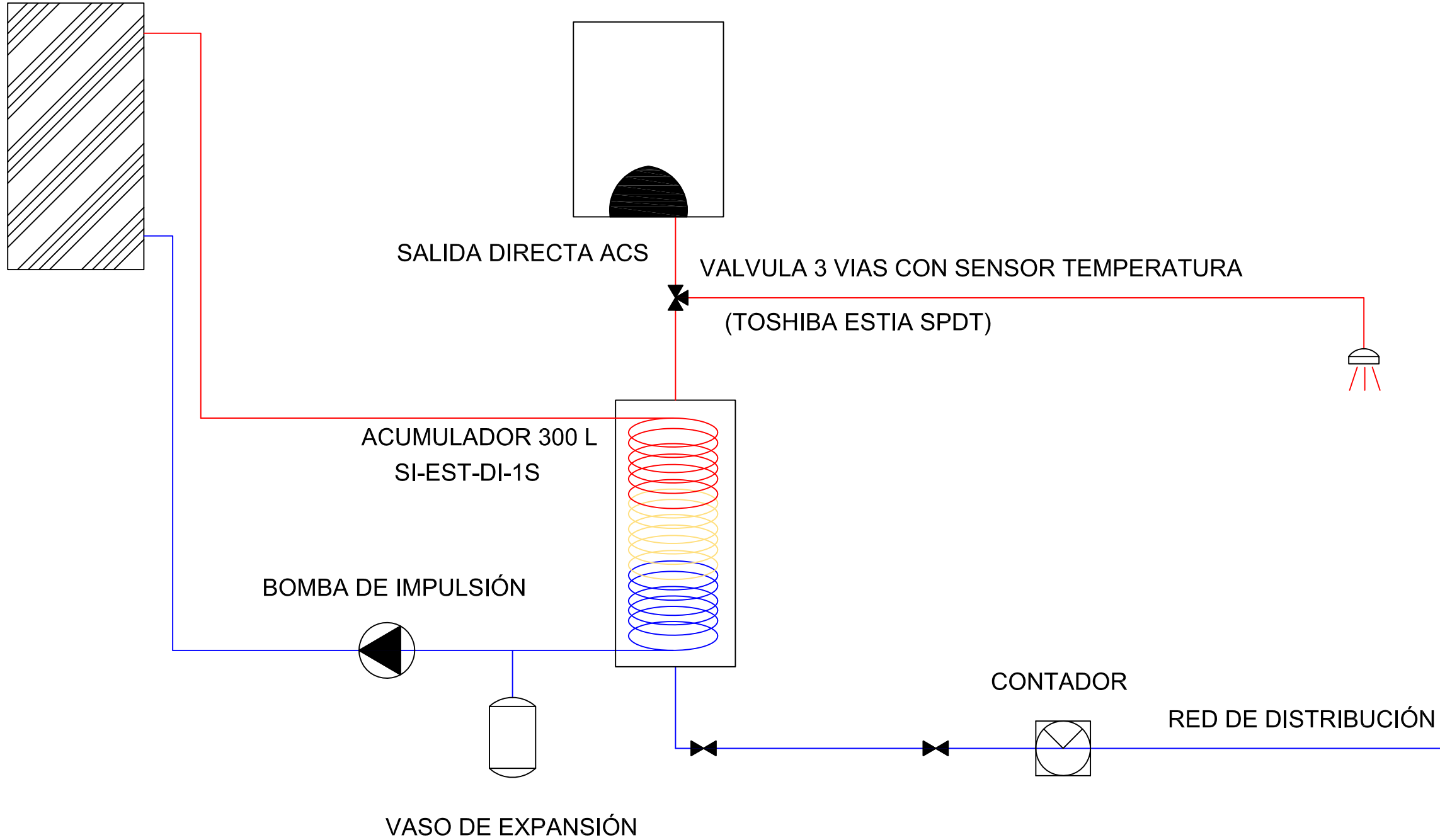



<b>PLANO NUM. 18</b> <b>FECHA FEBRERO-2017</b> <b>ESCALA 1:100</b> <b>SUSTITUYE A:</b>	<b>TITULAR:</b> <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 <b>U.M.H.</b> <small>UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ</small>
<b>DESIGNACION</b> SUELO RADIANTE PLANTA PRIMERA	<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	
<b>SITUACION</b> POLÍGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)		<b>R. MONTOYA MIRA</b>



CAPTADOR TIPO CS2S

BOMBA DE CALOR TERRA



PLANO NUM. <b>19</b> FECHA FEBRERO-2017 ESCALA S/E SUSTITUYE A:	TITULAR: <b>JOSE LUIS MONTOYA MIRA</b>	 U.M.H. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
DESIGNACION SINÓPTICO SISTEMA A.C.S		
SITUACION POLÍGONO 2, PARCELA 55, DEL TÉRMINO MUNICIPAL AIELO DE MALFERIT (VALENCIA)	<b>PROYECTO:</b> DE SUMINISTROS DE ELECTRIFICACIÓN, A.C.S Y CLIMATIZACIÓN PARA UNA VIVIENDA AISLADA.	GRADUADO EN ING. ELÉCTRICA  R. MONTOYA MIRA