



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN.

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO.

Título del proyecto:

MICRORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR
MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE
VIABILIDAD.

1- MEMORIA TÉCNICA

Sergio Garay Pérez.

Tutor: Jorge Odériz.

Pamplona, 22 de Junio de 2012.

Agradecimientos:

Quisiera aprovechar la oportunidad que se me brinda para agradecer a todas esas personas que me han apoyado tanto durante este tiempo.

En primer lugar, y como no podía ser de otra forma, agradecer a mis padres y a mi hermano por todo su apoyo, tanto en los momentos buenos como en los más difíciles, donde nunca me han fallado.

En segundo lugar, quisiera agradecer a Jorge Odériz, mi director de proyecto, por ofrecerme todo su tiempo y sus conocimientos en este proyecto.

Además, me gustaría agradecer a todas las personas que con su apoyo y sus conocimientos han hecho posible la realización de este proyecto, a D. Estebán Morrás por asesorarme y orientarme desde su experiencia en una entrevista personal sobre la idea matriz del proyecto y a su hijo Estebán Morrás por facilitarme dicha entrevista y por estar disponible para lo que sea, a Patxi García y a su hijo David García miembros del Grupo Visiona, por prestarse a ofrecer todo tipo de ayudas y de datos necesarios sobre la Geotermia, a Iker Louzao por ayudarme en la realización y posterior revisión de los planos y a Miguel Ballesteros y Borja Urteaga por estar disponibles las 24 h del día durante toda la duración del proyecto para aconsejarme y ayudarme en todo lo que fuera necesario.

Por último, pero no por ello menos importante, a todos mis amigos que siempre han confiado en mí, por su apoyo y amistad que siempre te fortalecen en los momentos más difíciles, así como a todos los profesores.

Gracias a todos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	8
1.1 PRIMEROS PASOS DEL PROYECTO:	11
1.2 ESTUDIO DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS:	11
1.2.1 Alternativas desechadas:	11
1.2.2 Alternativas escogidas:	13
1.2.3 Alternativas de futuro:	14
2. OBJETO DEL PROYECTO:	15
3. LEGISLACIÓN APLICABLE EN VIGOR.	15
4. ANTECEDENTES.	18
5. DATOS DE PARTIDA.	18
5.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO:	18
5.2 DIMENSIONES:	19
6. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LAS INSTALACIONES.	20
6.1 INSTALACION TÉRMICAS:	20
6.2 INSTALACION ELÉCTRICA.	21
7. JUSTIFICACIÓN DE LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA (HE-1).	21
7.1 FICHA 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS.	22
7.2 FICHA 2. CONFORMIDAD-DEMANDA ENERGÉTICA.	24
7.3 FICHA 3. CONFORMIDAD-CONDENSACIONES.	25
8. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA SECCIÓN HE 2	26
8.1 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.	26

8.1.1	Generación de Calor y Frío.....	26
8.1.2	Redes de tuberías y conductos.....	29
8.1.3	Control.....	32
8.1.4	Justificación de control de consumo.	33
8.1.5	Recuperación de energía.....	33
8.1.6	Aprovechamiento de energías renovables.	33
8.1.7	Limitación de utilización de energía convencional.....	36
8.1.8	Lista de equipos consumidores de energía.....	36
8.1.9	Justificación sistema de climatización y ACS elegido desde el punto de vista de eficiencia energética.	36
8.2	JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD.....	38
8.2.1	Generación de calor y frío.....	38
8.2.2	Redes de tuberías.....	38
8.2.3	Redes de conductos.....	40
9.	ACS DESCRIPCIÓN.....	41
9.1	ACOMETIDA.....	41
9.1.1	Instalación interior general.....	42
9.1.2	Instalación interior vivienda.....	43
9.2	DESCRIPCIÓN GENERAL ACS.....	44
9.2.1	Dimensionado de redes de impulsión.....	44
9.2.2	Sistemas de instalación.....	45
9.2.3	Dimensionado de la red de retorno de ACS.....	46
9.3	MATERIALES UTILIZADOS.....	47
9.4	EJECUCIÓN, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO.....	48
10.	INSTALACIÓN CALEFACCIÓN.....	52

10.1 EXIGENCIAS CTE.	52
10.2 SISTEMA ELEGIDO.	52
10.3 CONDICIONES DE CÁLCULO.	53
10.4 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS.	53
10.4.1 Cargas internas.	53
10.4.2 Resumen de cargas térmicas.	53
10.5 DESCRIPCIÓN BOMBAS DE CALOR.	55
10.6 SISTEMA DE SUELO RADIANTE.	55
10.6.1 Armarios colectores de distribución.	55
10.6.2 Tuberías suelo radiante.	56
10.6.3 Pruebas de la instalación.	56
10.6.4 Puesta en Marcha.	57
10.6.5 Equilibrado hidráulico.	58
10.7 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.	58
10.7.1 Concepto teórico de Geotermia.	58
10.7.2 Tipos de Geotermia.	59
10.7.3 Tipos de captadores.	62
10.7.4 Principio de funcionamiento.	63
10.7.5 Pozos.	64
10.7.6 Tuberías.	65
10.7.7 Bombas de impulsión.	65
10.7.8 Llenado de la instalación	66
11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	66
11.1 INTRODUCCIÓN.	66
11.2 POTENCIA PREVISTA.	67
11.2.1 Potencia instalada.	67
11.2.2 Limitación de Potencia.	68

11.3	FUNDAMENTO BÁSICO DE LA INSTALACIÓN.	69
11.4	DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN.	70
12.	JUSTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN.....	72
12.1	ESTUDIO DEL TERRENO DISPONIBLE.....	72
12.2	JUSTIFICACIÓN DE LA INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS.....	74
12.3	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	75
12.3.1	Especificaciones técnicas del módulo.....	76
12.3.3	Curvas Características.	78
12.3.4	Observaciones.	79
12.4	ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.	79
12.5	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL REGULADOR DE CARGA.	80
12.6	JUSITIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL ACUMULADOR DE ENERGÍA.	81
12.6.1	Especificaciones técnicas.	83
12.6.2	Curvas Características.	84
12.7	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL INVERSOR.	85
12.7.1	Especificaciones técnicas.	86
12.7.2	Esquema básico instalación.....	87
12.8	JUSTIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN SERIE-PARALELO DE LOS MÓDULOS Y DE LAS BATERÍAS.	88
12.9	CABLEADO.....	89
13.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	93

13.1 ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA.....	93
13.1.1 Introducción.....	93
13.1.2 Resumen Presupuesto.....	95
13.1.3 Subvenciones.....	95
13.1.4 Estudio comparativo.....	98
13.2 ESTUDIO ECÓNOMICO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	111
13.2.1 Introducción.....	111
13.2.2 Resumen del presupuesto.	112
13.2.3 Subvenciones.....	113
13.2.4 Estudio Económico.	113
14. CONCLUSIÓN.....	118

1. INTRODUCCIÓN.

En nuestro modo de vida, la energía es el motor de nuestro desarrollo, pero también el origen de muchos problemas medioambientales y económicos del planeta. Por eso, y de cara a fomentar un verdadero desarrollo sostenible en nuestra sociedad, uno de nuestros grandes retos es la integración del medio ambiente en el sector energético.

Las energías renovables son un factor determinante para conseguirlo, en 2010 en La Comunidad Foral de Navarra representaban el 12,7 % de la energía primaria consumida mejorando el objetivo de 12,1% de la UE.

A pesar de ser un porcentaje aceptable la idea es aumentarlo continuamente pero esto no es tarea fácil, y requiere de un compromiso de todos, administraciones, sector industrial y resto de ciudadanos.

De entre todas las posibilidades que nos ofrecen las energías renovables, se ha elegido la energía solar (fotovoltaica) y la energía geotérmica, ya que son tecnologías limpias, fiables, no contaminantes, de fácil instalación y poco mantenimiento, que permiten producir energía allí donde se consume, en el propio entorno urbano.

Por lo tanto, la iniciativa propuesta en esta vivienda de Cizur Menor, de incorporar sistemas de energía solar fotovoltaica en la cubierta del chalet para abastecer la electricidad común de la casa y de incorporar una instalación de geotermia para lo referente a la calefacción/refrigeración de la vivienda es una actuación ejemplarizante que sin duda ayudará a aumentar la concienciación medioambiental de la sociedad.

Pero esto no queda así, ya que la concienciación es tal, que la vivienda solo obtendrá aportes energéticos referidos a estas dos instalaciones, no se aportará en ningún momento energía proveniente de la quema de combustibles fósiles y tampoco se consumirá de manera indirecta (transporte, distribución, transformación primaria...) ya que la única energía que se consumirá será la obtenida de la luz solar y del calor de la tierra.

Así mismo, en esta vivienda se propone un concepto innovador de distribución energética, se propone una microrred individual.

Una microrred es un pequeño sistema inteligente de distribución eléctrica y térmica autogestionada localmente, de forma que puede funcionar tanto conectada a la red pública de distribución como aislados de la misma.

Los usuarios de una microrred tendrían a su disposición una red eléctrica y térmica basada en diversas fuentes renovables de generación energética y de almacenamiento o de alta eficiencia: paneles solares, minigeneradores eólicos, microturbinas, geotermia, pilas de combustible, sistemas de cogeneración (generan electricidad y calor) y trigeneración (generan electricidad, calor y frío), dispositivos de almacenamiento de energía como baterías o almacenamientos térmicos, etc.

Las ventajas para los consumidores, el medio ambiente y la economía son diversas. Las microrredes permiten una mayor calidad del suministro, al realizar una regulación de tensión, un mayor ahorro y una menor dependencia de la red de distribución, ya que se controla más el consumo y se optimizan los elementos del sistema. Además, la cercanía de la ubicación de las fuentes de generación y el aprovechamiento en red de los diversos sistemas de energía y calor aumentan considerablemente la eficiencia energética del conjunto.

Una microrred implica también utilizar la energía de forma descentralizada, lo que reduce la dependencia hacia la red de distribución eléctrica convencional. En situaciones de fallo, los usuarios podrían desconectarse de la red pública, suministrando energía en esta demanda interna crítica. Por ello, la red pública se beneficiaría también de estas microrredes, ya que apoyarían su operación.

Por otro lado, los cambios en la regulación del mercado eléctrico y el avance tecnológico de los pequeños sistemas de generación eléctrica crearán nuevas oportunidades de negocio para las distribuidoras actuales o para nuevas iniciativas relacionadas con la implantación, gestión y mantenimiento de las microrredes.

En el aspecto medioambiental, las microrredes utilizan menos energía que los sistemas actuales de generación y distribución centralizada, por lo que reducirían las emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático. Asimismo, su uso potenciaría la implantación de sistemas alternativos basados en energías renovables, más respetuosas con la naturaleza.

En definitiva, los expertos consideran a este sistema un campo de experimentación para hacer evolucionar las redes de distribución sencillas hacia redes inteligentes en las que se pueda incorporar la generación distribuida y una gestión más racional.

En nuestro caso particular, la microrred se encuentra completamente aislada de la red pública con el objetivo final a gran escala de democratizar la energía y llevar la energía a todos los rincones del planeta, reduciendo así costes de producción y distribución y acercando a cero los costes de consumo, tal y como hizo Henry Ford con el Modelo T democratizando el automóvil acercándolo a toda la población.

El almacenamiento energético, en una microrred aislada y renovable, es de una importancia vital, ya que al depender de la propia energía producida por el usuario final mediante sistemas de captación de energías es fundamental optimizar al máximo los excedentes y los déficits energéticos almacenándolos para poder abastecer el consumo eléctrico y térmico del usuario. En esta microrred el almacenamiento se va a llevar a cabo mediante un pack de baterías de litio, que a pesar de ser más caras que otros tipos de baterías, presentan un mayor rendimiento.

1.1 PRIMEROS PASOS DEL PROYECTO:

En los orígenes del proyecto el suministro energético de la vivienda no estaba especificado. Es decir, no se sabía con total firmeza que fuentes de energía renovable se iban a utilizar (agua, sol, aire, tierra...) ni tampoco se sabía si iba a ser necesario un aporte de biocombustibles para conseguir una correcta autosuficiencia en la vivienda.

Lo único que parecía claro en los primeros pasos del proyecto, era lo referente al almacenamiento energético, que se iba a llevar a cabo mediante el H₂ y su transformación a energía eléctrica mediante pilas de combustible, para obtener un rendimiento lo mayor posible, para el abastecimiento de la vivienda.

Pero tal y como se va a explicar a continuación, se verá porque esta idea acabó por descartarse.

1.2 ESTUDIO DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS:

Conforme se realizaba el estudio se fueron valorando y desechando varias ideas referentes al abastecimiento (eléctrico y térmico) y almacenamiento energético. Hasta determinar por completo las instalaciones finales con las que la vivienda iba a ser autosuficiente. Para este enfoque final fue muy importante la participación de D. EstebanMorrás, ex-Director General del área de energía de Acciona y ex-Consejero del Grupo Acciona, que con sus conocimientos y sus opiniones encaminó el proyecto a lo que hoy se conoce.

1.2.1 Alternativas desechadas:

Las alternativas desechadas son todas aquellas ideas que durante el proceso de investigación del proyecto han sido valoradas y consideradas interesantes pero que por diversas circunstancias no se ajustan a la idea tecnológica del proyecto planteado. Son estas:

Placas solares térmicas: Tanto para lo referente a electricidad común como para calentamiento de ACS.

Se descarta para ambos ámbitos por diferentes motivos. En cuanto a la electricidad común se descarta por su bajo rendimiento y eficiencia y por la necesidad de un gran número de módulos para abastecer las necesidades

básicas, lo que implica un gran espacio, inexistente en la cubierta. Por otro lado, se descarta para el calentamiento de ACS, ya que se busca un sistema que además de calentar el ACS proporcione a la vivienda energía suficiente como para climatizarla.

Aerogeneradores: Para complementar el suministro de energía eléctrica.

Se descarta principalmente por su coste elevado, sin olvidar la relación directamente proporcional que existe entre el rendimiento y el tamaño del aerogenerador, y aerogeneradores excesivamente grandes pueden causar perturbaciones y un negativo impacto visual.

Biocombustibles o apoyo de Hidrocarburos: Para complementar el suministro de energía eléctrica o térmica.

Desde el principio se consideró requisito indispensable que la vivienda fuera una vivienda limpia y ecológica, cuyo funcionamiento se basará solo en energías limpias y renovables, así que esta alternativa solo se valoraría en el caso de que fuera estrictamente necesario.

Biomasa: Para abastecer el suministro de energía térmica.

Se descarta por dos factores, el primero porque las calderas de biomasa tienen un gran tamaño, y en segundo lugar por la necesidad inherente de alimentar la caldera cada cierto tiempo con pellets, es decir requiere de un cierto mantenimiento lo que conlleva una cierta incomodidad. Además para obtener un elevado rendimiento es necesario invertir dinero en pellets, ya que a mayor calidad del pellet, mayor es el rendimiento obtenido.

Almacenamiento mediante H2: Se descarta por no estar lo suficientemente comercializado ni desarrollado. Lo que implica un elevado coste del equipo y de la instalación, así como la falta de un conocimiento total de esta nueva tecnología. Este tipo de almacenamiento se tiene en cuenta como alternativa de futuro a largo plazo.

Almacenamiento Térmico: Se valora tras el descarte del almacenamiento en H2 por su escasa comercialización, pero el requerimiento de depósitos de grandes dimensiones así como sofisticados aislamientos que encarecen irremediablemente el proyecto y su dudoso rendimiento, acaban por descartar esta alternativa.

Cambio de la envolvente en la unifamiliar: El Cener en numerosos proyectos plantea el cambio de envolvente para mejorar y optimizar la climatización y ventilación de la vivienda, se pensó en cambiar la estructura de la unifamiliar, pero la idea desde un principio fue mantener la envolvente tal y como estaba proyectada en los planos de obra.

1.2.2 Alternativas escogidas:

Para determinar y concretar el proyecto fue de vital importancia la entrevista con D. Esteban Morrás, que con sus conocimientos supo enfocar la idea base del proyecto en una realidad. Así pues, las alternativas escogidas son:

Paneles Fotovoltaicos: Uso de paneles fotovoltaicos para abastecer energéticamente lo referente a electricidad común, véase: iluminación, equipos electrónicos, electrodomésticos etc.

Se escogen debido a su mayor rendimiento sobre los paneles solares, por su gran crecimiento tecnológico, por su gran comercialización y por su precio razonable.

Instalación de Geotermia: Implantación de una instalación de geotermia para abastecer lo referente a energía térmica, es decir, abastecer las necesidades de climatización y refrigeración de la vivienda.

Se realiza este tipo de instalación ya que, a pesar de no ser una fuente de energía muy utilizada en Navarra, para abastecer las necesidades térmicas de una vivienda es bastante recomendable debido a su rápida amortización, larga vida útil y poco mantenimiento. El único inconveniente que se puede encontrar a este tipo de instalaciones es la falta de espacio para realizar las excavaciones e introducir los captadores, pero en nuestra vivienda en particular esto no resulta ser un inconveniente.

Los datos presentados en el proyecto han sido contrastados por la empresa Grupo Visiona, empresa navarra que se dedica a la implantación de este tipo de instalaciones.

Almacenamiento en baterías de Litio:El almacenamiento del excedente energético captado por los paneles fotovoltaicos se va a llevar a cabo mediante baterías de Litio. A pesar de ser un tipo de baterías que cuentan con una gran comercialización en lo referente a aparatos electrónicos no lo

es tanto la comercialización y el desarrollo para almacenar energía captada desde paneles fotovoltaicos.

Teniendo en cuenta las grandes expectativas de futuro que tienen las baterías de Litio, debido a la futura implantación del coche eléctrico en el mercado global y a sus mejores prestaciones que otro tipo de baterías, se apuesta por ellas independientemente de que el coste inicial sea más elevado.

1.2.3 Alternativas de futuro:

Este proyecto no es solo un proyecto tecnológico referente a la posibilidad de la autosuficiencia de una vivienda y a la bienvenida de las microrredes, es también una idea de negocio a corto plazo y la búsqueda de un sistema de mejora energético a nivel mundial con instalaciones y equipos de última tecnología.

Así pues, se plantea como alternativa de futuro a corto plazo, el reciclado de las baterías de Litio de los coches eléctricos. Que mediante su carga y descarga continua y no completa van perdiendo capacidad y rendimiento de vital importancia para el transporte pero de importancia menor para el almacenamiento energético. Por lo que se consigue un uso extra a dichas baterías pudiéndolas comprar así a un precio menor y haciendo un reciclado eficiente de ellas. Cabe considerar que un coche eléctrico de 75 cv tiene una batería de Litio que soporta hasta 55,2 kW más de 8 veces la potencia de la casa a estudio.

Pero además se tiene en cuenta las nuevas tecnologías referentes al almacenamiento energético que además son más limpias y eficientes para un futuro a largo plazo; cuando dichas tecnologías estén lo suficientemente desarrolladas como para ser eficientes y competitivas en precio.

En cuanto a estas nuevas tecnologías se tiene muy en cuenta el almacenamiento energético en H₂. Alternativa que ya fue desechada por su elevado precio y por su elevado desconocimiento tecnológico, pero que se plantea a nivel mundial como un nuevo cambio económico como el producido con el petróleo, lo que se conoce como *“Economía del Hidrogeno”* o como *“Internet de la energía”*

Por lo tanto esta vivienda no solo plantea el concepto de microrred, sino que también plantea un nuevo concepto de comportamiento

ideológica a largo plazo presentándose continuamente a la vanguardia tecnológica y energética.

2. OBJETO DEL PROYECTO:

Este proyecto tiene como objeto el diseñar y valorar la autosuficiencia energética y el definir las características técnicas, según a la normativa vigente, de las instalaciones de calefacción individual y ACS con geotermia, electricidad y almacenamiento energético que va a ser realizada en el edificio situado en el Paseo Belzeta 25 (Parcela M-20) del sector Zelaia, de Cizur Menor, 31190 (Navarra).

En este proyecto se justifican las siguientes instalaciones:

- Sistemas de calefacción con Geotermia.
- Producción y distribución de ACS con Geotermia.
- Producción y distribución de electricidad mediante Paneles Fotovoltaicos.
- Almacenamiento energético mediante Baterías de Litio.
- Justificación del cumplimiento DB-HR del CTE.

3. LEGISLACIÓN APLICABLE EN VIGOR.

Para la realización de este proyecto se han tenido en cuenta los siguientes reglamentos y normativas vigentes:

- C.T.E (Código Técnico de la Edificación R.D 314/2006 de 17 de Marzo y posteriores modificaciones).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 1663/2000 de 29 de Septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 661/2001, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Norma básica de la Edificación (NBE).
- Real Decreto de 1433/2002, de 27 de Diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en régimen especial.
- IEC 364 sobre seguridad eléctrica en instalaciones eléctricas.
- CEC 503 sobre la aprobación y homologación de los módulos para cumplir los requerimientos de la Comisión Europea de la UE.
- DC 73/23/CEE Directiva Europea de Baja Tensión.
- Especificaciones, Protocolos y Procedimientos de REE.
- Especificaciones de diseño y fabricación que han de cumplir los módulos fotovoltaicos IEC 61215, IEEE 1262 Y UNE-EN 61215.
- Otras Especificaciones y Procedimientos de REE vigentes.
- R.I.T.E. Reglamento e instrucciones técnicas de las instalaciones de calefacción y Agua Caliente Sanitaria (R.D 1027/2007 de 20 de Julio).

- Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 140/2003 de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Norma UNE 100030, guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.
- Informe UNE 112076 IN sobre Prevención de la corrosión en circuitos de agua, de Octubre de 2004.
- Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

La ejecución de las instalaciones será fiel reflejo de lo proyectado y se ajustará en todas sus partes a cuanto se establece en el presente proyecto, a las normas citadas y en general, a cuantas sean vigentes en el momento de su recepción.

Si durante la ejecución de la instalación de la obra, se produjeran modificaciones, se procederá por el autor a efectuar el estudio sobre las mismas.

4. ANTECEDENTES.

El edificio objeto de este proyecto es de nueva construcción, destinándose a vivienda unifamiliar. El acceso a la vivienda se realiza por la fachada SO y N. La vivienda se encuentra adosada a otras 3 viviendas de similares características por las fachadas N y SE. Se prevé la implantación de instalaciones adecuadas a la autosuficiencia energética necesaria para la correcta adecuación a la Normativa vigente.

5. DATOS DE PARTIDA.

5.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO:

El edificio se encuentra en suelo urbano. Tiene una forma sensiblemente rectangular, siendo su orientación predominante a lo largo Norte a Sur. El acceso principal tiene lugar por la fachada SO y N. La vivienda cuenta con planta sótano, planta baja, planta primera y planta segunda.

En la cota 0 de la vivienda y en la parte exterior de ella, hay una zona ajardinada y un parking para vehículos.

Al entrar en la vivienda nos encontramos con el vestíbulo de entrada, quedando a mano izquierda la cocina-comedor. Enfrente de la puerta principal del edificio y a mitad del vestíbulo se encuentra un aseo, al fondo están las escaleras de acceso al sótano y a la primera planta. A mano derecha del aseo hay una puerta con la que se accede a un sala multiusos y a la sala de estar principal de la casa.

La primera planta se compone de un distribuidor en forma de “L” que da acceso a los diferentes espacios de la planta. En ella, se encuentran tres dormitorios paralelos a la fachada Sur de la vivienda y uno paralelo a la fachada Este, con baño incluido. Además se presentan dos baños más en dicha planta.

En la planta segunda también hay un distribuidor que da acceso a todos los espacios. A mano derecha de las escaleras de acceso a la segunda planta nos encontramos con un baño que además dispone de sauna. Al

fondo del distribuidor y también a mano derecha se encuentra otro dormitorio; y a mano izquierda la vivienda consta de una terraza cuyo fin es la de proporcionar un espacio libre para el esparcimiento.

En el sótano de la vivienda y accediendo desde las escaleras se presenta enfrente de ellas un espacio libre definido como trastero. A mano derecha de las escaleras y a lo largo de toda la fachada este nos encontramos con un cuarto determinado como cuarto de lavado y plancha, seguido de un baño y seguido de una habitación que hará las funciones de cuarto de instalaciones. A mano izquierda de las escaleras y ocupando el resto del largo de la fachada sur se encuentra una habitación multiusos adyacente a un dormitorio y a un patio interior que ocupan el resto del largo de la fachada norte.

La vivienda donde se va a llevar a cabo el proyecto esta adosado por su fachada este a otras tres viviendas más de similares características internas y estructurales.

5.2 DIMENSIONES:

El edificio tiene una superficie útil total, distribuida en planta sótano, baja, primera y segunda de: 367,62 m².

La distribución de las superficies útiles de uso son las que se muestran en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
PLANTA SÓTANO	
Multiusos 1	51,28
Distribuidor 1	5,89
Escaleras PS-PB	5,17
Baño 1	5,75
C.Lavadora-Plancha	8,51
Ropero	5,18
Trastero y Vestíbulo C.Instalaciones	9,69
Cuarto Instalaciones	7,34
Dormitorio 1	9,48
Baño2	2,67
TOTAL PLANTA SÓTANO	110,96

PLANTA BAJA	
Vestíbulo	11,88
Sala de estar-Comedor	47,2
Multiusos 2	16,03
Cocina-Comedor	31,17
Aseo	2,33
Escaleras PB-P1	5,43
TOTAL PLANTA BAJA	114,04
PLANTA PRIMERA	
Distribuidor 2	17,14
Dormitorio2	24,45
Baño 3	7,28
Dormitorio 3	14,7
Dormitorio 4	147,7
Dormitorio 5	14,65
Baño 4	6,07
Baño 5	4,85
Escalera P1-PA	5,62
TOTAL PLANTA PRIMERA	109,46
PLANTA SEGUNDA	
Distribuidor 3	5,1
Dormitorio 6	15,8
Baño 6	12,26
TOTAL PLANTA SEGUNDA	33,16
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL	367,62

Tabla 5.2.1 Distribución de superficies útiles de la vivienda.

6. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LAS INSTALACIONES.

Posteriormente se procederá a la explicación particular de cada instalación y de sus correspondientes componentes.

6.1 INSTALACION TÉRMICAS:

Las instalaciones térmicas son las ya indicadas en el objeto del proyecto. El sistema que se ha elegido según criterios de eficiencia energética, según la normativa vigente, y según las diversas peticiones de los titulares de las viviendas.

- Calefacción en la vivienda.
Calefacción individual con bomba de calor eléctrica agua-agua (geotermia), con emisión mediante suelo radiante.
- Producción de ACS y distribución.
Producción de ACS con bomba de calor eléctrica agua-agua (especial para producción de ACS), con sistema de ACS no instantánea, y depósito de acumulación de 280 l.

6.2 INSTALACION ELÉCTRICA.

Las instalaciones eléctricas son las ya indicadas en el objeto del proyecto. El sistema que se ha elegido según criterios de eficiencia energética, según la normativa vigente, y con el objetivo de fomentar las energías renovables.

- Electricidad común interior y exterior de la vivienda.
Suministro eléctrico de todos los aparatos electrónicos, electrodomésticos de la vivienda, así como la iluminación interior y exterior de ella, mediante un sistema de módulos fotovoltaicos.
- Almacenamiento energético y distribución de la electricidad:
Almacenamiento energético mediante un pack de baterías de Litio y posterior distribución de la energía almacenada controlada mediante reguladores de carga.

7. JUSTIFICACIÓN DE LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA (HE-1).

La justificación del cumplimiento de la exigencia de Ahorro Energético del Código Técnico de la edificación, Sección HE-1: limitación de la demanda energética está descrita en el proyecto oficial del edificio, aquí nos limitaremos a mostrar los datos definitivos (apartados 7.1, 7.2 y 7.3) y no los cálculos, debido a que son interesantes para el dimensionado de la instalación de geotermia

Se utiliza la opción simplificada ya que el porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie y el porcentaje de lucernarios es inferior al 5% de la superficie total de la cubierta. La justificación del cumplimiento de esta normativa se resume con las siguientes fichas justificativas de la opción simplificada:

7.1 FICHA 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS.

Zona climática	D1	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	----	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

MUROS (U_{Mm}) y (U_{tm})					
	Tipos	A(m ²)	U(W/m ² °K)	A·U(W/°K)	Resultados
N	M11	102,54	0,24	24,99	SA= 220,46 SA·U= 58,05 $U_{Mm}=SA·U/SA=$ 0,26
	Medianero M9	74,20	0,13	9,91	
	Medianero M10	22,40	0,23	5,08	
	PT-Pilares	8,40	1,53	12,86	
	PT-Forjado	12,92	0,40	5,22	
E					SA= SA·U= $U_{Mm}=SA·U/SA=$
O					SA= SA·U= $U_{Mm}=SA·U/SA=$
S					SA= SA·U= $U_{Mm}=SA·U/SA=$
SE	M11	48,53	0,24	11,83	SA= 99,72 SA·U= 37,35 $U_{Mm}=SA·U/SA=$ 0,37
	M12	30,29	0,25	7,43	
	PT-Pilares	8,40	1,53	12,86	
	PT-Forjado	11,78	0,40	4,76	
	PT-Persiana	0,72	0,66	0,47	
SO	M12	21,72	0,25	5,33	SA= 94,24 SA·U= 46,32 $U_{Mm}=SA·U/SA=$ 0,49
	M18	40,56	0,28	11,41	
	PT-Pilares	14,00	1,53	21,43	
	PT-Forjado	14,44	0,40	5,84	
	PT-Persiana	3,52	0,66	2,32	
C T E R	Muro sótano M3	56,00	0,39	21,84	SA= 130,20 SA·U= 63,00 $U_{Mm}=SA·U/SA=$ 0,48
	Muro sótano M5	67,20	0,55	36,96	
	Muro sótano M6	7,00	0,60	4,20	

SUELOS(U_{sm})						
Tipos		$A(m^2)$	$U(W/m^2K)$	$A \cdot U(W/K)$	Resultados	
Forjado sótano		125,00	0,41	50,93	SA=	125,00
					SA·U=	50,93
					$U_{sm}=SA \cdot U/SA=$	0,41

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS(U_{cm}) y (F_{Lm})						
Tipos		$A(m^2)$	$U(W/m^2K)$	$A \cdot U(W/K)$	Resultados	
Cubierta		51,41	0,33	17,17	SA=	140,61
Cubierta terraza		89,20	0,37	33,23	SA·U=	50,40
					$U_{cm}=SA \cdot U/SA=$	0,36

Tipos		$A(m^2)$	F	$A \cdot F(m^2)$	Resultados	
					SA=	
					SA·F=	
					$F_{Hm}=SA \cdot F/SA=$	

Zona climática	D1	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	----	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

HUECOS (U_{Hm}) y (F_{Hm})						
Tipos		$A(m^2)$	$U(W/m^2K)$	$A \cdot U(W/K)$	Resultados	
Z	V6	9,01	2,14	19,24	SA=	12,91
	V14	2,40	2,44	5,86	SA·F=	28,64
	V16	1,50	2,37	3,55	$U_{Hm}=SA \cdot U/SA=$	2,22

Tipos		$A(m^2)$	$U(W/m^2K)$	F	$A \cdot U(W/K)$	$A \cdot F(m^2)$	Resultados	
E							SA=	
							SA·U=	
							SA·F=	
							$U_{Hm}=SA \cdot U/SA=$	
							$F_{Hm}=SA \cdot F/SA=$	
O							SA=	
							SA·U=	
							SA·F=	
							$U_{Hm}=SA \cdot U/SA=$	
							$F_{Hm}=SA \cdot F/SA=$	
S							SA=	
							SA·U=	
							SA·F=	
							$U_{Hm}=SA \cdot U/SA=$	
							$F_{Hm}=SA \cdot F/SA=$	
SO	V5	1,5	2,37		3,55		SA=	10,78
	V13	5,0095	2,29		11,49		SA·U=	25,25
	V14	1,2	2,44		2,93		SA·F=	
	V18	1,2	2,88		3,46		$U_{Hm}=SA \cdot U/SA=$	2,34
	V28.2	1,872	2,04		3,82		$F_{Hm}=SA \cdot F/SA=$	
SO	V6	9,0092	2,14		19,24		SA=	51,54
	V8	16,826	2,09		35,14		SA·U=	102,62
	V9	6,251	2,18		13,63		SA·U=	112,12
	V20	12,9792	2,24		29,07		SA·F=	
	V23	2,4648	2,25		5,54		$U_{Hm}=SA \cdot U/SA=$	2,18
	V28.1	4,01	2,37		9,50		$F_{Hm}=SA \cdot F/SA=$	

7.2 FICHA 2. CONFORMIDAD-DEMANDA ENERGÉTICA.

Zona climática	D1	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	----	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})$	$U_{\text{máx}}$
Muros de fachada	0,57	= 0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,60	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos	0,40	= 0,64
Cubiertas	0,37	= 0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	2,88	= 3,50
Marcos de huecos y lucernarios	2,00	
Medianerías	0,24	= 1,00

Particiones interiores (edificios de viviendas)	= 1,2 W/m ² K
---	--------------------------

MUROS DE FACHADA			
	U_{Mm}	U_{Mim}	
N	0,26	= 0,66	
E			
O			
S			
SE	0,37		
SO	0,49		

HUECOS Y LUCERNARIOS					
U_{Hm}		U_{Hlim}		F_{Hm}	F_{Hlim}
2,22	=	2,50			
	=	3,50			
	=	3,50			
	=	3,50			
2,34	=	3,40			
2,18					

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS		LUCERNARIOS	
U_{Tm}	U_{Mim}	U_{Sm}	U_{Slim}	U_{Cm}	U_{Clim}	F_{Lm}	F_{Llim}
0,48	= 0,66	0,41	= 0,49	0,36	= 0,38		= 0,36

7.3 FICHA 3. CONFORMIDAD-CONDENSACIONES.

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C.Superficiales		C.instersticiales							
	$f_{Rsi} = f_{Rmin}$		$P_n = P_{sat,n}$	Capa1	Capa2	Capa3	Capa4	Capa5	Capa6	Capa7
Cubierta	f_{Rsi}	0,92	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
Cubierta terraza	f_{Rsi}	0,91	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
M11	f_{Rsi}	0,94	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
M12	f_{Rsi}	0,94	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
M18	f_{Rsi}	0,93	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
PT-Pilares	f_{Rsi}	0,62	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
PT-Forjado	f_{Rsi}	0,90	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
PT-Persiana	f_{Rsi}	0,84	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
Medianero M9	f_{Rsi}	0,97	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							
Medianero M10	f_{Rsi}	0,94	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	0,61	P_n							

Aquellos cerramientos que disponen de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento quedan exentos de comprobación según el apartado 3.2.3.2 de las Exigencias Básicas de Ahorro de energía: HE 1 (Limitación de demanda energética) del CTE.

En este caso todos los cerramientos disponen de barrera de vapor.

8. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA SECCIÓN HE 2.

8.1 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

8.1.1 Generación de Calor y Frío.

8.1.1.1 Generación de Calor.

El sistema de generación de calor previsto es el siguiente:

Sistema de Calefacción con bomba de calor eléctrica agua-agua (geotermia), y distribución por suelo radiante a 35°C. El sistema tendrá una regulación automática independiente por plantas, así como una regulación manual por estancias.

La elección del modelo de bomba de calor se ha calculado en función de las necesidades térmicas calculadas en el apartado de cálculos, y sus datos característicos son los siguientes:

Marca	RHOSS
Modelo	THHE 114
Potencia nominal Térmica (*)	19,1 kW
COP	5,34 kW
Potencia absorbida compresor	3,6 kW
Caudal de agua condensador (a suelo radiante)	3,220 l/h
Potencia nominal frigorífica (**)	18,7 kW
EER	4,92
Potencia absorbida compresor	3,8 kW
Caudal de agua evaporador (a suelo radiante)	3,220 l/h
Potencia nominal producción ACS	12,5 kW
Caudal de agua evaporador (a suelo radiante)	2,150 l/h
Peso aproximado	195 kg
Dimensiones	620x650x1051mm
Nº Compresores	1 (tipo hermético Scroll)

Nº Circuitos Frigoríficos	1
Nº Etapas	1
Pérdidas de presión	20 kPa
Potencia sonora a 1m	51 dBA
Refrigerante	R407 C
Pérdidas de carga condensador	31 kPa
Pérdidas de carga evaporador	17 kPa
Conexiones Hidráulicas	1" G

Tabla 8.1.1.1.1 Descripción técnica de la Bomba de Calor.

Elementos incluidos:

- Bomba impulsión suelo calor/frío a separador hidráulico. Presión disponible 3,34 m.c.a. (Dada la presión disponible se opta por calcular la necesaria. Se comprobará una vez realizada la instalación la pérdida de presión real del circuito, decidiendo, así, la necesidad de colocar una bomba adicional a la caldera.)
- Bomba de impulsión ACS a depósito acumulación. Presión disponible 5 m.c.a.
- Bomba impulsión pozos geotérmicos. Presión disponible 3,1 m.c.a.
- Vaso de expansión lado pozos, de 4 litros.
- Vaso de expansión suelo radiante, de 4 litros.

Los datos de potencias nominales los facilita el fabricante para refrigerante R 407-C en las siguientes condiciones:

- (*) Calor: Agua caliente a 30/35 °C (entrada-salida) y agua fría evaporador (entrada-salida) a 10/5 °C (circuitos pozos geotérmicos).
- (***) Frío: Agua fría de refrescamiento a 23/18°C (entrada salida a evaporador) y agua caliente condensador (entrada-salida) a 30/35°C (circuito pozos geotérmicos).

Se suministrará con soportes antivibratorios de goma, manómetros de alta y baja presión del circuito frigorífico y válvula presostática.

Con el sistema diseñado se intenta obtener el COP y EER mayor posible.

8.1.1.2 Generación de frío.

El sistema de generación de frío previsto es el siguiente:

Los mismos equipos señalados anteriormente, producirán refrescamiento de las estancias por emisión de agua fría por el suelo radiante.

Además, en planta baja, para las salas de estar, cocinas-comedores y salas multiusos, se instala un sistema suplementario para refrigeración utilizando como energía electricidad. El funcionamiento será independiente por estancias, con regulación manual, y está formado por 3 unidades interiores de fancoil tipo conducto, situadas en falso techo y una unidad exterior en cubierta.

La elección de los modelos de unidades se ha calculado en función de las necesidades térmicas calculadas en el apartado de cálculos, y sus datos característicos son los siguientes:

- 3 Unidades interiores, tipo multisplit invertir, para conducto en falso techo o adosado a pared (se señalan las potencias frigorífica-calorífica).
 - Fujitsu Modelo ASY25UiF-LA para la colocación en pared. Se utiliza en los casos en los que no es posible, por falta de espacio, la colocación en falso techo.
 - Potencia frigorífica: 2,7 kW.
 - Dimensiones: 790x215x275 mm.
 - Peso: 9 kg.
 - Presión sonora 38 dB (A).

- Fujitsu Modelo ACY25UiF-LA para falso techo e impulsión por conducto.
 - Potencia frigorífica: 2,7 kW.
 - Dimensiones: 663x595x217 mm.
 - Peso. 18 kg.
 - Presión sonora: 35 dB (A).
 - Fujitsu Modelo ACY50UiF-LA para falso techo e impulsión por conducto.
 - Potencia frigorífica. 5,2 kW.
 - Dimensiones. 953x595x217 mm.
 - Peso: 25 kg.
 - Presión sonora: 43 dB (A).
- Una unidad exterior, Fujitsu Modelo AOY71Ui3F colocada en cubierta. Sus características son las siguientes:
- Potencia frigorífica nominal: 6,844 kW.
 - EER: 2.5.
 - Clase energética: A.
 - Presión sonora: 48 dB (A).
 - Dimensiones; 900x330x700 mm.
 - Peso: 56 kg.
 - Refrigerante: R410A.
 - Distancia máxima (total/vertical): 50/15 m.

8.1.2 Redes de tuberías y conductos.

8.1.2.1 Instalaciones interiores en tubería PERT.

Desde la bomba de calor se distribuirá el agua caliente a los armarios colectores se de suelo radiante situados en las diferentes plantas tal y como se indica en planos.

La distribución hasta los armarios colectores se realizará por suelo para la planta sótano, y por falso techo de la planta inferior correspondiente para el resto de las plantas, mediante tuberías PERT, es decir, de polietileno reticulado por peróxido, según UNE 53.381. El resultado es una tubería con barrera antidifusión de oxígeno, con mínima dilatación y resistente.

Desde cada armario colector se realizará la distribución de suelo radiante por suelo de cada planta con tubería de las mismas características señaladas en el párrafo anterior, sin coquilla aislante.

La alineación de tuberías en uniones, cambios de sección y derivaciones se realizará sin forzarlas. Empleando los correspondientes accesorios o piezas especiales, unidas a las tuberías adecuadamente. No se utilizarán codos menores a 90°.

En todos los casos las tuberías se cubrirán con coquilla aislante.

Para determinar el espesor de las coquillas de las tuberías se seguirá lo indicado en la Instrucción ITE 1.2.4.2 del Reglamento de Instalaciones Térmicas para Edificios, teniendo en cuenta que son válidos para un material con conductividad térmica igual a 0,040 W/(m.K). Los espesores mínimos en mm, se determinan en la tabla siguiente, de la citada instrucción.

Diám. Ext. Tubería mm	Temperatura fluido °C		
	40 a 60	>60 a 100	>100 a 180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios.

Diám. Ext. Tubería mm	Temperatura fluido °C		
	40 a 60	>60 a 100	>100 a 180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior del edificio.

En nuestro caso, para los conductos que transcurren por el interior del edificio se utilizará aislante Lana de vidrio 25.0 mm (aislante del orden 0,035 W/m°C) de espesor equivalente a 30 mm de la tabla.

Los diámetros adoptados se justifican en Cálculos. Se ha tomado el criterio de instalar tubo con diámetro 32 mm para la distribución hasta los armarios colectores situados en las diferentes plantas.

La distribución se ha hecho intentando minimizar las distancias de tubo y evitando cruces de pared de modo que se facilite la instalación, es decir, con pasos por puertas. Cuando un tubo tenga que atravesar un muro lo hará con el pasamuros correspondiente, que quedará a ras de dicho muro.

Aislamiento térmico de tuberías:

A efectos de ahorro energético tendremos en cuenta las prescripciones de la **ITE 1.2.**

Con el fin de evitar consumos energéticos superfluos los aparatos, equipos y conducciones que contengan fluidos a temperaturas superiores a 40°C, dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía a cifras que no superen el 5% de la Potencia útil.

El material con el que se aislarán con coquilla flexible de espuma elastomérica a base de caucho sintético (conductividad térmica a 20 °C de Tª media 0,037 W/Mk), en todas las tuberías generales y columnas, y coquilla de Polietileno en anillos de viviendas, cuyo espesor mínimo lo tomamos de la tabla 1.2.4.2.1 de la ITE 1.2.4.2 del Reglamento de Instalaciones Térmicas para Edificios, en función de diámetro de la tubería y la temperatura del fluido. Si alguna tubería discurriera por el exterior este espesor se incrementará en 10 mm.

8.1.2.2 Instalaciones interiores de conductos.

Desde las unidades interiores situadas en falso techo, se distribuirá el aire a los distintos puntos.

La distribución se realizará por falso techo, mediante conductos tipo Climaver con aislamiento interior.

Para determinar el espesor del aislante se seguirá lo indicado en la Instrucción ITE 1.2.4.2.2 del Reglamento de Instalaciones Térmicas para Edificios, teniendo en cuenta que son válidos para un material con conductividad térmica igual a 0,040 W/(m.K). Los espesores mínimos en mm, se determinan en la tabla siguiente, de la citada instrucción:

	En Interiores (mm)	En Exteriores (mm)
Aire caliente	20	30
Aire frío	30	50

Tabla 1.2.4.2.5: Espesores de aislamiento de conductos.

En nuestro caso, para los conductos que transcurren por el interior del edificio se utilizará aislante Lana de vidrio de 25.0 mm (aislante del orden 0,035 W/m°C) de espesor equivalente a 30mm de la tabla.

La distribución se ha hecho intentando minimizar las pérdidas de carga, de modo que el rendimiento de la máquina sea lo mayor posible.

Estanqueidad de redes de conductos:

Las redes de conductos tendrán una estanqueidad correspondiente a la clase B o superior según la IT 1.2.4.2.3.

8.1.3 Control.

Para el sistema de suelo radiante de nuestra vivienda con instalación de geotermia se utilizará este tipo de regulación:

Se instalará una central de regulación de Honeywell, MCS50. Se colocará una sonda de tª y humedad en cada planta (correspondiente a cada circuito de suelo radiante, ubicados tal y como se indica en planos, para

poder mantener los locales en las condiciones de diseño y ajustar el consumo de energía a las variaciones horarias de la carga térmica (ITE 1.2.4.3) y al uso de los mismos.

8.1.4 Justificación de control de consumo.

8.2.4.1 Reparto de consumos.

No procede dado que sólo hay un usuario para la instalación térmica.

8.2.4.2 Medición.

No será obligatoria dado que la potencia térmica nominal de la instalación es menor de 70 kW. No obstante se prevé la colocación de medidor de energía térmica en el circuito de pozos de la instalación geotérmica. Se confirmará su instalación con el propietario.

8.1.5 Recuperación de energía.

8.2.5.1 Refrigeración.

No procede dado que la potencia térmica nominal de la instalación es menor de 70 kW luego no es obligatoria la instalación de un subsistema de enfriamiento gratuito.

8.2.5.2 Recuperación de calor de aire de extracción.

La extracción del edificio no supera el caudal de 0,5 m³/s por lo que no se recuperará la energía del aire expulsado (según proyecto de construcción).

8.1.6 Aprovechamiento de energías renovables.

8.2.6.1 Justificación de la norma DB HE-4 del CTE.

En los edificios de nueva construcción y en los edificios que rehabiliten en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria será aplicable la **Sección HE-4 del CTE: Contribución solar mínima de ACS.**

En nuestro caso, la contribución solar mínima exigida es de un **30%**, por tratarse de una zona climática II (Navarra) y tener una demanda total de ACS del edificio entre 50 y 5000 l/d.

El Servicio de Patrimonio Histórico de la Dirección General de Cultura informa:

“El nuevo Código Técnico de la Edificación establece en el Documento Básico HE4 la contribución solar mínima de agua caliente en los edificios de nueva construcción y en rehabilitación de edificios existente, y en el Documento Básico HE5 la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica en determinados usos. En ambos documentos se establece que podrá disminuirse cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.

La Sección de Patrimonio Arquitectónico del Servicio de Patrimonio Histórico ha apreciado que existe contradicción entre la regulación del Código Técnico de la Edificación sobre instalaciones de captación de energía solar y la protección de los valores históricos y arquitectónicos de las localidades de la Navarra húmeda del noroeste.

Los núcleos históricos de la mayoría de las localidades de Navarra tienen un valor indudable fruto de las características de su trazado y de su arquitectura, tanto monumental como tradicional doméstica, con amplia y rica variedad de tipos constructivos, que manifiestan se devenir histórico y las peculiaridades de cada área geográfica. Cada localidad tiene una configuración edificada y una presencia en el paisaje natural que son inseparables e identificables en la memoria visual colectiva. Las instalaciones de captación de energía solar no son adecuadas en los núcleos históricos de la mayoría de las localidades de Navarra por la modificación que producen de las cualidades históricas y arquitectónicas y de sus valores ambientales y, en el caso de Navarra húmeda del noroeste, también en la edificación dispersa de carácter tradicional.

Por lo anterior, de conformidad con las competencias otorgadas por la Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, del Patrimonio Cultural de Navarra parece oportuno determinar la exclusión del ámbito de aplicación de las previsiones sobre instalaciones de captación de energía solar de los Documentos Básicos HE4 y HE5 del código Técnico de la Edificación en los **cascos urbanos**, con excepción de las áreas urbanas de uso industrial,

de las localidades de los municipios de Goñi, Ollo, Etxauri, Ciriza, Echarri, Vidaurreta, Zabalza, Belascoáin, JuslapeñayOláibar; los cascos antiguos de Ibero, Asiáin, Ororbia y Arazuri del municipio de Olza y los cascosurbanos, con excepción de las áreas urbanas de uso industrial, del resto de las localidades deeste municipio; los cascos antiguos de Arre y Oricáin del municipio de Ezcabarte y los cascosurbanos, con excepción de las áreas urbanas de uso industrial, del resto de las localidades deeste municipio; los edificios catalogados en el planeamiento urbanístico municipal de la localidaddeZuasti del municipio de Iza, los cascos antiguos de Sarasate, Iza y erice de este municipio y los cascos urbanos, con excepción de las áreas urbanas de uso industrial, del resto de la localidades de este municipio; los edificios catalogados en el planeamiento urbanístico municipalde las localidades de Mutilva Alta y Mutilva Baja del municipio de Aranguren, el casco antiguo deTaponar de este municipio y los cascos urbanos, con excepción de las áreas urbanas de usoindustrial, del resto de las localidades de este municipio; los cascos antiguos de las localidades de los municipios de Berrioplano, Egües y Elorz; los edificios catalogados en el planeamientourbanístico municipal de las localidades de Cizur Menor y Guenduláin del municipio de Cizur y loscascos antiguos del resto de las localidades de este municipio; los edificios catalogados en elplaneamiento urbanístico municipal de las localidades de Cordobilla, Esquíroz y Barbatáindelmunicipio de Galar y los cascos antiguos del resto de las localidades de este municipio; losedificios catalogados en el planeamiento urbanístico municipal de las localidades de Orcoyen,Ansoáin, Tiesas, Burlada, Villava, Huarte, Berriozar, Beriáin, Zizur Mayor y Noáin; los edificioscatalogados en el planeamiento urbanístico municipal situados fuera del casco histórico, quetienen regulación específica, del municipio de Pamplona."

En nuestro caso la vivienda utilizará Geotermia para la producción de ACS, por lo cual no se aplicará la contribución solar mínima exigida.

8.1.7 Limitación de utilización de energía convencional.

No se utilizará energía eléctrica directa por “efecto Joule” en el sistema que se diseña.

No se climatizan locales no habitables.

8.1.8 Lista de equipos consumidores de energía.

Los equipos consumidores de energía son los siguientes:

- Bomba de calor eléctrica agua-agua geotérmica (4 UNIDADES), para producción de calefacción, ACS y refrescamiento. Sus características se han señalado en el apartado 8.1.1.1.
- 4 bombas monofásicas de impulsión para los respectivos circuitos de suelo radiante.
- Elementos de regulación.
- Energía eléctrica para refrigeración: Un equipo aire acondicionado aire-aire en la vivienda, tipo partido, con una unidad exterior y tres unidades interiores. Sus características se han señalado en el apartado 8.1.1.2.

8.1.9 Justificación sistema de climatización y ACS elegido desde el punto de vista de eficiencia energética.

La calefacción se plantea para una temperatura inferior media de 22°C. La geotermia es una fuente de energía eficaz tanto para la calefacción como para la producción de agua caliente. Se ha elegido una bomba de calor con producción de agua para suelo radiante a 35 °C que proporciona un COP de 5,34. La distribución por suelo radiante, óptima para viviendas de uso continuo, permite calefactar los diferentes espacios con una temperatura menor, lo que implica unas pérdidas de energía menores. También supone un ahorro energético la disminución de pérdidas de calor en la sala de calderas y en las conducciones ya que la temperatura de impulsión y de retorno del agua es menor que en otros sistemas de calefacción. Mediante la colocación de termostatos se podrá regular la temperatura. La producción de ACS se realiza también con la bomba de

calor, que incluye un intercambiador aprovechando todo el calor residual del sistema.

La refrigeración se resuelve de dos maneras complementarias:

- Mediante un sistema de suelo refrescante utilizando como energía la electricidad para alimentar la bomba de calor agua-agua geotérmica que para un funcionamiento de producción de agua a 18°C, para evitar condensaciones, obtiene un EER de 4,92.
- Se complementa con otro sistema que aporte mayor confort a las habitaciones de mayor uso en planta baja, con bomba de calor aire-aire, tipo partido, con tecnología Inverter, que permite mantener de forma constante la temperatura seleccionada y consumir únicamente la energía que se necesita para alcanzarla, por lo que se optimiza el consumo. El EER de estos equipos es de 3,5 y son clase A. No se ha optado por la colocación de fancoils alimentados por agua fría desde la bomba de calor geotérmica para poder aprovechar el mayor EER de ésta impulsando a 18 °C en vez de a 7°C, permitiendo además el refrescamiento de todas las habitaciones.

La producción de ACS será individual y se produce con bomba de calor de uso específico y calentamiento por geotermia.

La producción de ACS desde la caldera no será instantánea sino que dispondrá de una acumulación de 280 litros para cada una de las viviendas, que permita el uso simultáneo y adecuado de los puntos de consumo. Desde el depósito de acumulación situado junto a la caldera se distribuirá, tal y como se indica en plano, con tubería multicapa PEX-AL-PEX con aislamiento de coquilla Armaflex de 22 mm de espesor, hasta los diferentes puntos de consumo. En la vivienda, se colocarán las derivaciones correspondientes, según el esquema que se adjunta en planos.

La instalación se realizará con retorno ya que las distancias en vivienda entre producción y los puntos de consumo son mayores de 15 m.

La distribución desde la caldera a aparatos de consumo se desarrolla más adelante en este proyecto.

8.2 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD.

8.2.1 Generación de calor y frío.

8.2.1.1 Condiciones generales.

Las bombas de calor instaladas deberán tener certificado de conformidad según el R.D. 1428/1992 y cumplirán todo lo especificado en dicha reglamentación.

8.2.1.2 Sala de máquinas.

No hay sala de máquinas ya que el equipo generador de calor es de potencia térmica menor a 70 kW.

8.2.2 Redes de tuberías.

8.2.2.1 Condiciones generales.

Tal y como se ha señalado anteriormente la distribución de tuberías sólo será vista en sótano. Fuera de la sala de instalaciones irá grapada a techo o paredes a una altura superior a 2 metros. En el resto de plantas se distribuirá por falso techo. En todos los casos con coquillas aislantes.

8.2.2.2 Alimentación.

El dispositivo de alimentación evitará el reflujo de agua en caso de caída de presión en la red pública. Se colocará antes del dispositivo de alimentación una válvula de cierre, un filtro y un contador. El llenado será manual.

El diámetro mínimo de la conexión de alimentación en función de la potencia térmica nominal de la instalación se elegirá de la siguiente tabla, según la instrucción IT 1.3.4.2.2. del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios.

Pot. Térmica Nominal Kw	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

Tabla 8.2.2.1 Diámetros mínimos en calor y frío según la potencia.

En nuestro caso, la potencia nominal es menor de 70 kW, por lo que se utilizará un diámetro mínimo de 15 mm en calor y 20 mm en frío, según la tabla anterior.

En el tramo que conecta los circuitos cerrados al dispositivo de alimentación se instalará una válvula automática de alivio de diámetro mínimo DN20, tarada a una presión igual a la máxima de servicio en el punto de conexión más 0,2 a 0,3 bar, siempre menor que la presión de prueba.

8.2.2.3 Vasos de expansión.

Todos los circuitos cerrados de agua expuestos a variaciones de temperatura del fluido dispondrán de un vaso de expansión capaz de absorber el volumen de las dilataciones del fluido.

- Calefacción: Vaso de expansión de 12 litros para circuito de calefacción (6 unidades).
- ACS:
 - Vaso de expansión circuito geotermia: 10 litros (1 ud).
 - Vaso de expansión de 25 litros para circuito de ACS. (4 unidades). Está incluido en el suministro del depósito.

8.2.2.4 Dilatación.

La distribución se realizará por suelo y por falso techo, mediante tuberías PERT, es decir, de polietileno reticulado por peróxido, según UNE 53.381. El resultado es una tubería con barrera antidifusión de oxígeno, con mínima dilatación y resistente.

La alineación de tuberías en uniones, cambios de sección y derivaciones se realizará sin forzarlas, empleando los correspondientes accesorios o piezas especiales. Para la realización de cambios de dirección se utilizarán preferentemente piezas especiales, unidas a las tuberías adecuadamente. No se utilizarán codos menores a 90°.

8.2.3 Redes de conductos.

8.2.3.1 Condiciones generales.

Desde las unidades interiores situadas en falso techo, se distribuirá el aire a los distintos puntos.

La distribución se realizará por falso techo, mediante conductos helicoidales de chapa de acero galvanizado.

En todos los casos los conductos se aislarán.

Los diámetros de los conductos adoptados se justifican en Cálculos.

La distribución se ha hecho intentando minimizar las distancias de tubo y evitando cruces de pared de modo que se facilite la instalación, es decir, con pasos por puertas. Cuando un tubo tenga que atravesar un muro lo hará con el pasamuros correspondiente, que quedará a ras de dicho muro.

8.2.3.2 Seguridad de utilización.

- Las superficies calientes existentes serán formadas por los tubos de distribución de la calefacción. Se sitúan bajo suelo o por falso techo por lo que no existe posibilidad de contacto adicional.

- Todos los equipos propuestos están accesibles para mantenimiento, limpieza y reparación.

9. ACS DESCRIPCIÓN.

La producción de ACS, se realiza con depósito de acumulación mediante bomba de calor de uso específico y sistema de calentamiento por geotermia. Se ubica en el cuarto de instalaciones en la Planta sótano de cada vivienda.

La producción de ACS no será instantánea sino que se dispondrá de un depósito de acumulación de 300 litros que permita el uso simultáneo y adecuado de los puntos de consumo.

En la vivienda desde el depósito de acumulación se distribuirá la tubería de ACS por falso techo o por paredes. Con tubería de Polietileno Reticulado con aislamiento de coquilla Armaflex de 22 mm de espesor (equivalente a 25 mm del RITE), todas las tuberías de ACS discurren por el interior del edificio, hasta los diferentes puntos de consumo. En cada una de las plantas, se colocarán las derivaciones correspondientes.

La instalación se realizará con retorno ya que las distancias en la vivienda entre la producción y los puntos de consumo son mayores de 15m.

La distribución desde la sala de generación a los aparatos de consumo se detalla a continuación.

9.1 ACOMETIDA.

La acometida se realizará desde la red enterrada de la Mancomunidad de aguas de la Comarca de Pamplona, existente junto a la parcela. La conexión al colector se realizará mediante collarín de toma en carga. Según datos de la Mancomunidad la presión estática en punto de conexión es de 3,2 bar.

Tal y como puede verse en el anexo de cálculos, la presión en elementos del ático puede ser insuficiente. Por tanto se prevé la colocación de un grupo de presión a la entrada de la vivienda.

En obra se verificará la presión de entrada obtenida y se decidirá la colocación del grupo de presión.

Se colocará una arqueta enterrada a pie de la vivienda, para la colocación de contadores < 50 mm de servicios.

Dicha arqueta cuenta con llave de corte en el exterior del edificio y con sumidero de evacuación de posibles fugas.

9.1.1 Instalación interior general.

Es el conjunto de canalizaciones y accesorios comprendidos entre la llave de Abonado, colocada a la salida del contador, y la llave de aparato.

La instalación general contará con.

- Llave de corte general.
- Filtro en “Y” con umbral de filtrado entre 25 y 50 micras, con malla de acero inoxidable y baño de plata.
- Llave de corte.
- Grifo de prueba.
- Válvula de retención.

En nuestro caso en la zona de entrada de la red a la vivienda y por ser el punto más bajo de la instalación interior contará también con una llave de vaciado de la instalación.

La vivienda contará con un grupo de presión, de presión constante y caudal variable, de hasta 12 m³/h

Desde la acometida a cada vivienda se realizarán las derivaciones a cada zona. Esta derivación suministra agua a los diferentes cuartos húmedos (aseos y cocina) contando en la entrada de los mismos con llaves de corte.

Toda la instalación interior se realiza mediante tubo de polietileno reticulado, según norma UNE 53381, de los diámetros. Su trazado se realiza por las paredes en las salas del sótano, y por los falsos techos de las diferentes salas en la planta baja, planta primera y ático.

Las tuberías de agua fría quedarán a una distancia mínima de 4 cm. de las de caliente. Bajadas a aparatos se dispondrán bajo tubo corrugado de color azul y se distribuyen por rozas en paredes y falso techo.

Las calidades de todos los materiales empleados en la instalación se desarrollan en el Presupuesto.

9.1.2 Instalación interior vivienda.

Para el diseño de la red de fontanería se han tenido en cuenta los caudales mínimos instantáneos, de cada uno de los aparatos instalados en el local, siendo estos los siguientes:

Tipo de Aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm ³ /s)	Caudal instantáneo mínimo de ACS (dm ³ /s)
Lavabo	0,1	0,065
Inodoro con cisterna	0,1	0
Bañera	0,3	0,2
Ducha	0,2	0,1
Fregadero	0,2	0,1
Lavavajillas	0,15	0,1
Lavadora	0,2	0,15

Tabla 9.1.2.1 Caudales mínimos de agua fría y ACS.

El caudal instantáneo total de agua fría máximo previsto para toda la instalación, sería de 3,66 a 2,17dm³/s. Considerando los correspondientes coeficientes de simultaneidad de AF se reduce hasta unos valores de 1,75 a 1,20 dm³/s, como se muestra en los cálculos adjuntos.

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- Grifos comunes: 100 kPa (1bar).
- Depósito ACS: 150 kPa (1,5 bar).

La presión no debe superar los 500 kPa.

9.2 DESCRIPCIÓN GENERAL ACS.

La producción de Agua Caliente Sanitaria se realiza mediante el siguiente sistema. Producción ACS mediante intercambiador de con bomba de calor de geotermia y cuenta con un depósito de 300 litros.

Dispondrán de toma de agua caliente los lavabos, ducha, fregadero y las tomas de lavadora y lavavajillas. No se distribuye agua caliente a los grifos de las terrazas ni de los cuartos de instalaciones.

La red de ACS se diseña con retorno ya que las distancias entre el punto de producción y los puntos de consumo en el ático son mayores de 15 m. El retorno se dispone para todos los puntos de consumo, en todas las plantas.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 y 65°C.

Para soportar los movimientos de dilatación de la instalación, los soportes y anclajes de las mismas se dispondrán de manera que permitan este movimiento. En los tramos de planta sótano de más de 10 metros de longitud se dispondrán elementos específicos para compensar la dilatación.

El aislamiento de las redes de tubería tanto en impulsión como en retorno debe ajustarse a lo dispuesto en el RITE.

9.2.1 Dimensionado de redes de impulsión.

El cálculo se ha realizado teniendo en cuenta el tramo más desfavorable de la instalación, en función de la pérdida de carga del mismo.

El caudal instantáneo máximo de agua caliente previsto para la instalación, como señalamos en los cálculos adjuntos considerando los adecuados coeficientes de simultaneidad comprende entre 0,77 y 1,10 dm³/s.

La velocidad de cálculo para tuberías termoplásticas y multicapas se mantendrá entre 0,5 y 3,5 m/s.

La presión disponible en el punto más desfavorable de la instalación no será menor que el indicado en el punto anterior, teniendo en cuenta los datos que la compañía suministradora nos ha suministrado de la presión en el punto de conexión de la red.

Los diámetros empleados para derivaciones de alimentación de diferentes cuartos son los siguientes:

- Baño y cocina: PE 20x2.

Los diámetros empleados para derivaciones a cada aparato son los siguientes:

- Lavabo: PE 16x1,8.
- Bidé: PE 16x1,8.
- Ducha: PE 20x2.
- Fregadero: PE 20x2.

9.2.2 Sistemas de instalación.

El tendido de tuberías de agua caliente se hará de tal modo que no afecten a las de agua fría, debiendo ir separadas una distancia de 4 cm como mínimo.

Si ambas tuberías se encuentran en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la caliente.

Las tuberías de agua se colocarán por debajo de canalizaciones eléctricas y de telecomunicación separadas 30 cm.

Las tuberías de agua caliente irán aisladas en todo su recorrido.

El aislamiento será de 2 tipos:

- Para canalizaciones situadas en el interior de zonas abiertas al exterior o no calefactadas:
 - Temperaturas previstas (-9 a 10 °C).
 - Coquilla de 27 mm de espesor Armaflex SH o similar.

- Para las canalizaciones situadas en el interior habitables o calefactadas:
 - Temperaturas previstas (0 a 10°C).
 - Coquilla de 22 mm de espesor Armaflex SH o similar.

Las tuberías de agua caliente en bajantes a puntos de consumo (únicamente tramo vertical hasta grifo) se dispondrán bajo tubo corrugado de color rojo y se distribuyen por rozas en paredes.

9.2.3 Dimensionado de la red de retorno de ACS.

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador.

Se estima que el caudal de retorno recirculado es como mínimo el 10% del agua de alimentación.

En nuestro caso el caudal de retorno recirculado es de 0,15 l/s (360 l/h).

Los diámetros de la tubería de retorno se calculan en función del caudal recirculado, siguiendo los criterios de relación de tuberías de la siguiente tabla:

Diametro tubería impulsión (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1100
1 ½	1800
2	3300

Tabla 9.2.3.1 Diámetro y caudal de tuberías de retorno.

En nuestro caso la tubería de retorno general de la instalación tendrá un diámetro nominal de 20 mm.

El espesor del aislamiento térmico de las conducciones se dimensionará según RITE.

Para asegurar las condiciones de funcionamiento se coloca una bomba en el circuito de retorno.

Las características de la bomba son las siguientes:

- Bomba de rotor húmedo para ACS de Sedical Modelo SA 20/2-B, para temperatura máxima del agua a 65°C y presión de trabajo 10 bar.

Las tuberías de retorno de agua caliente irán aisladas en todo su recorrido.

El aislamiento podrá ser de 2 tipos:

- Para canalizaciones situadas en el interior de zonas abiertas al exterior o no calefactadas:
 - Temperaturas previstas (-9 a 10 °C).
 - Coquilla de 27 mm de espesor Armaflex SH o similar.
- Para las canalizaciones situadas en el interior habitables o calefactadas:
 - Temperaturas previstas (0 a 10°C).
 - Coquilla de 22 mm de espesor Armaflex SH o similar.

9.3 MATERIALES UTILIZADOS.

Los materiales utilizados en la instalación no modificarán la calidad, ni la salubridad del agua suministrada, por lo que cumplirán las siguientes condiciones:

- Para las tuberías y accesorios se utilizarán materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos en el RD 140/2003.

- Serán resistentes a la corrosión interior y no presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.
- Funcionarán eficazmente en las condiciones previstas, (presión, tºinterior, exterior) y su envejecimiento no disminuirá la vida útil prevista de la instalación.

Las tuberías de polietileno (PE) cumplirán las normas UNE EN 12201:12003.

Las tuberías de polietileno reticulado (PE-X) cumplirán las normas UNE EN ISI 15875:2004.

Los tubos multicapa de polímero, aluminio, polietileno resistente a temperatura (PE-RT) cumplirán la norma UNE 53 960 EX:2002.

Los tubos multicapa de polímero, aluminio, polietileno reticulado (PE-X) cumplirán la norma UNE 53 961 EX:2002.

El material de las válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. Se colocarán elementos homologados.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como elemento de cierre para trabajos de mantenimiento.

Las válvulas serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

9.4 EJECUCIÓN, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO.

Los sistemas de producción y acumulación de Agua Caliente Sanitaria se encuentran instalados en el cuarto de instalaciones de la planta sótano, de capacidad suficiente para la colocación de los equipos y para permitir el acceso y trabajo del personal de mantenimiento.

Las redes de tuberías son accesibles en la mayor parte de su trazado, ya que se han instalado:

- Planta Sótano: Sujetas a forjado o pared en instalación superficie.
- Planta Sótano: En baños, por encima de falso techo.
- Plantas baja, primera y ático: Colocadas encima de falso techo en cuartos de paso y encuartos húmedos.

Las bajantes verticales a los puntos de consumo desde los colectores de distribución horizontal se realizan siempre perpendicularmente y centrado con el punto de consumo.

Las bajantes a puntos de consumo se realizarán empotradas en paramentos medianeros realizadas en el mismo, no estando permitido el empotramiento de las mismas en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

El trazado de tuberías se efectuará de forma limpia y ordenada.

En el caso de tubería vista, ésta estará protegida mecánicamente de cualquier golpe o choque fortuito.

Las uniones de los tubos serán estancas, y resistirán adecuadamente la tracción.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Se evitará la formación de condensaciones en la superficie exterior de todas las tuberías empotradas, ocultas o vistas, mediante la colocación del aislamiento adecuado, que cumplirá en todo momento lo indicado en el RITE y en las normas UNE 100171:1989 y UNE EN ISO 12241:1999.

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos o vibraciones al edificio.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Las tuberías se dispondrán sobre soportes que aguanten el peso de la tubería cargada, de manera que éste nunca descansa sobre los tubos o sus uniones.

Las tuberías no se anclarán en ningún elemento estructural.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de la posición de la instalación.

Cuando sea necesario se instalarán elementos elásticos en las uniones de grapas, abrazaderas y soportes.

La empresa instaladora realizará pruebas de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Posteriormente se cerrarán los grifos terminales y el de llenado, y mediante la bomba conectada se alcanzará la presión de prueba.

Para las pruebas de las tuberías termoplásticas y multicapas se seguirá lo indicado en la UNE ENV 12 108:2002, método A.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose de nuevo a la prueba anterior.

El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.

Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

En las instalaciones de preparación de ACS se realizarán las siguientes pruebas defuncionamiento:

- Medición de caudal y temperatura en los puntos de consumo.
- Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el nº de grifos estimados para la simultaneidad.
- Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.
- Medición de temperaturas de la red.
- Con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3°C a la de salida del acumulador.

En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio desde 4 semanas desde su terminación o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio.

Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- Para el llenado de la instalación se abrirán al principio sólo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta década una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones.
- Una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones de fontanería incluirán todo lo indicado en el RD 865/2003.

Los equipos que necesiten operaciones de mantenimiento y que deban quedar ocultos, sesitarán en espacios que permitan la accesibilidad.

10. INSTALACIÓN CALEFACCIÓN.

10.1 EXIGENCIAS CTE.

Se ha realizado de acuerdo al cumplimiento de la exigencia de Ahorro Energético del Código Técnico de la Edificación para los edificios de vivienda de nueva construcción. Las justificaciones se desarrollan en el anexo de Cálculos.

10.2 SISTEMA ELEGIDO.

Se ha explicado a lo largo de los capítulos 6, 7 y 8.

10.3 CONDICIONES DE CÁLCULO.

En la vivienda se calefactarán todas las estancias a excepción del cuarto de instalaciones.

10.4 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS.

Se ha realizado de acuerdo a las instrucciones técnicas del RITE. Los criterios de cálculo se desarrollan a continuación.

10.4.1 Cargas internas.

Para el cálculo de cargas, se han tenido en cuenta los siguientes factores, además de los cerramientos y el salto térmico.

- Orientación. Se incrementa en un 10% la carga térmica para orientación norte en el cálculo de calefacción.
- Renovaciones de aire exigidas (según apartado de ventilación). Se garantizará la renovación del aire lo cual exige incrementar las cargas térmicas. Para cocinas y baños se aplicará un coeficiente de 1 y para el resto de espacios 0,5.

10.4.2 Resumen de cargas térmicas.

En los cálculos puede verse las pérdidas térmicas de los distintos recintos, siendo las siguientes:

DESCRIPCIÓN	POTENCIA CALEFACCIÓN (W)
PLANTA SÓTANO	
Multiusos 1	2531,14
Distribuidor 1	234,91
Baño 1	325,11
C.Lavadora-Plancha	366,98
Ropero	336,77
Trastero y Vestíbulo C.Instalaciones	311,91
Dormitorio 1	591,28
Baño2	220,33
TOTAL PLANTA SÓTANO	4918,41

PLANTA BAJA	
Vestíbulo	556,79
Sala de estar-Comedor	1672,02
Multiusos 2	882,5
Cocina-Comedor	1756,16
TOTAL PLANTA BAJA	4867,46
PLANTA PRIMERA	
Distribuidor 2	962,54
Dormitorio2	715,6
Baño 3	451,2
Dormitorio 3	618,54
Dormitorio 4	618,54
Dormitorio 5	772,07
Baño 4	507,82
Baño 5	459,68
TOTAL PLANTA PRIMERA	5106,1
PLANTA SEGUNDA	
Distribuidor 3	674,59
Dormitorio 6	975,01
Baño 6	786,8
TOTAL PLANTA SEGUNDA	2436,4
TOTAL VIVIENDA	17328,38

Tabla 10.4.2.1 Resumen de cargas térmicas.

10.5 DESCRIPCIÓN BOMBAS DE CALOR.

Para realizar el cálculo y elegir la bomba de calor necesaria partimos de las necesidades térmicas calculadas en el apartado de cálculos de esta Memoria. La potencia requerida es de 17.33 kW.

Descripción: (1Unidad).

La descripción completa se presenta en el apartado 8.1.1.1

Marca	RHOSS
Modelo	THHE 114
Potencia Nominal Térmica (*)	19,1 kW
COP	5,34
Potencia absorbida compresor	3,6 kW
Potencia Nominal Frigorífica (**)	18,7 kW
EER	4,92
Potencia absorbida compresor	3,8 kW

Tabla 10.5.1 Descripción bomba de calor.

10.6 SISTEMA DE SUELO RADIANTE.

10.6.1 Armarios colectores de distribución.

Se colocarán en cada vivienda armarios de distribución, metálicos, que se empotrarán en pared, uno en cada una de las plantas a calefactar. Sus dimensiones se determinan en planos.

Cada armario dispondrá de n conjunto completo de colectores formadopor:

- Colector de ida de acero inoxidable con detentores incorporados.
- Colector de retorno de latón con válvulas termostizables incorporadas.
- 2 Terminales.

- 2 Soportes.
- 2 Tapones de ½ “.
- 2 Purgadores automáticos.
- 1 Juego de etiquetas.
- 2 Válvulas de esfera (una por colector).
- Racores de 18x16x20.

10.6.2 Tuberías suelo radiante.

Desde cada armario se realizará la distribución de circuitos por suelo. Se colocarán tubos de Polietileno reticulado de alta densidad, con barrera antioxígeno, según DIN 16892 y DIN 4726.

Se utilizarán tubos de Ø 16 x1, 8. La colocación se realizará según el plano de planta adjunto, con las distancias entre tubos indicadas en plano. Se ha elegido sistema en espiral. En algunos lugares de paso, al acumularse varios tubos en poco espacio, se aislarán los tubos con coquilla Armaflex SH de 22 mm para evitar un aumento excesivo de la temperatura.

Se ha seguido el criterio en la distribución de circuitos de que la longitud máxima sea de 120 metros lineales. De este modo se evita que el agua se enfríe excesivamente y también la colocación de uniones en los tubos, ay que se utilizarán rollos de 120 metros.

No habrá ninguna unión entre tuberías, salvo la entrada y salida de colectores.

10.6.3 Pruebas de la instalación.

Se realizarán antes de proceder al hormigonado.

Se llenará con arreglo a las siguientes instrucciones:

- Cerrar todas las válvulas del colector, tanto de alimentación como de retorno y las válvulas de cierre.
- Conectar dos mangueras a los extremos de los colectores. Una de ellas a la salida del agua y otra a un drenaje adecuado.
- Abrir el paso del agua desde la red de servicio. Abrir las válvulas de vaciado para rellenar y drenar el sistema.

- Cerrar las dos válvulas y repetir el ciclo para los demás circuitos de tuberías, uno a uno, hasta que todos los circuitos hayan sido lavados con agua.
- Abrir todas las válvulas y efectuar la prueba de presión (3-4 bar). La presión caerá durante las primeras horas pero después seguirá constante, si no hay pérdidas y la temperatura ambiente ha sido constante.
- El suelo puede recibir su acabado (hormigonado, parquet, etc.) después de que se haya efectuado una inspección adicional de impermeabilidad.

10.6.4 Puesta en Marcha.

Se deberá hacer, como mínimo, 21 días después del hormigonado.

Se seguirán las siguientes instrucciones:

- Cerrar todos los circuitos de tuberías del colector y abrir las válvulas de cierre de los colectores.
- Rellenar las tuberías de alimentación y la fuente de calor con agua y desairearlo. Se puede desairear en los extremos de los colectores (alimentación y retorno).
- Abrir todos los circuitos de tuberías (que previamente han sido purgados de aire).
- El sistema normalmente trabaja a una presión de 0,5-1,5 bar. Poner en marcha las bombas. Abrir uno de los circuitos de tuberías del colector. La temperatura aumentará lentamente. Repetir el proceso con todos los circuitos. (Previamente a todo este proceso se habrá ajustado la válvula de tres vías de modo que la temperatura no circule a más de 25°C en la primera puesta en marcha).
- Se mantendrá a esta temperatura durante al menos 3 días. Seguidamente se alcanzará la temperatura máxima de servicio y se mantendrá ésta durante al menos 4 días.
- Habrá que tener en cuenta el tipo de suelo utilizado. En este caso es linóleo y baldosa. El primero requiere que la calefacción no

- funcione ni 48 horas antes ni después de su colocación y el segundo que no funcione en su colocación ni hasta 7 días después.
- Es muy importante ventilar holgadamente las dependencias en los primeros días de funcionamiento.

10.6.5 Equilibrado hidráulico.

Tras la puesta en marcha, para evitar que los circuitos más cortos se sobrecalienten y los largos no se calienten lo suficiente, se deberán equilibrar hidráulicamente, igualando así las pérdidas de carga.

El fabricante de los colectores deberá dar información sobre las vueltas de los detentores.

La dirección de obra y la empresa instaladora se encargarán de esta operación, para la cual el instalador deberá anotar los datos reales de longitud de tubo en cada circuito.

10.7 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.

10.7.1 Concepto teórico de Geotermia.

Geotermia, palabra de origen griego "geos" "termos", que significa el calor de la Tierra, donde se engloba el conjunto de procesos que explotan ese calor para producir calor o energía eléctrica para uso humano.

Desde tiempos de griegos y romanos tenemos muestras del empleo de esta energía, principalmente en zonas termales y volcánicas, donde aprovechaban esos recursos naturales para calefacción urbana y convirtiendo tradicionales termas en centros de ocio.

Desde entonces se han ido aprovechando estas características de la tierra para diversos usos; que ayudados siempre por los avances tecnológicos, ha permitido acceder a ellas en zonas geográficas donde de forma natural no era posible.

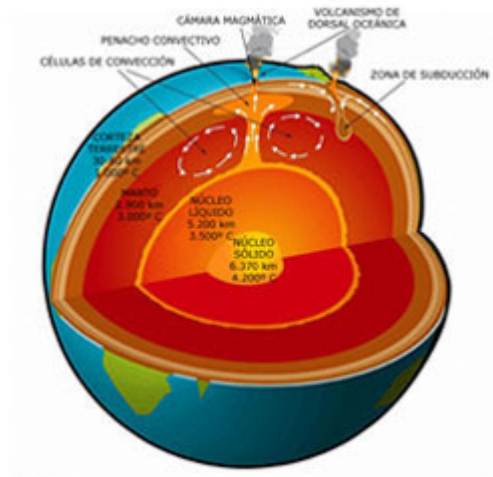


Figura 10.7.1.1

La temperatura del subsuelo se mantiene constante durante todo el año

Estos avances nos han permitido, gracias al uso de bombas de calor geotérmicas, que podamos emplear la geotermia para uso térmico, es decir, climatización de edificaciones y aporte de agua caliente sanitaria a cualquier edificación, y gracias a sistemas más avanzados de perforación a gran profundidad, obtener electricidad en centrales eléctricas o grandes industrias.

Para poder dar estos dos usos a la geotermia tenemos que analizar su clasificación según la temperatura que se vaya a aprovechar.

10.7.2 Tipos de Geotermia.

La energía geotérmica hace uso de la temperatura de la Tierra, pero según la capa en la que nos encontremos y a que temperatura obtengamos podremos hacer un uso u otro de ella.

Vamos a analizar esta clasificación de la más superficial a la más profunda.

10.7.2.1 Geotermia de muy baja temperatura.

Es aquella que aprovecha el calor solar acumulado en la corteza terrestre, a profundidades entorno a 100-150 m. o en yacimientos subterráneos, obteniendo temperaturas $< 30^{\circ}\text{C}$. Que al pasar un fluido caloportador (agua y anticongelante) a esas profundidades adquiere dicha temperatura. No siendo suficiente para climatizar, se emplean bombas de calor geotérmicas, que permiten con un pequeño consumo eléctrico, que obtengamos las temperaturas necesarias de circuito, entre $30-45^{\circ}\text{C}$ para calefactar y entre $7-12^{\circ}\text{C}$ para refrigerar, con sistemas de alta eficiencia energética, o sistemas de climatización de baja temperatura.

Como podemos observar, la diferencia de temperatura entre la obtenida en los pozos geotérmicos, o captador geotérmico y la necesaria para climatización es muy baja, lo que nos permite dar grandes rendimientos a la instalación.

C.O.P. (Rendimiento en calor): 1 Kw eléctrico consumido \Rightarrow generamos entre 4-5 Kw de calor

E.E.R. (Rendimiento en frío): 1 Kw eléctrico consumido \Rightarrow generamos entre 5-8 Kw de frío

La geotermia de muy baja temperatura tiene un coste superior a los sistemas convencionales de climatización, pero el coste de uso es hasta 5 veces menor que el producido por el gas/gasoil y aire acondicionado. Esto hace de la instalación geotérmica de muy baja temperatura sea rápida de amortizar y genere grandes ahorros económicos al usuario final.

Otro de los beneficios de esta energía es la no emisión de CO_2 , debido a la no combustión de derivados fósiles, permitiendo así la reducción de barreras visuales, como son los humos y chimeneas de los edificios.

10.7.2.2 Geotermia de baja temperatura.

Este tipo de geotermia aprovecha el calor solar acumulado en la corteza a profundidades mayores a 150 m.o al aprovechamiento de yacimientos termales, obteniendo temperaturas entorno a $30-90^{\circ}\text{C}$, para climatización.

La gran diferencia con la geotermia de muy baja temperatura es que en algunos de los casos no es necesaria la utilización de bombas de calor para elevar la temperatura a la idónea para el circuito de climatización del edificio.

Es más empleada para calefacción que para refrigeración, dado que la temperatura necesaria para el circuito de calefacción es muy similar a la obtenida de la Tierra o yacimiento.

Este tipo de geotermia no es de tan fácil obtención en todos los lugares, pero si tenemos las condiciones apropiadas es muy rentable, ya que el consumo eléctrico sería muy bajo o casi nulo.

Además el sistema de climatización podría ser compatible con sistemas convencionales y de baja temperatura.

Pudiéndose aplicar en edificaciones que requieran climatización y en procesos industriales que requieran temperaturas.

10.7.2.3 Geotermia de media temperatura.

En este caso encontramos masas de agua a poca presión y a temperaturas entorno a 100-150°C. Por lo que necesita de un fluido intermedio para producir electricidad en centrales específicas para ello o en empresas de grandes consumos energéticos.

10.7.2.4 Geotermia de alta temperatura.

Aprovecha masas de agua subterráneas a gran presión, selladas entre rocas impermeables que transmiten el calor interior de la tierra, obteniendo temperaturas >150°C, que nos permite aprovechar el vapor de agua natural para obtener energía eléctrica de forma constante, fiable y rentable durante todo el año.

Estas instalaciones solo las realizan Gobiernos y grandes instituciones, ya que las inversiones son de gran envergadura y su construcción es bastante dilatada en el tiempo.

Dentro de los tipos de geotermia, en nuestro proyecto se realiza una instalación de Geotermia a baja temperatura, aprovechando el calor solar

acumulado en la corteza terrestre, condición que se da en casi todos los terrenos, pudiendo así aportar Climatización y Agua Caliente Sanitaria a cualquier edificación.

10.7.3 Tipos de captadores.

Para cada tipo de cliente, instalación y terreno se tiene que realizar un estudio de las necesidades y la dimensión necesaria del captador geotérmico y el tipo de captador más apropiado, dando así la solución energética más eficiente.

Los tipos de captadores empleados para baja y muy baja entalpía son de tipo vertical, horizontal y de aprovechamiento de agua freática.

10.7.3.1 Captador Vertical.

Compuesto por varias perforaciones verticales entorno a 100-150 m. de profundidad y 15 cm. de diámetro. En ellos se introduce una sonda de PE donde se introduce un fluido caloportador que adquiere la temperatura del terreno (entorno a 12-16°C según zona), a este sistema no le influye la temperatura exterior, dando así altos rendimientos en calefacción como en refrigeración, y constantes durante todo el año.



Figura 10.7.3.1.1

10.7.3.2 Captador Horizontal.

Compuesto por un circuito de tubos instalados a pequeña profundidad, entorno a 1m. Se introduce un fluido caloportador por el circuito. Es un sistema económico, pero es necesaria gran superficie de terreno, entrono a 2,5 veces la superficie a climatizar. Por otra parte cabe destacar que los rendimientos (COP) de este sistema varían según la temperatura exterior, haciendo menos constante el rendimiento.



Figura 10.7.3.2.1

10.7.3.3 Captador Freático.

Se busca una fuente de agua a cierta profundidad donde encontremos temperaturas constante durante todo el año y con caudal suficiente para la potencia de bomba geotérmica a instalar. Se realizan 2 pozos, uno de captación y otro de vertido. Sus características hacen que sea el más eficiente y económico.



Figura 10.7.3.1.1

Cada zona geográfica tiene distintos materiales en su terreno, aportando diferente conductividad y por lo tanto energía, con ello queremos dar gran importancia al dimensionamiento del captador geotérmico, que es el circuito primario que alimenta a la bomba geotérmica.

Para nuestro proyecto en particular, el captador utilizado serán captadores verticales.

10.7.4 Principio de funcionamiento.

En ciclo de verano la condensación del refrigerante se realiza en contacto con el circuito de agua que discurre por la tierra (circuito geotérmico), que tomará el calor de dicho refrigerante y lo disipará en la tierra. Los datos nominales de fabricante son para unas temperaturas del agua de entrada y salida al condensador de 30 y 35 °C, respectivamente.

En ciclo de invierno la evaporación del refrigerante se realizará en contacto con el circuito geotérmico que aportará calor al refrigerante para evaporarlo. Los datos nominales de fabricante son para unas temperaturas del agua de entrada y salida al evaporador de 10 y 5°C, respectivamente.

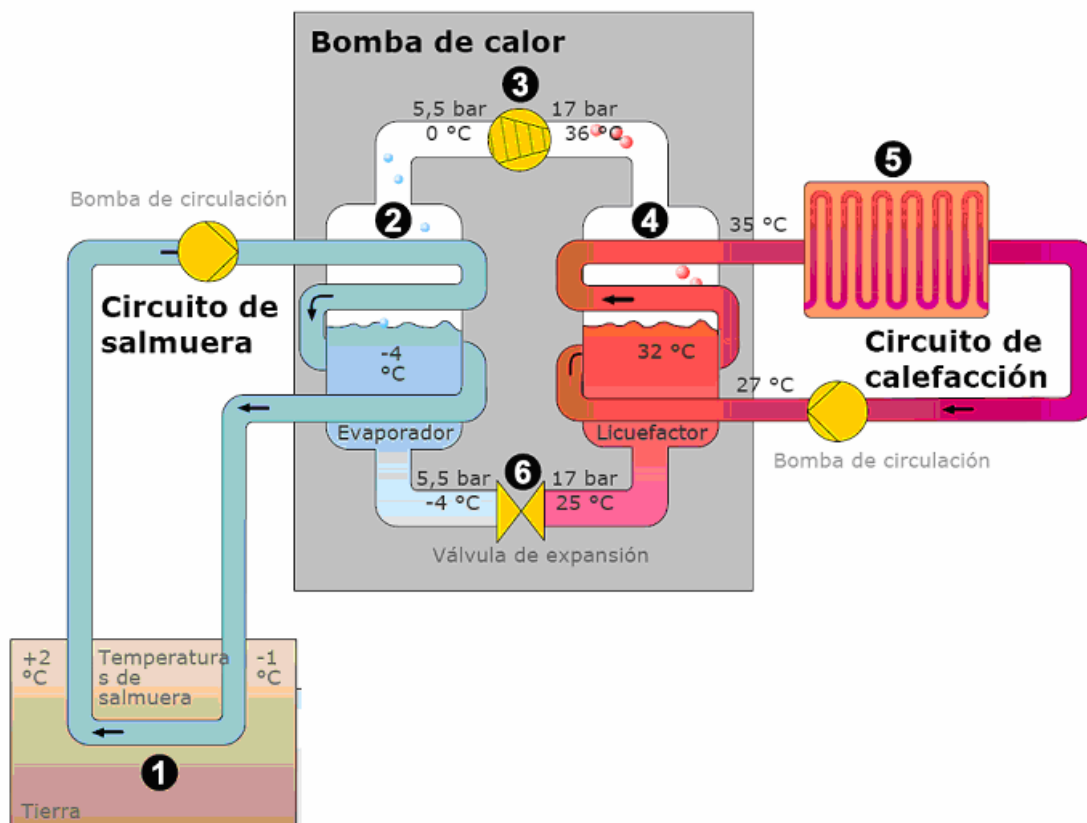


Figura 10.7.4.1

1-TIERRA.

4-CONDENSADOR.

2-EVAPORADOR.

5-CIRCUITO DE CALEFACCIÓN AGUA

3- COMPRESOR.

6-VÁLVULA DE EXPANSIÓN.

10.7.5 Pozos.

Se realizarán en la vivienda 3 prospecciones verticales de 130 m cada una y d.20 cm en los lugares señalados en planos. Siempre con una distancia entre ellos superior a 6 m, para que no interfieran los unos con los otros en el intercambio térmico. Todos ellos se ejecutan en fase de cimentaciones, en cota de planta inferior. Se seguirán las indicaciones señaladas en planos.

10.7.6 Tuberías.

Se ha decidido utilizar tuberías Polietileno PE 100, DN40, PN 16 en rollo, con bobinas de 220 metros de longitud, formadas por dos tramos de 110 metros unidos por una pieza puente que quedará colocada en el pozo del fondo con dos uniones electrosoldadas. Las tuberías con la unión hecha deberán estar probadas en fábrica a una presión mínima de 16 bar.

El llenado del pozo se realizará con grava lavada de tipo silíceo, de río, de canto pequeño (5mm). Se verterá despacio de modo que no queden huecos ni acumulaciones que impidan la adecuada caída de material.

Toda la ejecución se hará bajo la supervisión directa de la dirección facultativa de obra.

Una vez realizados los pozos y medidos se estudiará las necesidades de realizar un equilibrio hidráulico de los mismos. Se han previsto contadores de energía para conocer en cada momento caudales y temperaturas. Además de aportar información servirá de paro automático en caso de anomalías.

10.7.7 Bombas de impulsión.

Como ya se ha indicado en apartados anteriores, la bomba de calor incluye bomba de impulsión. Según cálculos la presión disponible de dicha bomba es insuficiente. Se procederá a su comprobación una vez ejecutada la obra.

Se justifica su elección en cálculos. Se ha elegido de rotor seco. Se ha tenido en cuenta que el fluido es una mezcla de agua con propilenglicol al 30 %.

El punto de funcionamiento será para un caudal de 4 m³/h con una pérdida de presión de 6 m.

La bomba elegida es SAP 40/8 T.

10.7.8 Llenado de la instalación

Una vez acabada la instalación y probada a una presión mínima de 16 bar, se procederá a su llenado manual con mezcla de agua y propilenglicol ya preparada de fábrica. El llenado se realizará mediante accionamiento manual de una bomba exterior (no incluida en el esquema). Se llenará por conexión con una de las llaves en Te y apertura de la otra hasta para que salga el aire de la instalación.

11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Se realizará conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002) vigente y las prescripciones particulares para instalaciones de locales con riesgo de explosión o incendio.

En la realización de esta instalación, se han tenido en cuenta todas las normas del R.E.B.T (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

11.1 INTRODUCCIÓN.

La instalación eléctrica en este proyecto no es una instalación convencional, ya que, como se ha explicado anteriormente se trata de una instalación que funciona mediante energía solar fotovoltaica e independiente de la red pública, es decir, almacenando energía eléctrica.

Para entender bien el funcionamiento de la instalación se va a proceder a la determinación de las características de la instalación, a la explicación de los equipos que la componen y a su dimensionado correcto para este proyecto en particular.

11.2 POTENCIA PREVISTA.

11.2.1 Potencia instalada.

MODELO	UD	POTENCIA (W)	POTENCIA ESTIMADA (W)
Cocina	1	4000	2800
Horno	1	2000	1400
Microondas	1	900	630
Lavadora	1	2200	1540
Secadora	1	2500	1750
Lavavajillas	1	2150	1505
Frigorifico	1	90	45
Congelador	1	100	70
TV 22"	4	28	19,6
TV 42"	1	84	58,8
Computadora	3	200	140
Otros	1	1750	1225
Puerta Motorizada	1	500	350
Bomba Calor	1	4000	2800
Bomba Pozo	1	300	210
Bomba suelo radiante	4	200	140
Alumbrado bajo consumo	1	1500	1050
TOTAL		22502	15751,4

Tabla 11.2.1.1 Resumen potencia instalada.

*Aplicado un 70% de estimación media del rendimiento de uso, para un día cualquiera.

TOTAL POTENCIA DE CALCULO: 22.502 W.

TOTAL POTENCIA ESTIMADA DE USO: 15.751,4 W.

11.2.2 Limitación de Potencia.

Teniendo en cuenta que los circuitos de tomas de corriente para varios usos no se prevén de uso simultáneo, se limita el valor de la potencia máxima:

Suministro Monofásico; Potencia: 7.920; Con limitador.

Esta limitación viene impuesta por la máxima potencia que puede permitir el inversor, ya que la tensión de entrada a él es de 240 V y la máxima intensidad de entrada que puede soportar es de 33 A.

$$240 \text{ V} \times 33 \text{ A} = 7920 \text{ W.}$$

Así pues, a pesar de que la corriente de salida de los acumuladores pueda llegar a ser mayor a 33 A, el regulador de carga realizará la función de limitador.

Aunque de primeras parezca una potencia quizá demasiado pequeña para una vivienda tan grande y tan electrónicamente equipada, se estima que será más que suficiente, debido a que dichos equipos electrónicos serán de nueva generación y clase A.

A pesar de ello, al tratarse de una vivienda desconectada de la red eléctrica pública se aboga por una concienciación y reducción del consumo energético.

11.3 FUNDAMENTO BÁSICO DE LA INSTALACIÓN.

El esquema de proceso de un sistema fotovoltaico aislado es el siguiente:

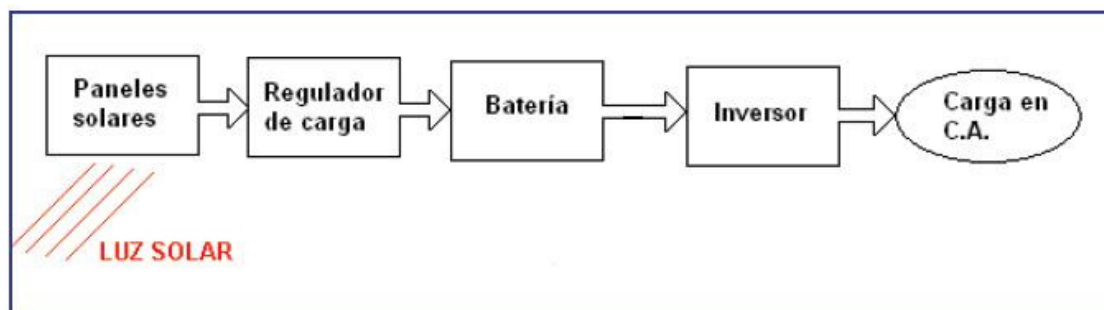


Figura 11.3.1

En primer lugar la luz solar incide en los paneles o módulos fotovoltaicos formados por un material semiconductor de silicio cristalino que posee efecto fotoeléctrico, es decir, transforma (con un rendimiento aproximado del 20%), la luz solar en energía eléctrica de 12 V.

Posteriormente esa electricidad debe acumularse en una batería para disponer de energía durante periodos nocturnos o de poca irradiación solar (días nublados, o con niebla).

Entre los paneles solares y el pack de baterías es necesario incluir un regulador de carga de modo que cuando la batería esté cargada (por medida de su tensión) el regulador cierre el aporte de energía desde los paneles a la batería, para impedir la sobrecarga de ésta y por consiguiente el acortamiento de su vida útil.

Finalmente, la energía acumulada por la batería (en forma de corriente continua) puede emplearse como tal en luminarias y otros equipos, si bien lo más habitual es transformar, por medio de un inversor, la corriente continua en alterna a 230 V y 50 Hz en forma de onda senoidal pura que es el estándar eléctrico en España, pudiendo entonces alimentar equipos como televisores, lavadoras, frigoríficos, que trabajan con corriente alterna, y que son habituales e imprescindibles para la vida diaria.

11.4 DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN.

Antes de comenzar el dimensionado de la instalación, conviene definir claramente cada uno de los elementos que la componen:

- Panel fotovoltaico: Es un conjunto de células solares, también conocidas como células fotovoltaicas interconectadas entre ellas.

Los paneles fotovoltaicos captan energía en forma de luz (fotones) del sol para generar electricidad a través del efecto fotovoltaico. La mayor parte del módulo usa células solares de silicón o células solares de película delgada de telurio de cadmio. Se usa silicón por ser un buen semi-conductor.

- Regulador de carga: Se trata de un dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas profundas.

El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un determinado tiempo.

- Baterías Li-ion: La batería de iones de litio, también denominada batería Li-Ion, es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito, una sal de litio que procura los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.

Las propiedades de las baterías de Li-ion, como la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga, la ausencia de efecto memoria o su capacidad para operar con un elevado número de ciclos de regeneración, han permitido el diseño de acumuladores livianos, de pequeño tamaño y variadas formas, con un alto rendimiento, especialmente adaptados para las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo

- Inversor: El inversor es el elemento de la instalación encargado de transformar la corriente continua proveniente de las placas fotovoltaicas a corriente alterna a la frecuencia de red para utilizarla para instalaciones eléctricas aisladas o para inyectarla a la red.

12. JUSTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN.

12.1 ESTUDIO DEL TERRENO DISPONIBLE.

Antes de ver la ubicación de la vivienda y centrarnos en nuestro terreno, es interesante observar a rasgos generales dibujos de la irradiación solar en todo el territorio estatal en un mes frío y en otro mes caluroso.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA
ENERO - 2012
(kWh/m²)

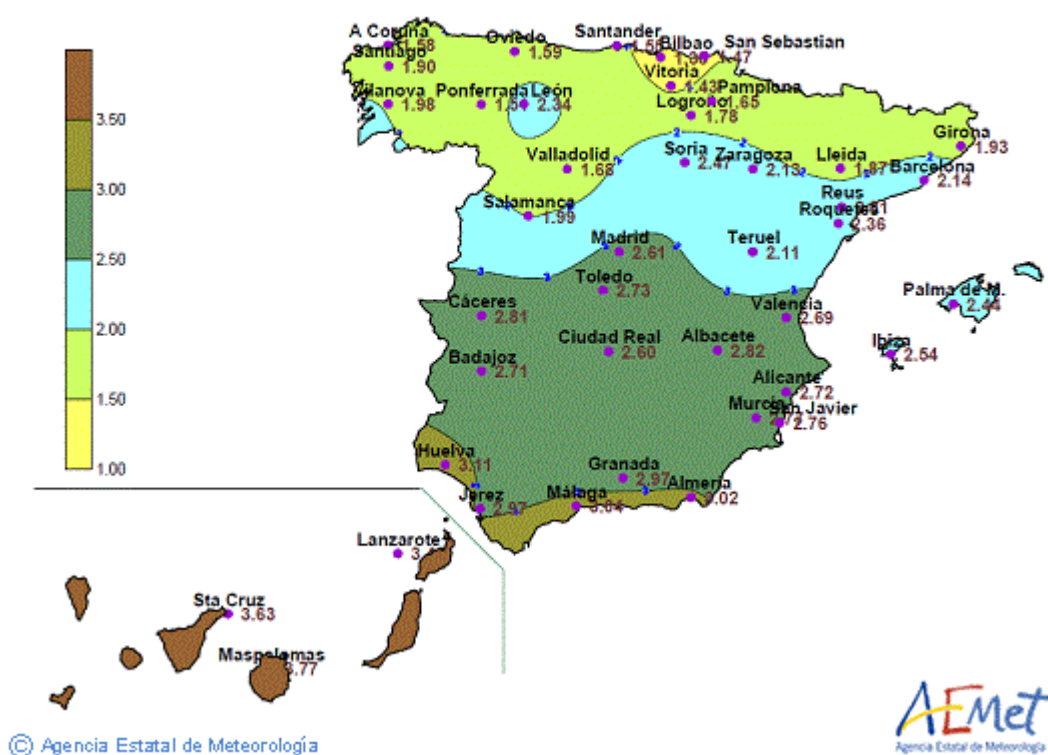


Figura 12.1.1

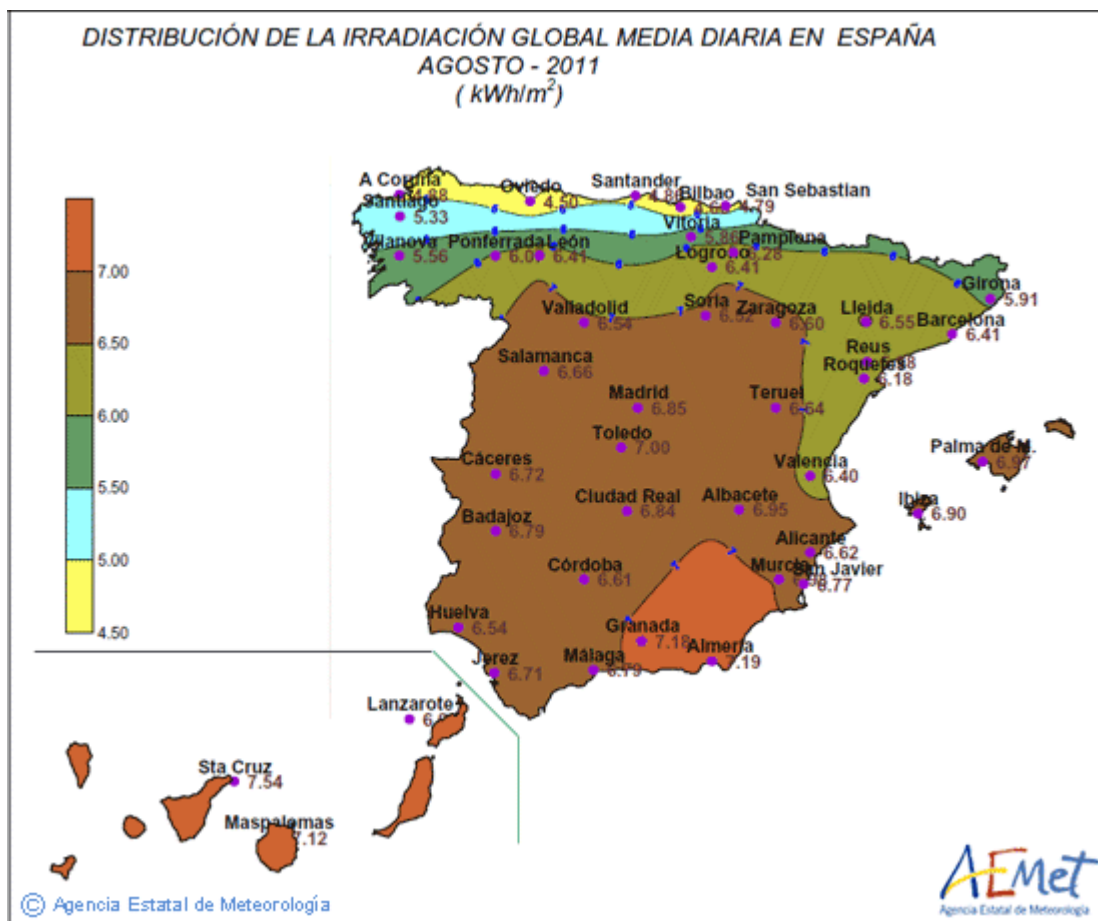


Figura 12.1.2

En las figuras se observa que dentro del territorio español, Pamplona no es la zona más idónea para la instalación de una huerta fotovoltaica, pero ello no significa que no sea un lugar propicio, ya que hay que contar con otros factores que reducen la vida de la instalación, y en especial de los módulos, como es el caso del calor, que reduce la eficiencia de los módulos.

Antes de nada, habrá que situar la unifamiliar.

El pueblo donde se sitúa es Cizur Menor que se encuentra a 5 km al sur de Pamplona (ciudad de referencia).

Localidad de Estudio	Cizur Menor	Localidad de Referencia	Pamplona
Altitud (m)	478,82	Altitud (m)	456
Diferencia de Altitud	22,82		
Zona Climática	D1	Zona Climática	D1

Tabla 12.1.1 Características del municipio.

Así pues, tomaremos los datos de irradiación de la ciudad de referencia (Pamplona) ya que la distancia y altitud respecto a la localidad de estudio es similar.

12.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS.

Para el cálculo del número de paneles a instalar, las dos principales consideraciones a tener en cuenta son:

- **Orientación:** Siempre debe ser hacia el sur, ya que es la manera en la que el aprovechamiento anual de la radiación es máxima. En ciertas circunstancias, tales como faltas de espacio o sombras imposibles de sortear, es posible cambiar de orientación estas.
- **Inclinación:** Habrá que calcular la inclinación óptima para la captación de luz.

Teniendo en cuenta que la cubierta, lugar donde se van a instalar los paneles fotovoltaicos, está expuesta al sur tal y como se expuso anteriormente, realizaremos el cálculo de la inclinación idónea de los paneles, con el fin de optimizar la captación de luz. Estos datos se adjuntan en el anexo de Cálculos.

La inclinación óptima será de 30° con respecto la horizontal del terreno.

12.3 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO.

Actualmente existen en el mercado gran variedad de módulos fotovoltaicos con potencias y dimensiones muy variadas.

Antes de optar por un módulo en concreto se han buscado varios de diferentes marcas, con la intención de poder hacer la mejor elección en función de las características de nuestra instalación.

De esta forma, se ha optado por elegir módulos solares de la casa ISO FOTÓN, y en concreto el módulo fotovoltaico UL IS-150/12 con una potencia pico de 150 Wp.

Se escoge dicho módulo por sus características técnicas que van acordes con el estudio realizado en la vivienda y por ser de célula monocristalina, texturada y con capa antireflexiva con lo que obtenemos un mejor rendimiento por módulo ante otros paneles.

Además se escoge la casa ISO FOTÓN por la seguridad que brinda, tratándose de una empresa nacional (fundada en Málaga) extendida a nivel internacional, pionera y líder en el diseño, fabricación y suministro de Soluciones Energéticas Solares.

Por otro lado es una empresa acostumbrada a trabajar con ACCIONA ENERGÍA, otra empresa de referencia mundial, con lo que nos aseguramos calidad y fiabilidad en el producto.

En las tablas y figuras siguientes se observan las características técnicas del módulo elegido:

12.3.1 Especificaciones técnicas del módulo.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
DIMENSIONES	1590 X 790 X 39,5 mm
PESO	14,4 kg
CONDICIONES DE EMBALAJE	4 módulos por caja
TAMAÑO CAJA EMBALAJE	1720 X 910 X 230 mm

Tabla 12.3.1

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (100 W/m ² , 25°C célula, AM 1.5)	
POTENCIA MÁXIMA (P _{máx})	150 Wp +/- 5%
CORRIENTE DE MÁXIMA POTENCIA (I _{máx})	8,7 A
TENSIÓN DE MÁXIMA POTENCIA (V _{máx})	17,3 V
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (I _{sc})	9,3 A
TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO (V _{oc})	21,6 V
TONC (800 W/m ² , 20°C, AM 1.5, 1 m/s)	47 °C
MÍNIMO VALOR DEL FUSIBLE EN SERIE	20 A
TENSIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA	600 V

Tabla 12.3.2

CAJA DE CONEXIÓN	
MEDIDAS (LARGO X ANCHO X ALTURA)	100 X 110 X 30 mm
CAJAS DE CONEXIÓN	2 X IP 65 con diodo de bypass
TERMINAL DE CONEXIÓN	Bornera atornillable con posibilidad de soldadura
CABLES (*)	570 mm (+), 1000 mm (-), 4 mm ² [10 AWG]

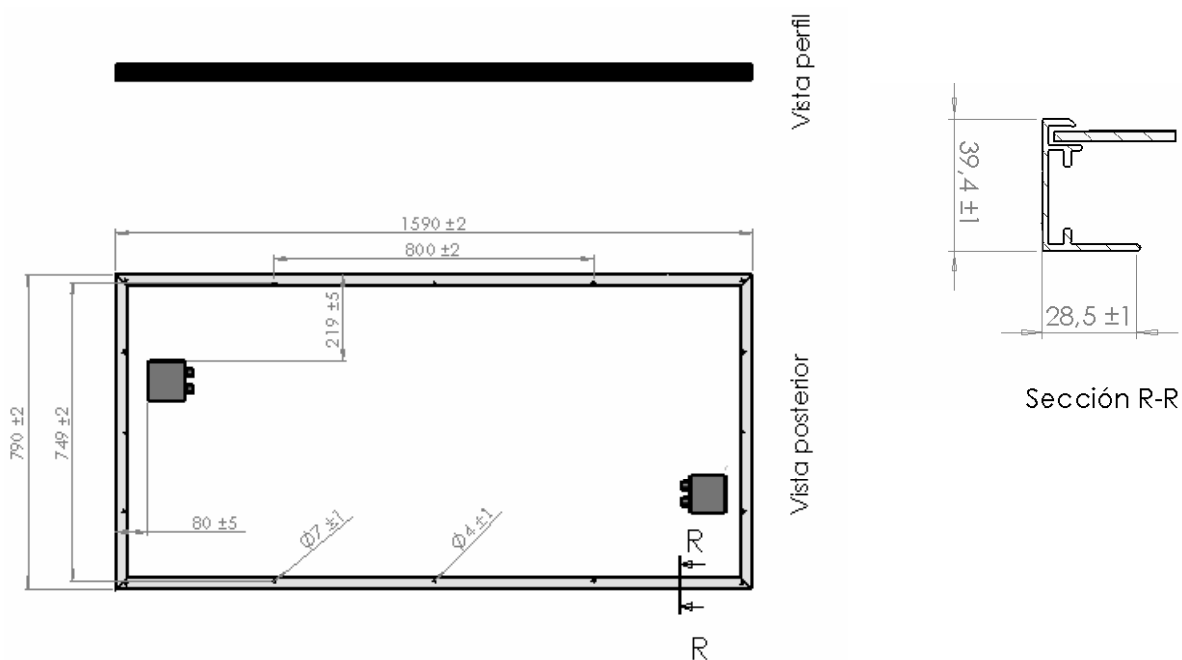
Tabla 12.3.3

(*) Multicontact MC4 opcional. Medidas estándares.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
TIPO DE CÉLULA: Si, MONOCRISTALINO, TEXTURADA Y CON CAPA ANTIRREFLEXIVA	125 x 125 mm
CONTACTOS	Contactos redundantes, múltiples, en cada célula
Nº CÉLULAS EN SERIE	36
Nº CÉLULAS EN PARALELO	2
LAMINADO	EVA (etilen-vinil acetato)
CARA POSTERIOR	Protegida con Tedlar de varias capas
CARA FRONTAL	Vidrio templado y microestructurado de alta transmisividad
MARCO	Aluminio anodizado
TOMA DE TIERRA	Sí
CERTIFICACIONES	IEC 61215, Clase II mediante certificado TÜV, UL 1703

Tabla 12.3.4

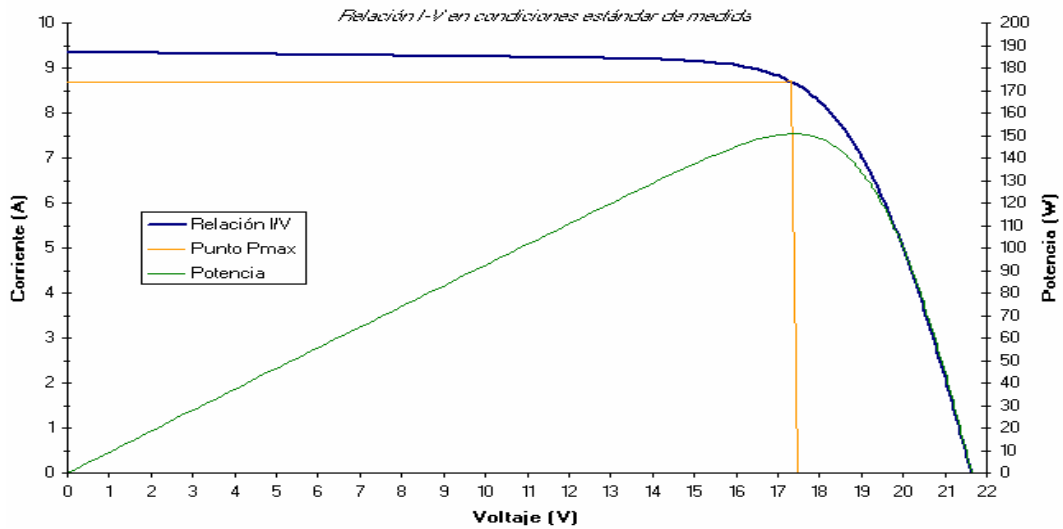
12.3.2 Dimensiones.



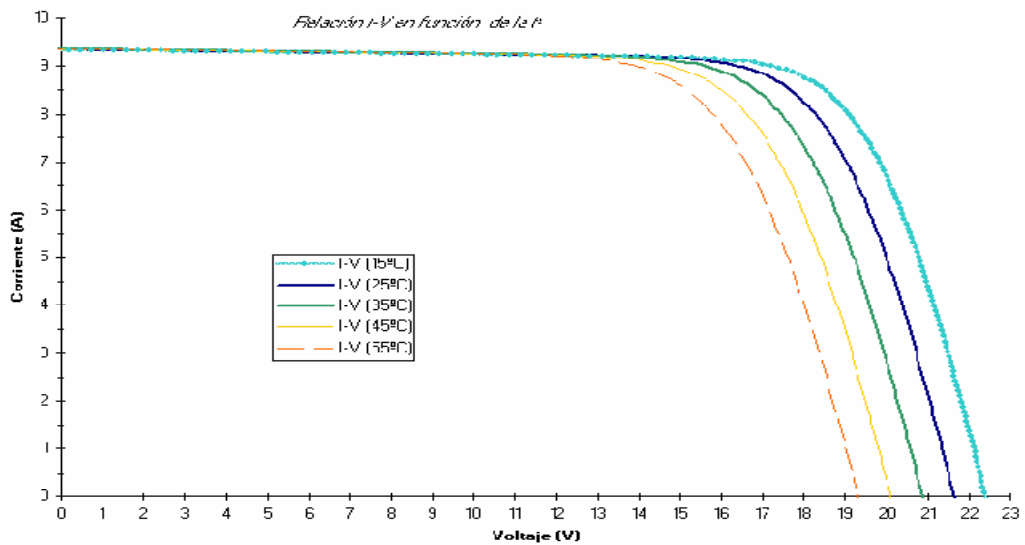
La cota longitudinal y transversal no incluye la proyección máxima de la cabeza de los remaches.

12.3.3 Curvas Características.

12.3.3.1 Relación de I-V en condiciones estándar de medida.



12.3.3.2 Relación de I-V en función de la Potencia.



12.3.4 Observaciones.

- Todos los módulos Isofotón están garantizados por 25 años (garantía de potencia).
- Todas las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

12.4 ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Como ya se ha comentado en el apartado 12.2, la inclinación óptima a la que se deben encontrar los paneles fotovoltaicos para captar la mayor radiación del sol posible es de 30° sobre la horizontal del terreno.

Así pues, y teniendo en cuenta que la cubierta de la vivienda proyectada se encuentra a 15° de inclinación sobre la horizontal sería necesaria la colocación de estructuras de apoyo para los paneles con una inclinación extra de 15° sobre la cubierta. Pero al tratarse de una vivienda en proceso de ejecución se adopta la solución de modificar la inclinación de la cubierta de 15° a 30° con respecto a la horizontal tal y como se puede apreciar en el apartado Planos.

De esta manera no será necesaria la presencia de estructuras portantes ya que los paneles se instalarán apoyados sobre la propia cubierta y fijados mediante tornillería especial. Esta solución se adopta por los siguientes motivos:

- Reducir la superficie de colocación de los paneles sobre la cubierta, al evitar la distancia generada por las sombras de dichos paneles.
- Reducir costes, evitando así el coste extra de las estructuras portantes y de la mano de obra en la instalación.

12.5 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL REGULADOR DE CARGA.

Para la elección del regulador de carga se ha optado por buscar un regulador de tensión (V) y de potencia (W) suficientes para que pudiera soportar la disposición serie-paralelo de los módulos pero sin salirse de las exigencias comunes de mercado.

De esta manera se ha elegido el regulador de carga MPS 80 de 48 V de la casa EASTECH SOLAR S.A.U. Se elige esta empresa por tratarse de una empresa española líder en fabricación, comercialización y asesoramiento en el ámbito de la energía solar y por su novedosa gama de reguladores de carga diseñados especialmente para instalaciones aisladas.

En las tablas y figuras siguientes se observan las características técnicas del regulador de carga elegido:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Voltaje Nominal	240 V
Máx. Corriente del consumo	80 A
Autoconsumo	< 10 mA
Grados de temperatura	-25°C a 50°C
Dimensiones	109 X 150 112 mm
Peso	1100 gr
Tipo de Protección	IP22
Accesorio carril DIN	35 mm
Tamaño mínimo del cable	20 mm ²

Tabla 12.5.1

12.6 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL ACUMULADOR DE ENERGÍA.

Para este proyecto el acumulador de energía va a tratar de un pack de baterías de Li-ion. Se ha elegido baterías de este tipo por las siguientes ventajas con respecto de otras baterías.

- Elevada densidad de energía: Acumulan mucha mayor carga por unidad de peso y volumen.
- Poco peso: A igualdad de carga almacenada son menos pesadas y ocupan menos volumen que otro tipo de baterías.
- Gran capacidad de descarga: Algunas pueden llegar a descargarse totalmente en menos de dos minutos.
- Poco espesor.
- Alto Voltaje por célula.
- Carecen de efecto memoria: No reducen su capacidad con cargas incompletas.
- Larga vida útil: Algunos fabricantes muestran datos de más de 3000 ciclos de carga/descarga para una pérdida de capacidad del 20%.
- Muy baja tasa de autodescarga: Menor de un 6%. Tras seis meses en reposo pueden retener un 80% de su carga.

Por el contrario, tiene tres grandes inconvenientes.

- Reducida comercialización: Para aplicaciones de microrredes y de almacenamiento de energía solar proveniente de paneles fotovoltaicos, no han alcanzado su punto álgido de desarrollo.
- Poca Capacidad de carga: Al no llegar a su punto óptimo de desarrollo es necesario un elevado número de baterías para hacer frente a necesidades energéticas elevadas.
- Elevado coste: Al ser necesario un gran número de baterías y al no estar lo suficientemente comercializadas ni desarrolladas, el precio final del pack es bastante más elevado que con otro tipo de baterías.

A pesar de que estos inconvenientes pueden ser lo suficientemente fuertes como para descartar las baterías de Li-ion, se mantiene porque se considera alternativa de futuro y de negocio.

Esta alternativa de futuro viene fundamentada debido al incipiente cambio en la industria del transporte. Así pues, todas las marcas de coches están presentando actualmente sus coches eléctricos. Todos los coches eléctricos actuales y los prototipos del futuro constan de baterías de Litio para acumular la energía, lo cual quiere decir que cuando esta tecnología se explote hasta llegar al usuario común, los precios de las baterías de Li-ion se habrán reducido considerablemente fruto de la competencia entre desarrolladores y la propia comercialización.

En cuanto a la idea de negocio que posibilita la instalación de baterías de Li-ion, también viene determinada por la industria automovilística, ya que se plantea la compra de baterías de coche para la reinsertión en viviendas aisladas. Es decir, las baterías de Li-ion van perdiendo rendimiento conforme se usan y esas pérdidas de rendimiento conllevan una pérdida de eficiencia por la inherente pérdida de potencia y autonomía, muy importantes en el sector del automóvil, pero de importancia menor en instalaciones estacionarias para vivienda autosuficientes en las cuales no es necesario el 100% del rendimiento de las baterías. De esta manera, el precio de las baterías se reduciría considerablemente. La idea de negocio reside en la distribución y colocación de dichas baterías de “segunda mano”.

Para nuestro proyecto nos hemos decantado por las baterías de Li-ion INTENSIMUM FLEX ENERGY de la marca SAFT. Se ha elegido esta casa por tratarse de una empresa francesa de gran fiabilidad internacional y de liderazgo. Así mismo, su acuerdo para los próximos 3 años con ACCIONA ENERGÍA (empresa de nivel mundial y con filial en nuestra Comunidad Autónoma, Navarra) dota a la casa Saft de un mayor privilegio.

Por otra parte, se elige la batería INTENSIMUM FLEX ENERGY, porque es la que mayor capacidad de carga presenta de todas sus baterías de Li-ion de comercialización común.

12.6.1 Especificaciones técnicas.

CARACTERÍSTICAS NOMINALES	
Voltaje Nominal (V)	48
Capacidad* (C/3) (Ah)	45
Energía* (C/3) (Wh)	2250
Potencia Pico (W)	9500
Densidad de energía volumétrica (Wh/l)	120
Densidad de energía másica (Wh/kg)	98
Densidad de Potencia 30 s (W/l)	510
Potencia Específica 30 s (W/kg)	410

Tabla 12.6.1.1

*A plena carga.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Dimensiones (mm)	424 X 132 X 332
Peso (kg)	23

Tabla 12.6.1.2

CARACTERÍSTICAS ELECTRÍCAS	
Rango de Voltaje (V)	42 a 56
Rango de Voltaje de carga (V)	54,6 a 56 **
Corriente máxima de descarga (A)	100
Corriente máxima de descarga 30 s (A)	250
Máxima corriente de carga (temp > 10°C) (A)	25
Eficiencia de carga farádica (20 °C)	99%
Eficiencia de carga energética (20°C)	99%

Tabla 12.6.1.3

*Permite capacidades más reducidas para voltajes menores a 56V.

CONDICIONES OPERATIVAS	
Vida útil a +20 °C	20 años
Vida útil a +40 °C	> 10 años
Ciclo de vida (80% dod; +20°C)	3000 ciclos
Rango de Temperatura de operación	(-)25°C/+60°C
Temperatura de almacenamiento	(-)40°C/+65°C

Tabla 12.6.1.4

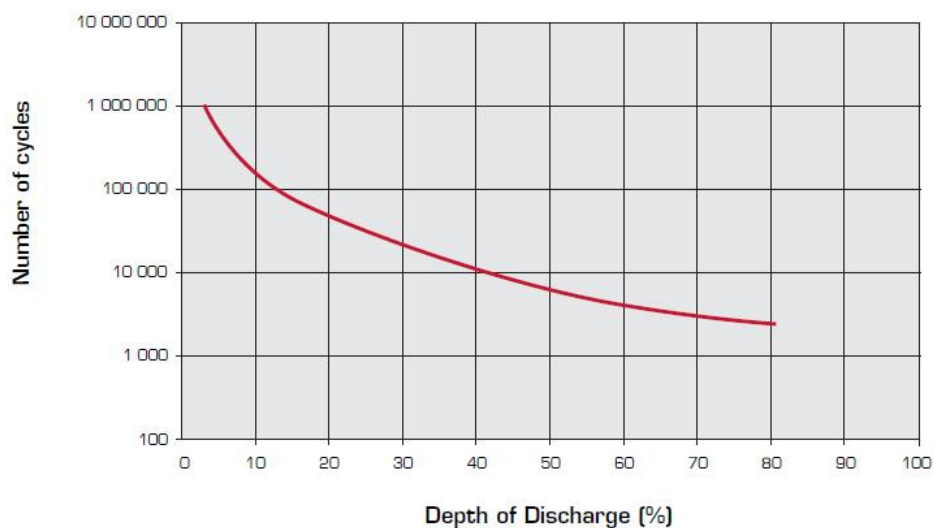
CERTIFICACIONES	
Transporte	EN 62 281
EMC	EN 50 022; IEC 62 040-2
Seguridad	EN 61 010-1
Medioambiente	IEC 62 040-3; IEC 62 093

Tabla 12.6.1.5

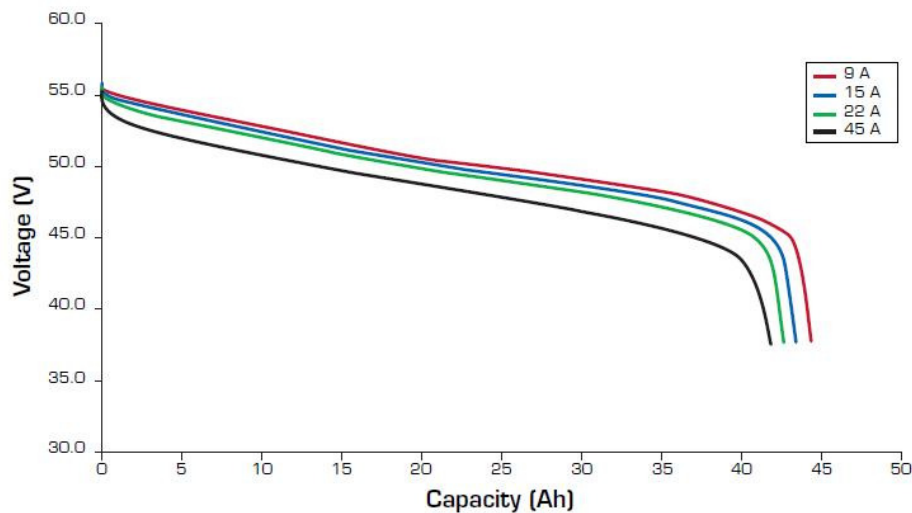
12.6.2 Curvas Características.

12.6.2.1 Relación de Número de ciclos frente a profundidad de descarga para funcionamiento a 20 °C.

Cycle life at +25°C/+77°F



12.6.2.2 Relación de Voltaje frente a Capacidad para funcionamiento a 20 °C.



12.7 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL INVERSOR.

La elección del inversor viene determinada por la potencia generada por los módulos fotovoltaicos.

Teniendo en cuenta que la potencia máxima que pueden dotar los paneles es de 6750 W se escoge el inversor INGECON SUN 6TL de la casa INGETEAM, cuyo rango de potencia campo va desde los 6,3 hasta los 8kWp.

Dispone de un seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT) para extraer la máxima energía del campo fotovoltaico. Para facilitar la instalación cuenta con conectores rápidos para la parte de DC, AC y comunicaciones. No necesitan elementos adicionales y permiten su desconexión manual de la red.

El inversor lleva incorporado un datalogger interno para almacenamiento de datos hasta 3 meses al que se puede acceder desde un PC remoto y también in-situ desde el frontal del inversor a través de un teclado. Asimismo este frontal dispone de LEDs indicadores de estado y alarmas y pantalla LCD.

Además al tratarse de un inversor monofásico la salida va directamente para la conexión a la red, tiene incorporado un transformador interno.

El inversor ha sido diseñado con componentes que ofrecen una vida útil de más de 20 años. Tienen una garantía estándar de 5 años, ampliable a 25 años más.

12.7.1 Especificaciones técnicas.

VALORES DE ENTRADA (DC)	
Rango de Potencia Campo FV Recomendado	6,3-8kWp
Rango de tensión MPP	125-450 V
Tensión máxima DC	450 V
Corriente máxima DC	33 A
Nº entradas DC	4
MPPT	1

Tabla 12.7.1.1

VALORES DE SALIDA (AC)	
Potencia Nominal AC modo HT	5,4 kWp
Potencia nominal AC modo HP	6 kW
Corriente máxima AC	26,2 A
Tensión Nominal AC	230 V
Frecuencia Nominal AC	50 Hz
Coseno Phi	1
THD	< 3%

Tabla 12.7.1.2

RENDIMIENTO	
Eficiencia Máxima	96,10%
Euroeficiencia	95,60%

Tabla 12.7.1.3

DATOS GENERALES	
Consumo energía Standby	<10 W
Consumo energía nocturno	< 0,5 W
Temperatura funcionamiento	(-)20°C a + 70°C
Humedad relativa	0-95%
Grado de protección	IP 54

Tabla 12.7.1.4

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Dimensiones	370 X 430 X 280 mm
Peso	27 kg

Tabla 12.7.1.5

REFERENCIAS NORMATIVAS
VDE0126-1-1
RD 661/2007
RTC alle rete BT di EnelDistribuzione
CEI 11-20
CEI 11-20 V1
G83/1

Tabla 12.7.1.6

12.7.2 Esquema básico instalación.

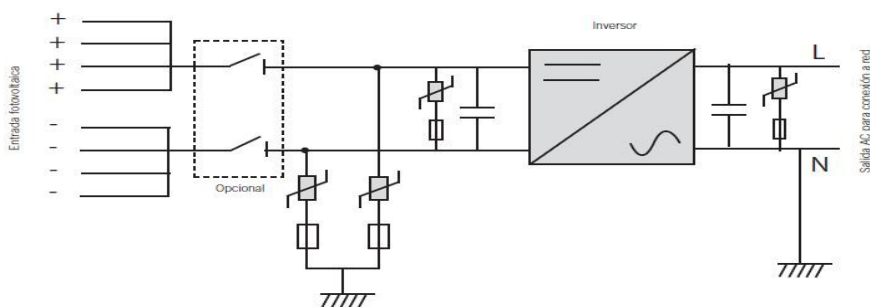


Figura 12.7.2.1

Sin tener en cuenta los acumuladores de energía.

12.8 JUSTIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN SERIE-PARALELO DE LOS MÓDULOS Y DE LAS BATERÍAS.

A la hora de configurar la forma de conectar los paneles fotovoltaicos y los acumuladores energéticos, habrá que tener en cuenta las características de todos los equipos de la instalación (módulos, reguladores de carga, baterías e inversor). Este es el aspecto fundamental de la instalación ya que un mal conexionado podría generar sobretensiones y sobreintensidades, produciendo cortocircuitos, o incluso deterioro de los componentes.

Teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de los equipos de la instalación se llega a la conclusión de la siguiente configuración.

Se utilizan 45 paneles fotovoltaicos para poder proporcionar una potencia máxima de 6750 W, potencia máxima estimada.

Los módulos se dividen en tres packs de 15 paneles cada uno. Dentro de cada pack, los 15 módulos estarán conectados en serie uno a uno y en paralelo con los restantes packs de módulos fotovoltaicos.

La configuración se determina de esta manera para que la tensión de salida sea de 240 V, tensión de trabajo del regulador. Así pues, a la salida de cada pack de paneles se instalará un regulador de carga que se interconexionará con 5 pack de baterías conectadas en serie y cada pack con 11 baterías conectadas en paralelo.

De esta forma la tensión de salida de los acumuladores 240 V, se encontrará en el rango de actuación del inversor, tal y como se puede ver en las especificaciones técnicas.

Las baterías pueden llegar a dar más de la potencia que es capaz de recibir el inversor por lo que el regulador de carga deberá regular la intensidad pico con la que la electricidad viaja al inversor para no cortocircuitar la instalación.

El dimensionado desglosado se puede ver en el Anexo Cálculos, y la distribución de la instalación en Planos, de una manera más detallada.

12.9 CABLEADO.

La longitud de cableado en los distintos circuitos que componen la instalación solar fotovoltaica será la mínima posible. Por ello se colocarán tanto los módulos como los acumuladores, inversor y regulador en una misma ubicación.

Esta optimización del cableado se debe a las pérdidas eléctricas que se producen a través del mismo. El cálculo de la sección del cableado puede hacerse mediante dos tipos de hipótesis distintas:

- Criterio de intensidad máxima admisible.
- Criterio de caída máxima de tensión admisible.

En este caso la hipótesis más restrictiva será la máxima caída de tensión admisible, por lo que será la que aplicaremos. Esta hipótesis se basa en que, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de continua deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluso yendo cualquier terminal intermedio, a los valores especificados a continuación.

- Caída de tensión máxima entre generador y regulador: 3 %.
- Caída de tensión máxima entre regulador y baterías: 1%.
- Caída de tensión máxima entre regulador e inversor: 1%.
- Caída de tensión máxima entre inversor y cargas; 3 %,

Además, las mínimas secciones de cables en cada una de las líneas, será como mínimo de las secciones siguientes:

- Del generador al regulador: 20 mm².
- Del regulador a las baterías: 20 mm².

Se aplicará la siguiente expresión para obtener la sección del cableado de cada circuito,

$$S = 3,448 \times \frac{L \times I}{V_{ab} \times \Delta V}$$

Dónde:

- S: Es el área de la sección del conductor (mm²).
- L: Es la longitud del conductor (m).
- I: Es la intensidad de corriente circulante (A).
- V_{ab}: Es la tensión del circuito considerado (V).
- ΔV: Es la caída de tensión.

Del resultado obtenido al evaluar esta expresión obtenemos la sección mínima del conductor. Se tomará como definitiva la sección normalizada inmediatamente superior dada por la tabla 12 del documento ITC-BT, Instrucción Técnica Complementaria para Instalaciones de Baja Tensión, que se muestra a continuación. Se utilizará para todo el cableado un conductor de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).


Sección nominal mm ²	Tres cables unipolares (1)		
			
	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38
10	64	62	53
16	86	83	71
25	120	115	96
35	145	140	115
50	180	175	145
70	230	225	185
95	285	280	235
120	335	325	275
150	385	375	315
185	450	449	365
240	535	515	435
300	615	595	500
400	720	700	585
500	825	800	665
630	950	915	765

Tabla 12.9.1 Sección normalizada del cableado según ITC BT.

Los datos para cada línea se recogen en esta tabla:

LÍNEA	L (M)	I (A)	V (V)	ΔV (%)	S (mm ²)	Snom (mm ²)
Generador- Regulador	6	24	240	0,882	2,34557823	25
Baterías-Regulador	2,5	24	240	0,294	2,93197279	25
Regulador-Inversor	2	33	240	0,294	3,22517007	25
Inversor-Vivienda	8	34,43	230	6,9	0,59843549	6

Tabla 12.9.2 Datos de cada línea de cableado.

A pesar, de poder implantar un cableado de menor diámetro entre el regulador y los demás componentes que están en contacto con él, según el cálculo matemático, observamos en las especificaciones técnicas del regulador que el mínimo grosor de cable debe de ser de 20 mm².

Por lo tanto, escogemos 25 mm², por ser el diámetro nominal mas pequeño posible pero mayor a los 20 mm²

Además, se protegerán tanto el inversor como el regulador de picos de corriente que pudiesen causar deterioro a través de fusibles.

En cada uno de los circuitos, se permitirá un pico de corriente del 20% antes de proceder a la desconexión por fallo del fusible.

Así, para la línea generador-regulador se empleará un fusible que cumpla:

$$I_{\text{fusible}} = 1,2 \cdot I_{\text{máx.}} = 1,2 \cdot 24 = 28.8.$$

Que se corresponde con un fusible de 30A.

Para la línea baterías-regulador el fusible utilizado deberá ser:

$$I_{\text{fusible}} = 1,2 \cdot I_{\text{máx.}} = 1,2 \cdot 33 = 39.6.$$

Que se corresponde con un fusible normalizado de 40A.

Se protegerá además la instalación con el correspondiente uso de picas a tierra en captadores, baterías, inversor y regulador.

13. ESTUDIO ECONÓMICO.

13.1 ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA.

13.1.1 Introducción.

El uso de la energía geotérmica de baja entalpía como medio de climatización de una vivienda supone una iniciativa innovadora que, si bien ya está en uso, en países como España no está apenas expandida, es por ello que es conveniente analizar la conveniencia económica de este tipo de climatización frente a las otras alternativas más comunes.

Los objetivos de estudio económico son:

- Indicar el importe total de la instalación, incluyendo los costes tanto de la bomba de calor que será el “motor” de este sistema de climatización como de los costes derivados de la perforación que son la segunda parte fundamental de esta opción de climatización.
- Exponer las subvenciones existentes para este tipo de proyectos así como las condiciones que deben cumplir para su obtención.
- Realizar un estudio comparativo entre calefacción por medio de caldera de gas natural, solar térmica + gasoil, resistencias eléctricas, biomasa, gasoil, energía geotérmica o energía geotérmica aislada.

Para apoyar los análisis se calculan los siguientes índices de rentabilidad:

- Valor Actual Neto (VAN): El VAN mide la rentabilidad absoluta. Para que una inversión se considere rentable el VAN debe ser mayor que cero. Se tomará un horizonte de 15 años para todos los cálculos.

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - I_f$$

Donde:

- FCj= Flujo de Caja del año j, en este caso el flujo de caja será el ahorro del sistema de climatización geotérmico aislado frente al otro sistema a estudio.
 - i= Tasa de descuento 2,5 %.
 - If= Inversión inicial, que será la diferencia entre inversiones iniciales de los dos sistemas de climatización que se estén comparando.
- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR): Es un indicador de rentabilidad del proyecto con respecto a la inversión. A mayor TIR mejor será la inversión. Para que la inversión sea rentable debe ser superior a la tasa de descuento.

$$\sum_{j=1}^n \frac{FCj}{(1 + TIR)^j} - If = 0$$

Para el estudio se toman los siguientes datos:

Horas funcionamiento en invierno: 1800 h.

Horas funcionamiento en verano: 1000 h.

Requerimientos energéticos (calefacción): 31212 kWh/año.

Requerimientos energéticos (Refrigeración): 19060 kWh/año.

13.1.2 Resumen Presupuesto.

En el presupuesto se incluyen todos los costes que conllevará la instalación de un sistema de climatización apoyado con energía geotérmica. Los conceptos principales son la bomba de calor, el sistema de intercambio de calor con el subsuelo, sistema de calefacción y los medios para refrigeración. Así pues, se adjunta un resumen del presupuesto global.

PRESUPUESTO GEOTERMIA		
Calefacción	Equipos Geotermia	28.802,13
	Tuberías	2.897,55
	Suelo Radiante	12.970,74
	Instalación Geotérmica	12.488,10
Ventilación		4.109,72
Climatización		5.415,50
TOTAL		66.683,74 €

Tabla 13.1.2.1 Presupuesto instalación geotérmica.

En este presupuesto van incluidos todos los materiales sin el I.V.A incluido. Para nuestro estudio solo tendremos en cuenta el coste de la instalación así como los costes para producción y generación de energía térmica. Tanto los gastos derivados a climatización y ventilación se obvian para el estudio, ya que, se estima que sean similares para todos los casos en concreto. Así, nos interesa el coste de cada tipo de instalación y el gasto que conlleva producir la energía.

13.1.3 Subvenciones.

El Gobierno de Navarra ha aprobado la convocatoria de la subvención a instalaciones de aprovechamiento de energías renovables del año 2010. La finalidad de esta subvención es contribuir al desarrollo de las diferentes tecnologías de energías renovables que necesitan un apoyo para su implantación, y alcanzar los objetivos previstos tanto en el Plan Energético de Navarra horizonte 2010 como en el Plan de Energías Renovables en España 2005-2010.

Podrá ser beneficiario cualquier entidad o persona física o jurídica, de naturaleza pública o privada, que cumpla los siguientes requisitos:

- Los requisitos generales establecidos en el artículo 13 de la Ley Foral 11/2005, de 9 de noviembre, de subvenciones.
- Ser propietario de la instalación.
- En el caso de instalaciones de biomasa térmica, geotermia y solar térmica, podrán ser beneficiarias Empresas de Servicios Energéticos.
- En el caso de las instalaciones de biomasa térmica, podrán ser beneficiarias las empresas colaboradoras habilitadas en el Programa de Acuerdos Voluntarios con empresas del sector de la biomasa térmica en edificios desarrollado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Podrán ser objeto de subvención las inversiones realizadas en Navarra en los tipos de instalación que se detallan a continuación:

a) Solar térmica.

- Nuevas instalaciones.
- Auditorías y reformas de instalaciones existentes. No serán subvencionables aquellas auditorías de las que no se derive una reforma de la instalación.

b) Solar fotovoltaica aislada de la red, con una potencia de campo solar fotovoltaico entre 100 Wp y 100 kWp.

c) Solar fotovoltaica conectada a la red:

- Instalaciones realizadas en cubiertas o fachadas de construcciones fijas, cerradas, hechas de materiales resistentes, dedicadas a uso residencial, de servicios, comercial o industrial.
- Instalación con finalidades didácticas. Potencia máxima instalada 5 kW.

- Instalaciones realizadas por entidades locales en mobiliario urbano o alumbrado público con fines demostrativos y de concienciación. Potencia máxima instalada 5 kW.
- d) Eólica aislada de la red. Potencia máxima total de 10 kW.
- e) Eólica conectada a la red.
- Instalaciones eólicas conectadas a red realizadas en cubiertas de construcciones fijas, cerradas, hechas de materiales resistentes, dedicadas a uso residencial, de servicios, comercial o industrial, o en postes o torres situados a menos de 30 metros.
 - Instalaciones eólicas conectadas a la red eléctrica para generación de electricidad con una potencia máxima total de 5 kW, llevadas a cabo por entidades locales con fines demostrativos o de concienciación.
- f) Biomasa.
- Calderas automáticas. Deberán tener un rendimiento superior al 90%.
 - Otras instalaciones conectadas al sistema hidráulico de calefacción/ACS.
- g) Geotermia. La bomba de calor de estas instalaciones deberá tener un COP superior a 3,75.
- h) Instalaciones mixtas de dos o más de los tipos anteriores.

No serán subvencionables aquellas instalaciones que sean de carácter obligatorio para cumplir el Código Técnico de Edificación.

El importe de la subvención se calculará aplicando el porcentaje indicado a continuación sobre el coste subvencionable de la instalación:

- a) Solar térmica:
- Sin integración arquitectónica: 30%. Máximo 150.000 euros.
 - Con integración arquitectónica: 40%. Máximo 150.000 euros.
 - Auditorías en instalaciones existentes: 50%. Máximo 1.000 euros.

b) Solar fotovoltaica aislada: 30%. Máximo 150.000 euros. 40% si la instalación de acumuladores es diferente a las de plomo ácido y presenta unas características medioambientales más eficientes.

c) Solar fotovoltaica conectada a red: 10%. Máximo 40.000 euros para fines didácticos/demostrativos, 30.000 euros para el resto.

d) Eólica aislada: 30%. Máximo 150.000 euros.

e) Eólica conectada a red: 30%. Máximo 40.000 euros para fines didácticos/demostrativos, 30.000 euros para el resto.

f) Biomasa: 40% para calderas automáticas, 20% para el resto. Máximo 600 euros/kW (pellets), 800 euros/kW (astillas), o 1.000.000 euros

g) Geotermia: 20%. Máximo 150.000 euros.

De esta forma el presupuesto de la instalación térmica queda de la siguiente forma:

PRESUPUESTO GEOTERMIA		
Calefacción	Equipos Geotermia	28.802,13
	Tuberías	2.897,55
	Suelo Radiante	12.970,74
	Instalación Geotérmica	12.488,10
Ventilación		4.109,72
Climatización		5.415,50
TOTAL		66.683,74 €
TOTAL CON SUBVENCIÓN		53.346,99 €

Tabla 13.1.2.2 Presupuesto instalación geotérmica con subvenciones.

13.1.4 Estudio comparativo.

En primer lugar se expone una idea de los costes de todos los sistemas a estudio teniendo en cuenta la variación del coste según subvenciones. Los datos de costes de las diferentes alternativas de calefacción han sido proporcionados por la empresa Grupo Visiona de Pamplona.

SOLAR + GASOLEO	
Porcentaje de la sustitución solar (%)	51,53
Rendimiento de la caldera (%)	90
Consumo Caldera Gasóleo (kWh)	10.194,05
Consumo anual Gasóleo (kWh)	1.025,14
Precio Litro Gasóleo (€/l)	0,958
Coste anual Combustible (€/año)	982,08
Coste anual Eléctrico (€/año)	40
Coste anual mantenimiento (€/año)	80
Incremento anual coste gasóleo (%)	10
Coste instalación (€)	20.374,68

Tabla 13.1.4.1 Datos instalación térmica por Solar + Gasóleo.

Las instalaciones térmicas dependientes de la energía solar son un sistema cada vez más en uso en la que solo se paga por el mantenimiento de la instalación. Sin embargo existen días en los que debido a la insuficiencia de la radiación, la energía solar no será capaz de proporcionar a los locales de la vivienda la temperatura deseada por lo que se necesitará el apoyo de una caldera. En este caso, se realiza el estudio con una caldera de Gasóleo, pero el gasóleo tiene el inconveniente de ser un combustible fósil que desprende CO₂ a la atmosfera y que debido al continuo agotamiento del petróleo hace que el precio de compra del litro cada año sea más elevado.

GASOLEO	
Gasóleo necesario para cubrir necesidades (l)	7.000
Coste Gasóleo (€/l)	0,6
Coste anual Combustible (€)	4.200
Coste Caldera (€)	2.718
Términos Fijos (€)	0
Servicio de Protección de Riesgos (€)	0
Alquiler de equipos de medida (€)	0
Coste anual mantenimiento (€/año)	100
Coste instalación (€)	15.000

Tabla 13.1.4.2 Datos instalación térmica por Gasóleo.

Las instalaciones térmicas únicamente abastecidas por gasóleo constan de las mismas características expuestas anteriormente para la instalación Solar + Gasóleo (contaminación, continua subida de los precios...) pero en este caso aumentadas ya que, si la instalación solo funciona con gasóleo más gasóleo se necesitará y por tanto más coste y más contaminación.

BIOMASA	
Rendimiento Caldera Biomasa (%)	90
Consumo Caldera Biomasa (kWh)	21.031,70
Consumo anual Pellet (kg)	4.021,35
Precio Pellet (€/kg)	0,35
Coste anual Combustible (€/año)	1.327,05
Coste anual Eléctrico (€/año)	100,00
Coste anual mantenimiento (€/año)	80,00
Coste instalación (€)	22.887,24
Subvención Gobierno Foral de Navarra (€)	600,00
Coste instalación con subvención (€)	22.287,24

Tabla 13.1.4.3 Datos instalación térmica por Biomasa.

La calefacción por biomasa es un sistema que cada vez se emplea más y está considerado por la unión europea como una energía renovable.

La energía de la biomasa es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico, generalmente, de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, ser humano, animales, entre otros), o sus restos y residuos. El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente por combustión.

Para obtener un buen rendimiento de la combustión de los Pellets, los Pellets deben ser de gran calidad lo que puede llevar a encarecer el sistema.

GAS NATURAL	
Necesidades a cubrir (kWh/año)	60.660
Coste Caldera (€)	1.900
Coste de gas (€/kWh)	0,05
Coste anual gas (€/año)	3.033
Términos Fijos (€/mes)	9,09
Alquiler de equipos de medida (€/mes)	1,18
Servicio de Protección de Riesgos (€/año)	0,93
Coste mantenimiento (€/año)	80
Coste instalación (€)	12.260,23

Tabla 13.1.4.4 Instalación térmica por Gas Natural.

El gas natural tiene el mismo inconveniente que el gasóleo en tanto en cuanto depende de un combustible fósil, sin embargo el precio de éste es notablemente inferior tanto al de gasóleo como al de la electricidad. Emite dióxido de Carbono pero en menores cantidades que el Gasoil.

CALEFACCIÓN ELÉCTRICA	
Necesidades de Calefacción (kWh/año)	60.660
Coste de Caldera (€)	2.139
Coste de electricidad del gasto de consumo eléctrico (€/kWh)	0,11
Coste anual (€/año)	6.672,60
Términos fijos (€/mes)	40,84
Alquiler de equipos de medida (€/mes)	0,57
Coste instalación (€)	9.816,94

Tabla 13.1.4.5 Instalación térmica por Energía eléctrica.

Se trata de la energía más limpia en cuanto a emisiones directas, si bien su precio no es el más barato. En la actualidad presenta un problema en el marco español ya que su precio depende indirectamente del precio de los combustibles fósiles tales como petróleo o gas natural, ya que tienen mucho peso en el mix energético español, si bien en caso de cambiar esta tendencia y optarse por otras energías menos dependientes de estos combustibles como podrían ser la nuclear o las renovables la energía eléctrica supone una alternativa seria. En cualquier caso la energía eléctrica

no depende directamente del precio del petróleo o del gas natural, sino que es más estable al estar repartida su producción por diferentes fuentes.

GEOTERMIA	
COP	5,34
Consumo bomba calor (kWh)	5.844,94
Coste tarifa eléctrica (€/kWh)	0,1177
Coste anual (€/año)	687,94
Coste Bomba (€)	14.699,48
Coste mantenimiento (€/año)	100
Términos Fijos (€/año)	17,65
Alquiler de equipos de medida (€/mes)	0,57
Coste instalación	41.290,02
Subvención Gobierno Foral de Navarra	8.258,00
Coste de la instalación con subvención	33.032,02

Tabla 13.1.4.6 Instalación térmica por Geotermia.

La climatización mediante bomba de calor a partir de un sistema de intercambio energético con el subsuelo tiene la ventaja de emplear energía eléctrica, lo cual supone no depender directamente de combustibles fósiles. El consumo de energía eléctrica es contenido por los altos rendimientos de las bombas de calor de este tipo de instalaciones. En el lado de las desventajas está su inversión inicial que es superior al resto de las alternativas.

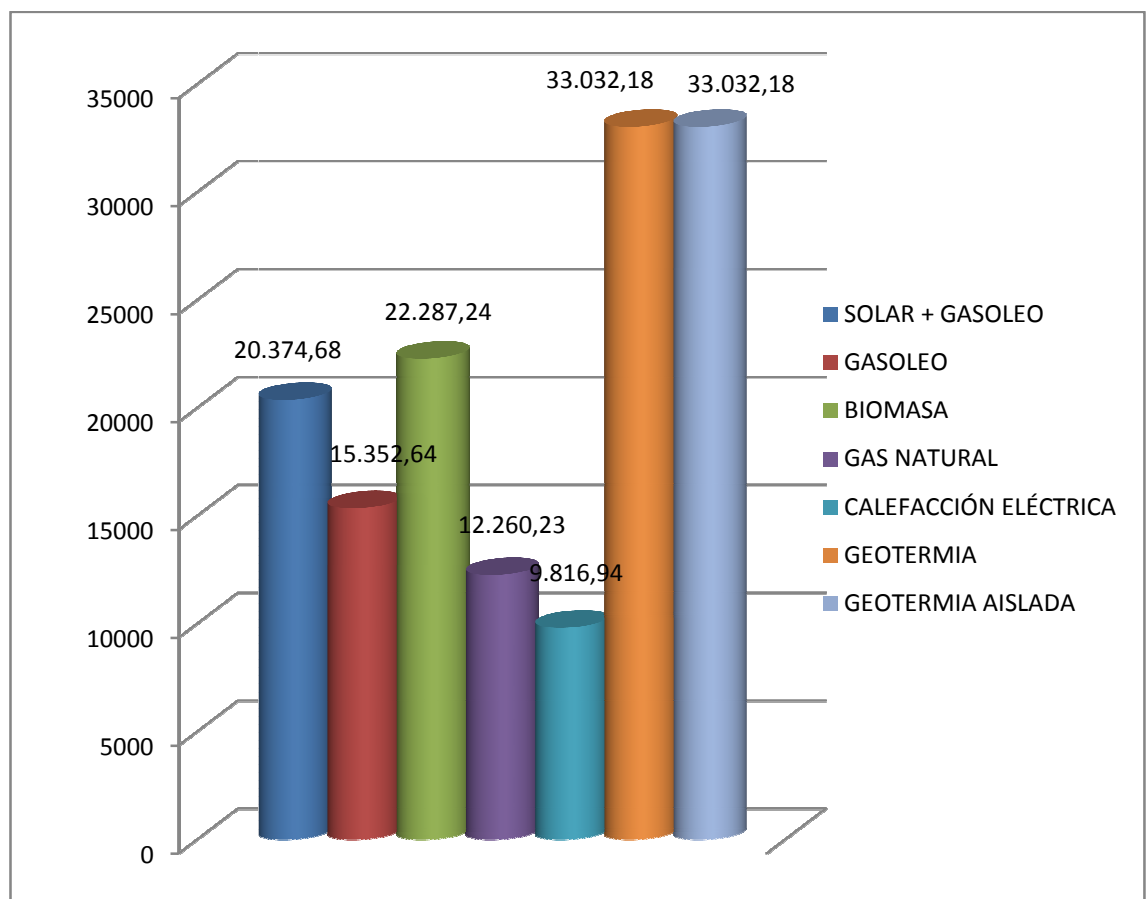
GEOTERMIA AISLADA	
COP	5,34
Consumo bomba de calor (kWh)	5.844,94
Coste de tarifa (€/kWh)	0
Coste anual (€/año)	0
Coste Bomba (€)	14.699,48
Coste mantenimiento (€/año)	100
Coste instalación	41.290,02
Subvención Gobierno Foral de Navarra	8.258,00
Coste de la instalación con subvención	33.032,02

Tabla 13.1.4.7 Instalación térmica por Geotermia aislada.

La única diferencia de este sistema y el expuesto anteriormente es que la electricidad necesaria para el funcionamiento de la bomba de calor no proviene de la red pública si no de otra fuente de energía propia de la vivienda, en este caso solar fotovoltaica. Con esto se elimina la dependencia indirecta de los combustibles fósiles con el consiguiente ahorro que eso conlleva.

Tras haber analizado las condiciones económicas de cada uno de estos siete sistemas a estudio se procede a realizar un estudio comparativo.

En primer lugar se muestra la siguiente gráfica con las necesidades de inversión inicial según tipo:

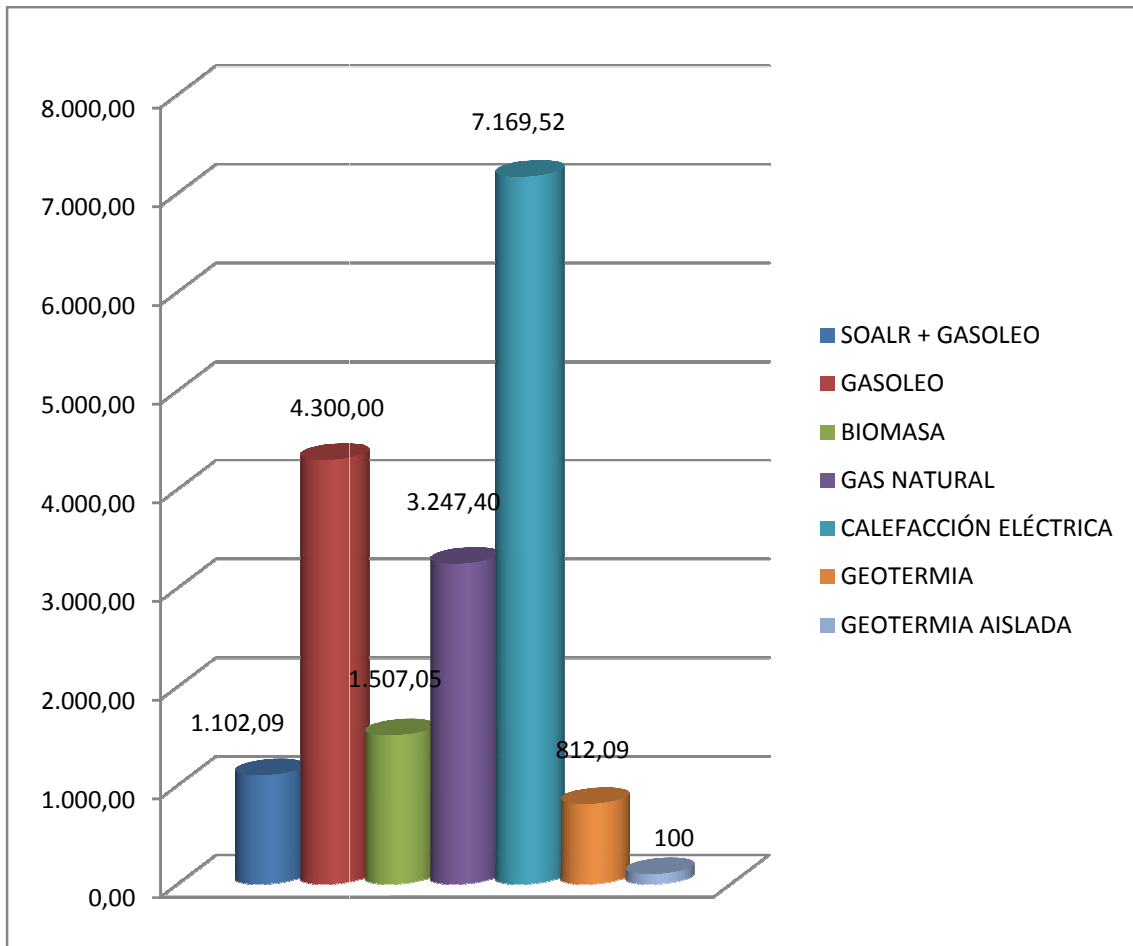


Gráfica 13.1.4.1 Inversión inicial de las diferentes instalaciones térmicas.

En esta tabla podemos observar la diferencia de coste de las inversiones iniciales de cada instalación. Resaltando que la instalación por

geotermia es la más cara con gran diferencia seguida por las instalaciones térmicas que utilizan como fuente energías renovables.

En segundo lugar, se muestra un gráfico con el importe estimado de consumo anual de cada instalación:



Gráfica 10.1.4.2 Gasto anual de las diferentes instalaciones térmicas de estudio.

En esta tabla se aprecia que a diferencia de la anterior gráfica el gasto anual es mucho mayor en las instalaciones dependientes de los combustibles fósiles que en las instalaciones que dependen de fuentes de energías renovables.

Por lo que se puede concluir que las instalaciones térmicas fundamentadas en energías renovables son caras en el año 0, pero a lo largo de los años el ahorro llega a ser beneficioso, por el contrario las

instalaciones dependientes de los combustibles fósiles cada año se encarecen más y más.

De esta manera se van a representar los índices de rentabilidad previamente expuestos para analizar la conveniencia final o no de la instalación a estudio, geotermia aislada.

En primer lugar vamos a mostrar unas tablas resúmenes de las inversiones iniciales y de los gastos anuales de cada instalación:

SOLAR + GASOLEO	
Coste Instalación (€)	20.374,68
Gasto anual aproximado (€/año)	1.102,09

Tabla 13.1.4.8 Datos resúmenes de la instalación Solar + Gasóleo.

GASOLEO	
Coste Instalación (€)	15.352,64
Gasto anual aproximado (€/año)	4.300,00

Tabla 13.1.4.9 Datos resúmenes de la instalación Gasóleo.

BIOMASA	
Coste Instalación (€)	22.287,24
Gasto anual aproximado (€/año)	1.507,05

Tabla 13.1.4.10 Datos resúmenes de la instalación Biomasa.

GAS NATURAL	
Coste Instalación (€)	12.260,23
Gasto anual aproximado (€/año)	3.247,40

Tabla 13.1.4.11 Datos resúmenes de la instalación Gas Natural.

CALEFACCIÓN ELÉCTRICA	
Coste Instalación (€)	9.816,94
Gasto anual aproximado (€/año)	7.169,52

Tabla 13.1.4.12 Datos resúmenes de la instalación Calefacción Eléctrica.

GEOTERMIA	
Coste Instalación (€)	33.032,18
Gasto anual aproximado (€/año)	812,09

Tabla 13.1.4.13 Datos resúmenes de la instalación Geotermia.

GEOTERMIA AISLADA	
Coste Instalación (€)	33.032,18
Gasto anual aproximado (€/año)	100

Tabla 13.1.4.14 Datos resúmenes de la instalación Geotermia aislada.

En segundo lugar se muestran las tablas de los estudios de la rentabilidad de las diferentes instalaciones térmicas (Solar + Gasóleo, Gasóleo, Energía eléctrica, Biomasa, Gas Natural y Geotermia) con Geotermia aislada:

GEOTERMIA AISLADA VS SOLAR + GASOLEO	
VAN**	-250,307101
TIR	2%

Tabla 13.1.4.15 Estudio rentabilidad Geotermia aislada vs Solar + Gasóleo.

GEOTERMIA AISLADA VS GASOLEO	
VAN**	34322,24645
TIR	23%

Tabla 13.1.4.16 Estudio rentabilidad Geotermia aislada vs Gasóleo.

GEOTERMIA AISLADA VS BIOMASA	
VAN	40946,5334
TIR	10%

Tabla 13.1.4.17 Estudio rentabilidad Geotermia aislada vs Biomasa.

GEOTERMIA AISLADA VS GAS NATURAL	
VAN**	18197,19826
TIR	13%

Tabla 13.1.4.18 Estudio rentabilidad Geotermia aislada vs Gas Natural.

GEOTERMIA AISLADA VS CALEFACCIÓN ELÉCTRICA	
VAN	15753,90826
TIR	30%

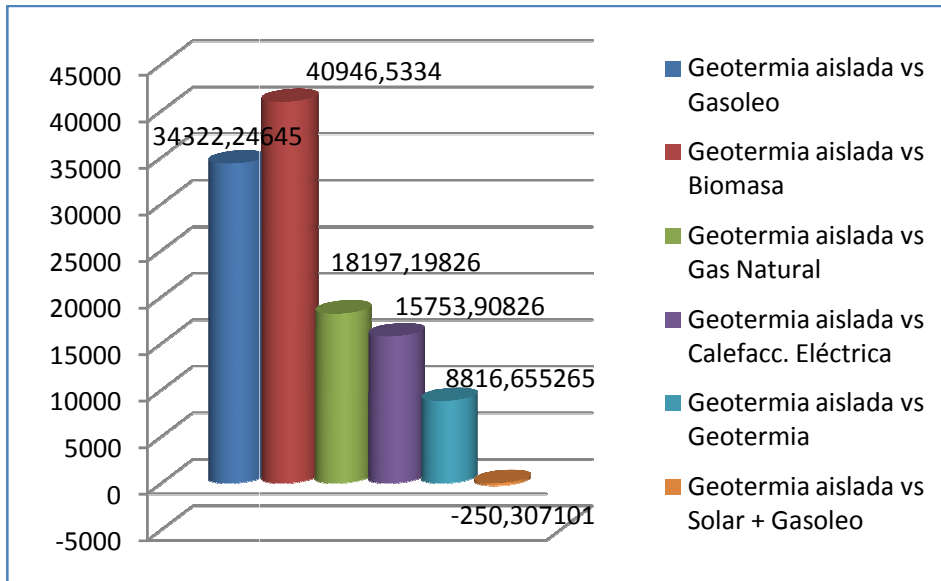
Tabla 13.1.4.19 Estudio rentabilidad Geotermia aislada vs Calefacción Eléctrica.

GEOTERMIA AISALDA VS GEOTERMIA	
VAN	8816,655265

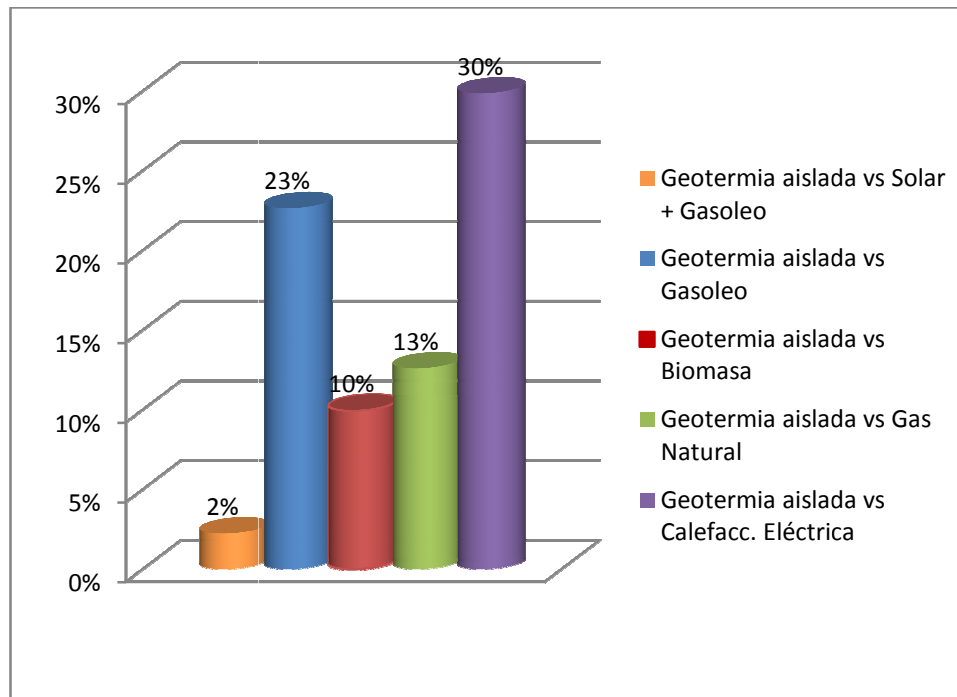
Tabla 13.1.4.20 Estudio rentabilidad Geotermia aislada vs Geotermia.

** NO se han tenido en cuenta el aumento de precio anual de los combustibles fósiles para realizar los estudios de rentabilidad.

Representado de una manera más gráfica:



Gráfica 13.1.4.3 VAN de las diferentes instalaciones térmicas.



Gráfica 13.1.4.4 TIR de las diferentes instalaciones térmicas

Así pues la conclusión que podemos sacar es que la geotermia aislada es más rentable que todas las instalaciones en términos de comparación.

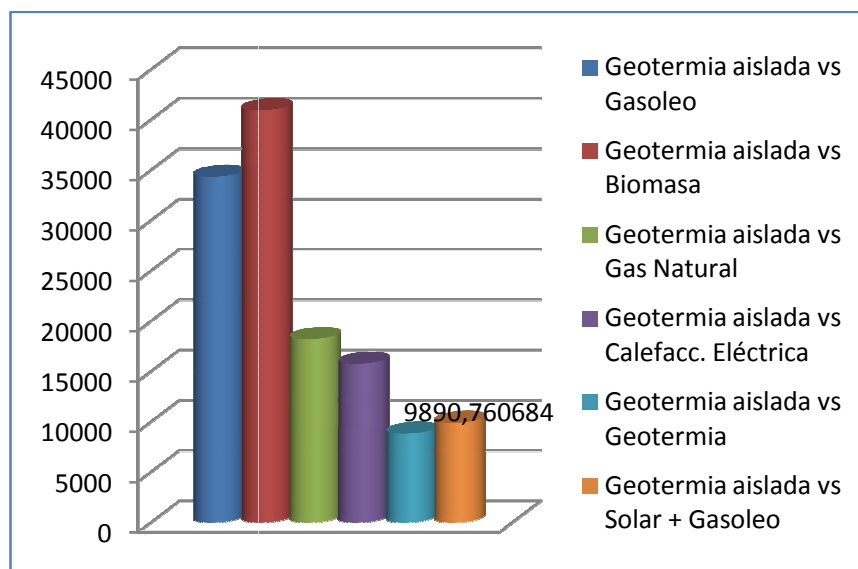
Viendo los gráficos observamos que la mayor rentabilidad se obtiene ante la instalación únicamente de gasóleo (VAN y TIR muy altos) y con la que menos con el sistema de solar + gasóleo.

El VAN de la geotermia aislada con respecto de la instalación debida a Solar + Gasóleo es negativo, lo cual quiere decir que la geotermia no es tan rentable como la instalación híbrida entre solar térmica y combustible fósil, pero hay que tener en cuenta que ha salido negativa por un valor pequeño y no se han tenido en cuenta el aumento de precios del combustible a lo largo de los años, si se llega a incluir ese 10% de aumento del precio el VAN y el TIR quedarían de la siguiente forma:

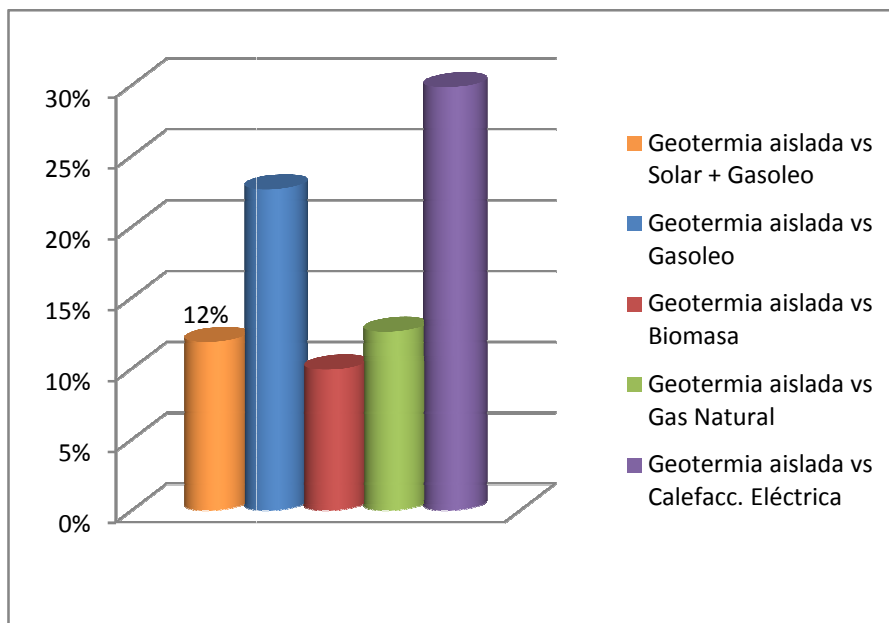
GEOTERMIA AISLADA VS SOLAR + GASOLEO	
VAN	9890,760684
TIR	12%
PB	12,631101

Tabla 13.1.4.20 Estudio rentabilidad Geotermia aislada vs Solar + Gasóleo con aumento del 10% del precio del combustible anual.

En representación con las demás alternativas:



Gráfica 13.1.4.6 VAN de las diferentes instalaciones térmicas teniendo en cuenta el aumento anual del precio del gasóleo para la instalación de Solar + Gasóleo.



Gráfica 13.1.4.7 TIR de las diferentes instalaciones térmicas teniendo en cuenta el aumento anual del precio del gasóleo para la instalación de Solar + Gasóleo.

Así pues, la instalación solar + gasóleo en comparativa con la geotermia aislada teniendo en cuenta el aumento del precio del combustible anual se mantendría como la primera opción a mejor inversión respecto de la geotermia pero la rentabilidad de la geotermia sobre ésta aumentaría mucho.

Cabe indicar que no se hace un estudio TIR de la geotermia frente a la geotermia aislada porque no tiene sentido realizarlo ya que, la diferencia de la inversión inicial es 0. Realmente en este ejercicio de estudio no estamos analizando el beneficio neto de las instalaciones si no el ahorro de una con respecto a la otra.

13.2 ESTUDIO ECÓNOMICO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

13.2.1 Introducción.

El uso de la energía solar mediante paneles fotovoltaicos como medio de obtención de energía eléctrica de una vivienda supone una iniciativa innovadora que, se puede presentar de tres maneras diferentes:

1. Como método de ahorro, colocando paneles fotovoltaicos para que el consumo mensual de la tarifa eléctrica recibida de la Red Pública sea menor y conlleve un menor gasto mensual en €/kWh.
2. Como método de ahorro y como sistema de obtener beneficios. Colocando los suficientes paneles como para abastecer los consumos en las horas de mayor radiación solar y generar un excedente; así este excedente podrá ser retornado a la Red Pública por un precio del kWh estipulado que realizará la compañía eléctrica sobre el propietario privado.
3. Como sistema aislado, el referente a nuestro estudio. Colocando los paneles suficientes como para abastecer el consumo energético en las horas punta de consumo y en las horas de menor consumo almacenar el excedente en acumuladores, para poder abastecer los días de poca irradiancia solar y los efectos día-noche. Con este sistema se ahorra en todas las tarifas impuestas por las compañías eléctricas.

Para calcular la amortización de la instalación teniendo en cuenta el ahorro referente a una instalación eléctrica común (sin paneles) conectada a la Red Pública se va a tener en cuenta dos estimaciones a corto plazo.

La primera estimación es debida al crecimiento global relacionado con el mayor consumo de electricidad en viviendas y en nuevas tecnologías y con la mayor adaptación a equipos electrónicos en nuestro día a día. Así pues, se considera un crecimiento anual del consumo eléctrico del 2,5%.

La segunda estimación que se tiene en cuenta es la referente al aumento del precio del kWh en la tarifa eléctrica, debido a una mayor demanda impuesta por nuestro ritmo de vida y por la cada vez más costosa obtención de la electricidad referente al marco español que procede de la combustión de combustibles fósiles. De esta manera, se estima un crecimiento del precio del kWh de un 1,8% anual.

13.2.2 Resumen del presupuesto.

En el presupuesto se incluyen todos los costes que conllevará la instalación de un sistema de producción y distribución eléctrica apoyado con energía solar. Los conceptos principales son los paneles fotovoltaicos, los acumuladores de Litio, el regulador de carga y el inversor. Así pues, se adjunta un resumen del presupuesto global.

PRESUPUESTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
Equipos de la instalación (Inversor, paneles, baterías...)	158.942,20
Montaje	252
TOTAL	159.194,20

Tabla 13.2.2.1 Resumen del presupuesto de la instalación eléctrica.

En este presupuesto van incluidos todos los materiales sin el I.V.A incluido. Para nuestro estudio solo tendremos en cuenta el coste de la instalación así como los costes para producción y generación de energía eléctrica. Tanto los gastos derivados a montaje y salarios se obvian, ya que, se estima que sean similares para todos los casos en concreto. Así, nos interesa el coste de cada tipo de instalación y el gasto que conlleva producir la energía.

13.2.3 Subvenciones.

Aplicando la subvención aplicada por el Gobierno de Navarra ya expuesto en el apartado anterior que es:

Solar fotovoltaica aislada: 30%. Máximo 150.000 euros. 40% si la instalación de acumuladores es diferente a las de plomo ácido y presenta unas características medioambientales más eficientes.

PRESUPUESTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
Equipos de la instalación (Inversor, paneles, baterías...)	158.942,20
Montaje	252
TOTAL	159.194,20 €
TOTAL CON SUBVENCIONES	95.965,32 €

Tabla 13.2.3.1 Resumen del presupuesto de la instalación eléctrica con subvenciones.

13.2.4 Estudio Económico.

Para presentar el estudio de la amortización económico de la instalación eléctrica se tienen que contemplar los términos fijos en instalaciones comunes como términos de ahorro en la instalación de estudio:

- Gasto por potencia contratada:

$$6750 \text{ W} \times 0,04745 \text{ €/kW día} = 0,32 \text{ €/día} = 119,146 \text{ €/año.}$$

- Alquiler de equipos de medida:

$$0,57 \text{ €/mes} \times 12 \text{ meses} = 6,84 \text{ €/año.}$$

- Impuesto sobre la electricidad:

$$4,864\% \text{ s/ (gasto Pot.Contratada + Gasto consumo)} \times 1,05113 \\ = \text{aprox. } 4,61 \text{ €/mes} = \text{aprox. } 55,429 \text{ €/año.}$$

- 18% I.V.A

Aparte de esto, hay que tener en cuenta los gastos variables debidos al aumento del consumo energético y al aumento del precio del kWh reportado por la Red Pública.

Para el primer año se estima un consumo energético anual de 5.944,14 kWh y un coste del kWh de 0,162364 €/kWh.

$$5.944,14 \times 0,162364 = 965,112 \text{ €/año.}$$

La evolución de dichos parámetros así como los posibles gastos a lo largo del tiempo para estimar la amortización de la instalación se presenta en la tabla de las siguientes hojas:

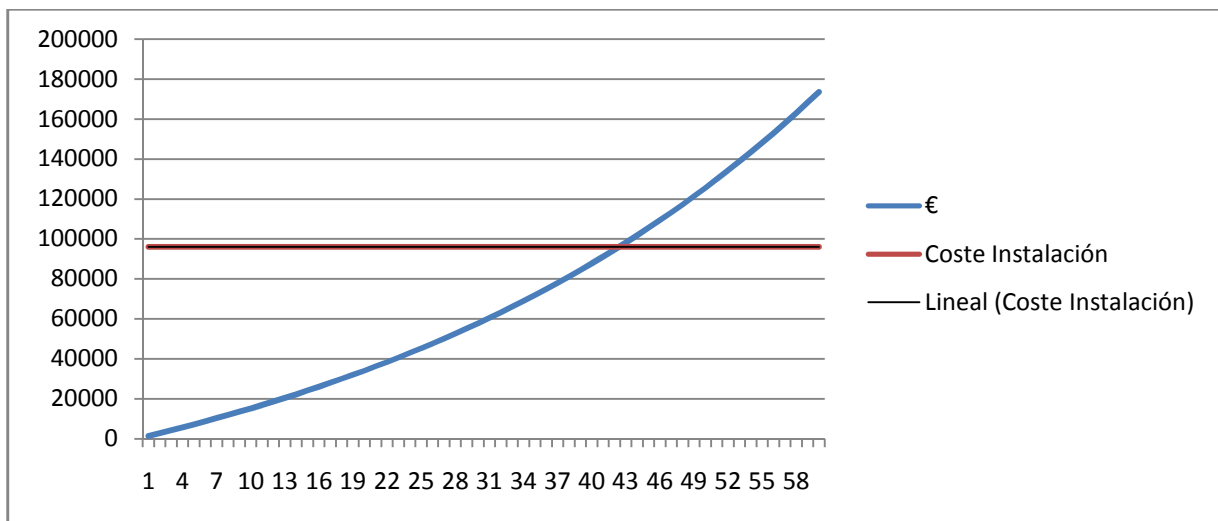
AÑOS	EVOLUCIÓN CONSUMO ELÉCTRICO (kWh)	GASTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL SIN I.V.A (€)	GASTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL CON I.V.A (€)	GASTO DEL CONSUMO ANUAL (AUMENTO DEL PRECIO kWh ANUAL 1,8%) (€)	AMORTIZACIÓN (€)	COSTE DE LA INSTALACIÓN (€)
1	5944,14	1146,523347	1352,897549	1352,89	1352,89	95965,32
2	6095,71557	1171,133763	1381,93784	1406,812721	2759,702721	95965,32
3	6251,156317	1196,371744	1411,718658	1437,129594	4196,832315	95965,32
4	6410,560803	1222,253294	1442,258887	1468,219547	5665,051862	95965,32
5	6574,030104	1248,794824	1473,577892	1500,102294	7165,154157	95965,32
6	6741,667871	1276,013162	1505,695531	1532,798051	8697,952208	95965,32
7	6913,580402	1303,925568	1538,632171	1566,32755	10264,27976	95965,32
8	7089,876702	1332,549741	1572,408694	1600,712051	11864,99181	95965,32
9	7270,668558	1361,90383	1607,046519	1635,973356	13500,96516	95965,32
10	7456,070606	1392,006448	1642,567609	1672,133826	15173,09899	95965,32
11	7646,200407	1422,876683	1678,994486	1709,216387	16882,31538	95965,32
12	7841,178517	1454,534109	1716,350248	1747,244553	18629,55993	95965,32
13	8041,128569	1486,998799	1754,658583	1786,242437	20415,80237	95965,32
14	8246,177348	1520,291339	1793,94378	1826,234768	22242,03713	95965,32
15	8456,45487	1554,432839	1834,230749	1867,246903	24109,28404	95965,32
16	8672,094469	1589,444946	1875,545037	1909,304847	26018,58889	95965,32
17	8893,232878	1625,349863	1917,912838	1952,43527	27971,02415	95965,32
18	9120,010317	1662,170355	1961,361019	1996,665517	29967,68967	95965,32
19	9352,57058	1699,92977	2005,917128	2042,023636	32009,71331	95965,32
20	9591,06113	1738,652049	2051,609418	2088,538388	34098,2517	95965,32
21	9835,633188	1778,361747	2098,466861	2136,239265	36234,49096	95965,32

22	10086,44183	1819,084042	2146,51917	2185,156515	38419,64748	95965,32
23	10343,6461	1860,844756	2195,796812	2235,321154	40654,96863	95965,32
24	10607,40908	1903,670367	2246,331034	2286,764992	42941,73362	95965,32
25	10877,89801	1947,588032	2298,153878	2339,520648	45281,25427	95965,32
26	11155,28441	1992,625598	2351,298205	2393,621573	47674,87584	95965,32
27	11439,74416	2038,811621	2405,797713	2449,102071	50123,97791	95965,32
28	11731,45764	2086,175388	2461,686957	2505,997323	52629,97524	95965,32
29	12030,60981	2134,746931	2519,001378	2564,343403	55194,31864	95965,32
30	12337,39036	2184,557048	2577,777316	2624,177308	57818,49595	95965,32
31	12651,99381	2235,637323	2638,052041	2685,536978	60504,03293	95965,32
32	12974,61965	2288,020145	2699,863771	2748,461319	63252,49425	95965,32
33	13305,47245	2341,738729	2763,251701	2812,990231	66065,48448	95965,32
34	13644,762	2396,827138	2828,256022	2879,164631	68944,64911	95965,32
35	13992,70343	2453,3203	2894,917954	2947,026477	71891,67558	95965,32
36	14349,51737	2511,254038	2963,279765	3016,618801	74908,29439	95965,32
37	14715,43006	2570,665087	3033,384802	3087,985729	77996,28011	95965,32
38	15090,67353	2631,591117	3105,277518	3161,172513	81157,45263	95965,32
39	15475,4857	2694,070761	3179,003498	3236,225561	84393,67819	95965,32
40	15870,11059	2758,143636	3254,60949	3313,192461	87706,87065	95965,32
41	16274,79841	2823,850369	3332,143435	3392,122017	91098,99267	95965,32
42	16689,80577	2891,232624	3411,654496	3473,064277	94572,05694	95965,32
43	17115,39582	2960,333126	3493,193089	3556,070565	98128,12751	95965,32
44	17551,83841	3031,195692	3576,810916	3641,193512	101769,321	95965,32
45	17999,41029	3103,865252	3662,560998	3728,487095	105497,8081	95965,32
46	18458,39525	3178,387887	3750,497706	3818,006665	109315,8148	95965,32

47	18929,08433	3254,810848	3840,676801	3909,808983	113225,6238	95965,32
48	19411,77598	3333,182595	3933,155462	4003,952261	117229,576	95965,32
49	19906,77627	3413,552822	4027,99233	4100,496192	121330,0722	95965,32
50	20414,39906	3495,972489	4125,247538	4199,501993	125529,5742	95965,32

Tabla 13.2.4.1 Gastos y ahorro de la instalación eléctrica a lo largo del tiempo.

Representado de una manera más gráfica:



Gráfica 13.2.4.1 Evolución a lo largo del tiempo del ahorro económico de la instalación a estudio con respecto de una instalación eléctrica convencional.

Así pues, se ha mostrado la previsión para los próximos 50 años, a partir del año 43 la instalación se amortizaría en comparación con una instalación eléctrica común. Este periodo de tiempo es demasiado largo como para considerarlo una inversión rentable, pero esto es debido al elevado coste principalmente de los acumuladores de Litio, que al tratarse de una tecnología de vanguardia no está todavía lo suficientemente implantado en el mercado como para que los precios sean de uso cotidiano, aun así se ha preferido la utilización de este sistema debido a su nivel tecnológico, a su eficiencia y a su capacidad de crecimiento.

14. CONCLUSIÓN.

Con la presente Memoria, Presupuesto, Planos Y Pliego de Condiciones que se acompañan, damos por concluido el estudio de la Instalación, que será ejecutada por el Instalador Autorizado, según lo indicado y de acuerdo a las Normas vigentes en el momento de su ejecución.

Cualquier cambio en los materiales proyectados se notificará a la dirección de obra y se decidirá por esta su sustitución por otra, siempre sin merma en las prestaciones del material proyectado. El precio será el de mercado de los productos sustituidos.

Una vez presentado ante los Organismos Oficiales que lo requieran y realizadas todas las pruebas necesarias en presencia del Instalador Autorizado, del Representante de la Propiedad y de los Organismos competentes, se efectuará la recepción de la Instalación.

Pamplona, Junio de 2012.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN.

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO.

Título del proyecto:

MICRORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR
MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE
VIABILIDAD.

2- CÁLCULOS

Sergio Garay Pérez.

Tutor: Jorge Odériz.

Pamplona, 22 de Junio de 2012.

ÍNDICE

1. BALANCE TÉRMICO.....	4
1.1 CALEFACCIÓN.....	4
1.1.1 Planta sótano.....	5
1.1.2 Planta Baja.....	13
1.1.3 Planta Primera.....	17
1.1.4 Planta Ático.....	25
1.2 REFRIGERACIÓN.....	28
1.2.1 Planta sótano.....	29
1.2.2 Planta Baja.....	37
1.2.3 Planta Primera.....	41
1.2.4 Planta Ático.....	49
2. PRODUCCIÓN DE ACS.....	52
2.1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ACS.....	52
3. SUELO RADIANTE.....	53
3.1 PLANTA SÓTANO.....	56
3.2 PLANTA BAJA.....	57
3.3 PLANTA PRIMERA.....	58
3.4 PLANTA SEGUNDA.....	59
4. CÁLCULO DE CIRCUITO HIDRÁULICO Y BOMBAS.....	60
4.1 PLANTA SÓTANO.....	60
4.2 PLANTA BAJA.....	60
4.3 PLANTA PRIMERA.....	61
4.4 PLANTA SEGUNDA.....	61
5. CÁLCULO DE VASOS DE EXPANSIÓN.....	62
6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	64

6.1 ESTUDIO DE LA INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS.....	64
6.2 DIMENSIONADO DE LOS MÓDULOS FOTOVOL.	69
6.2.1 Cálculos de las sombras producidas.	69
6.2.2 Cálculo de la estructura portante de las placas fotovoltaic.	69
6.2.3 Cálculo del número de placas fotovoltaicas.....	69
6.3 DIMENSIONADO DEL REGULADOR.....	72
6.4 DIMENSIONADO DEL ACUMULADORENERGÉTICO....	73
6.5 DIMENSIONADO DEL INVERSOR.....	82

1. BALANCE TÉRMICO.

1.1 CALEFACCIÓN.

El balance térmico de la vivienda se refiere a las necesidades de calefacción para conseguir unas condiciones ambientales y de confort óptimas en el local. Siempre dentro de los límites marcados por el RITE (ver Memoria).

Se procederá el cálculo de calefacción de cada habitación. La fórmula para el cálculo de la necesidad de calor, en kCal/h, será la siguiente:

$$Q = (Q_t + Q_i) \times (1 + F)$$

Q_t (pérdidas por transmisión de calor) = $U \times S \times AT$ (kCal/h).

Q_i (pérdidas por infiltraciones de aire) = $V \times C_e \times P_e \times AT \times \varphi$ (kCal/h).

Se tomarán los siguientes datos de partida:

- Temperatura interior de cálculo: 22° C.
- Temperatura exterior de cálculo: -5° C.
- Temperatura zonas no calefactadas: 10° C.
- Temperatura tierra: 10° C.
- Calor específico del aire (C_e): 0,24 kCal/kg °C.
- Peso específico aire seco (P_e): 1,24 kg/m³.
- V= Volumen habitación.
- N° renovaciones hora (φ).
- Suplementos (F): Orientación Norte 10%.

1.1.1 Planta sótano.

MULTIUSOS 1	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34	16	2,6	41,6	14,144	27	381,888	
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21	5	2,6	13	2,73	27	73,71	
ext V5	2,04			0	0	27	0	
ext -V5	0,21			0	0	27	0	
ext V6	1,84			9,01	16,5784	27	447,6168	
ext -V6	0,21			9,01	1,8921	27	-51,0867	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	27	0	
ext PT-Forjado	0,35	5	0,38	1,9	0,665	27	17,955	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Forjado Sótano	0,35			51,8	18,13	27	489,51	535,66
							1359,5931	
								1895,25
								10%
								5%
								2189,013

V= 133,33

NORTE
DOS ORIENTACIONES

DORMITORIO1	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M5	0,47	3	2,6	7,8	3,666	27	98,982	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21	3	2,6	7,8	1,638	27	44,226	
ext V5	2,04			1,5	3,06	27	82,62	
ext -V5	0,21			1,5	0,315	27	-8,505	
ext V6	1,84			0	0	27	0	
ext -V6	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	27	23,166	
ext PT-Forjado	0,35	3	0,38	1,14	0,399	27	10,773	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Forjado Sótano	0,35			9,48	3,318	27	89,586	99,03
							340,848	
								440,26
			V=24,65			NORTE	SI	10%
						DOS ORIENTACIONES	SI	5%
								598,5

BAÑO 2	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M5	0,47	2,5	2,6	6,5	3,055	27	82,485	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext V5	2,04			0	0	27	0	
ext -V5	0,21			0	0	27	0	
ext V6	1,84			0	0	27	0	
ext -V6	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	27	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,3	0	0	27	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Forjado Sótano	0,35			2,67	0,9345	27	25,2315	55,7
							107,7165	
								163,41
			V=6,94			NORTE	SI	10%
						DOS ORIENTACIONES	SI	5%
								188,48

DISTRIBUIDOR 1	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M5	0,47	2	2,6	5,2	2,444	27	65,988	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext V5	2,04			0	0	27	0	
ext -V5	0,21			0	0	27	0	
ext V6	1,84			0	0	27	0	
ext -V6	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	27	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	27	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Forjado Sótano	0,35			5,89	2,0615	27	55,6605	61,53
							121,6485	
								183,178
			V=15,31			NORTE	SI	10%
						DOS ORIENTACIONES	NO	0%
								201,49

ROPERO	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M5	0,47	4	2,6	10,4	4,888	27	131,976	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19	2	2,6	5,2	0,988	27	26,676	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext V5	2,04			0	0	27	0	
ext -V5	0,21			0	0	27	0	
ext V6	1,84			0	0	27	0	
ext -V6	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	27	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	27	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Forjado Sótano	0,35			5,18	1,813	27	48,951	54,11
							207,603	
								261,713
			V=13,47			NORTE	SI	10%
						DOS ORIENTACIONES	NO	0%
								287,88

LAVADORA-PLANCHA	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19	2,5	2,6	6,5	1,235	27	33,345	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext V5	2,04			0	0	27	0	
ext -V5	0,21			0	0	27	0	
ext V6	1,84			0	0	27	0	
ext -V6	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	27	23,166	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	27	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Forjado Sótano	0,35			8,51	2,9785	27	80,4195	177,79
							136,9305	
								314,72
			V=22,13			NORTE	NO	0%
						DOS ORIENTACIONES	NO	0%
								314,72

BAÑO 1	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M6	0,52	2,5	2,6	6,5	3,38	27	91,26	
ext Medianero M9	0,11	1,8	2,6	4,68	0,5148	27	13,8996	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext V5	2,04			0	0	27	0	
ext -V5	0,21			0	0	27	0	
ext V6	1,84			0	0	27	0	
ext -V6	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	27	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	27	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Forjado Sótano	0,35			5,75	2,0125	27	54,3375	120,13
							159,4971	
			V=14,95					279,62
					NORTE		NO	0%
					DOS		NO	0%
					ORIENTACIONES			279,62

TRASTERO Y VESTÍBULO	k (kCal/m ² h ^o C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h ^o C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34	3,2	2,6	8,32	2,8288	27	76,3776	
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	27	0	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext V5	2,04			0	0	27	0	
ext -V5	0,21			0	0	27	0	
ext V6	1,84			0	0	27	0	
ext -V6	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	27	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	27	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Forjado Sótano	0,35			9,69	3,3915	27	91,5705	101,22
							167,9481	
								269,148
			V=25,19					0%
						NORTE DOS ORIENTACIONES	NO	0%
							NO	0%
								269,148
								kCal/h
						TOTAL PLANTA SÓTANO		4238,851

1.1.2 Planta Baja.

COCINA-COMEDOR	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M5	0,47	3,77	2,6	9,802	4,60694	27	124,38738	
ext Medianero M9	0,11	5,5	2,6	14,3	1,573	27	42,471	
ext Medianero M10	0,19	3,42	2,6	8,892	1,68948	27	45,61596	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M12	0,21	3,2	2,6	8,32	1,7472	27	47,1744	
ext V8	1,8			0	0	27	0	
ext -V8	0,21			0	0	27	0	
ext V9	1,87			6,25	11,6875	27	315,5625	
ext -V9	0,21			6,25	1,3125	27	-35,4375	
ext V12	1,91			0	0	27	0	
ext -V12	0,21			0	0	27	0	
ext V13	1,97			0	0	27	0	
ext -V13	0,21			0	0	27	0	
ext PEV1	1,72			0	0	27	0	
ext -PEV1	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	1	2,6	2,6	3,432	27	92,664	
ext PT-Forjado	0,35	3,2	0,38	1,216	0,4256	27	11,4912	
ext PT-Persiana	0,57	2,66	0,2	0,532	0,30324	27	8,18748	651,19
							652,11642	
								1303,306
								10%
								5%
								1505,311

V=81,04

NORTE

DOS ORIENTACIONES

SI

SI

VESTIBULO	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M5	0,47	3	2,6	7,8	3,666	27	98,982	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M12	0,21	2,5	2,6	6,5	1,365	27	36,855	
ext V8	1,8			0	0	27	0	
ext -V8	0,21			0	0	27	0	
ext V9	1,87			0	0	27	0	
ext -V9	0,21			0	0	27	0	
ext V12	1,91			0	0	27	0	
ext -V12	0,21			0	0	27	0	
ext V13	1,97			0	0	27	0	
ext -V13	0,21			0	0	27	0	
ext PEV1	1,72			2,99	5,1428	27	138,8556	
ext -PEV1	0,21			2,99	0,6279	27	-16,9533	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	27	23,166	
ext PT-Forjado	0,35	2,5	0,38	0,95	0,3325	27	8,9775	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	124,1
							289,8828	
								413,98
								10%
								5%
								478,14

V=30,89

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

MULTIUSOS 2	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M5	0,47	5	2,6	13	6,11	27	164,97	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21	3	2,6	7,8	1,638	27	44,226	
ext M12	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext V8	1,8			0	0	27	0	
ext -V8	0,21			0	0	27	0	
ext V9	1,87			0	0	27	0	
ext -V9	0,21			0	0	27	0	
ext V12	1,91			0	0	27	0	
ext -V12	0,21			0	0	27	0	
ext V13	1,97			5,01	9,8697	27	266,4819	
ext -V13	0,21			5,01	1,0521	27	-28,4067	
ext PEV1	1,72			0	0	27	0	
ext -PEV1	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	27	23,166	
ext PT-Forjado	0,35	3	0,38	1,14	0,399	27	10,773	
ext PT-Persiana	0,57	2,33	0,2	0,466	0,26562	27	7,17174	167,45
							488,38194	
								655,83
								10%
								5%
								757,48

V=41,68

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

SI
SI

SALA DE ESTAR	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21	5,3	2,6	13,78	2,8938	27	78,1326	
ext M12	0,21	15,5	2,6	40,3	8,463	27	228,501	
ext V8	1,8			0	0	27	0	
ext -V8	0,21			0	0	27	0	
ext V9	1,87			0	0	27	0	
ext -V9	0,21			0	0	27	0	
ext V12	1,91			6,36	12,1476	27	327,9852	
ext -V12	0,21			6,36	1,3356	27	-36,0612	
ext V13	1,97			0	0	27	0	
ext -V13	0,21			0	0	27	0	
ext PEV1	1,72			0	0	27	0	
ext -PEV1	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,75	2,6	1,95	2,574	27	69,498	
ext PT-Forjado	0,35	20,8	0,38	7,904	2,7664	27	74,6928	
ext PT-Persiana	0,57	2,96	0,2	0,592	0,33744	27	9,11088	493,04
							751,85928	
								1244,97
								10%
								5%
								1437,922
								kCal/h
							TOTAL PLANTA BAJA	4178,853

V=122,72

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

1.1.3 Planta Primera.

BAÑO 3	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11	2,5	2,6	6,5	0,715	27	19,305	
ext M11	0,21	4	2,6	10,4	2,184	27	58,968	
ext M12	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	27	0	
ext V14	2,1			1,2	2,52	27	68,04	
ext -V14	0,21			1,2	0,252	27	-6,804	
ext V16	2,04			0	0	27	0	
ext -V16	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V20	1,93			0	0	27	0	
ext -V20	0,24			0	0	27	0	
ext PEV2	1,67			0	0	27	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	27	46,332	
ext PT-Forjado	0,35	4	0,38	1,52	0,532	27	14,364	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Cubierta Terraza	0,32			0	0	27	0	152,09
							200,205	
								352,295
			V=18,93			NORTE	SI	10%
						DOS	NO	0%
						ORIENTACIONES		387,52

DORMITORIO 2	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11	7	2,6	18,2	2,002	27	54,054	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M12	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M18	0,24	4	2,6	10,4	2,496	27	67,392	
ext V14	2,1			0	0	27	0	
ext -V14	0,21			0	0	27	0	
ext V16	2,04			0	0	27	0	
ext -V16	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V20	1,93			3,24	6,2532	27	168,8364	
ext -V20	0,24			3,24	0,7776	27	-20,9952	
ext PEV2	1,67			0	0	27	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,75	2,6	1,95	2,574	27	69,498	
ext PT-Forjado	0,35	4	0,38	1,52	0,532	27	14,364	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,312	0,17784	27	4,80168	
ext Cubierta Terraza	0,32			0	0	27	0	255,4
							357,95088	
								613,35
								0%
								0%
								613,35

V=63,57

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

NO
NO

DORMITORIO 3	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M12	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M18	0,24	3,7	2,6	9,62	2,3088	27	62,3376	
ext V14	2,1			0	0	27	0	
ext -V14	0,21			0	0	27	0	
ext V16	2,04			0	0	27	0	
ext -V16	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V20	1,93			3,24	6,2532	27	168,8364	
ext -V20	0,24			3,24	0,7776	27	-20,9952	
ext PEV2	1,67			0	0	27	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	27	23,166	
ext PT-Forjado	0,35	3,7	0,38	1,406	0,4921	27	13,2867	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,312	0,17784	27	4,80168	
ext Cubierta Terraza	0,32			14,7	4,704	27	127,008	153,55
							378,44118	
								531,99
								0%
								0%
								531,95

V=38,22

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

NO
NO

DORMITORIO 4	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M12	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M18	0,24	3,7	2,6	9,62	2,3088	27	62,3376	
ext V14	2,1			0	0	27	0	
ext -V14	0,21			0	0	27	0	
ext V16	2,04			0	0	27	0	
ext -V16	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V20	1,93			3,24	6,2532	27	168,8364	
ext -V20	0,24			3,24	0,7776	27	-20,9952	
ext PEV2	1,67			0	0	27	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	27	23,166	
ext PT-Forjado	0,35	3,7	0,38	1,406	0,4921	27	13,2867	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,312	0,17784	27	4,80168	
ext Cubierta Terraza	0,32			14,7	4,704	27	127,008	153,55
							378,44118	
								531,99
								0%
								0%
								531,95

V=38,22

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

NO
NO

DORMITORIO 5	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M12	0,21	3,7	2,6	9,62	2,0202	27	54,5454	
ext M18	0,24	4,2	2,6	10,92	2,6208	27	70,7616	
ext V14	2,1			0	0	27	0	
ext -V14	0,21			0	0	27	0	
ext V16	2,04			0	0	27	0	
ext -V16	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V20	1,93			3,24	6,2532	27	168,8364	
ext -V20	0,24			3,24	0,7776	27	-20,9952	
ext PEV2	1,67			0	0	27	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	27	46,332	
ext PT-Forjado	0,35	7,9	0,38	3,002	1,0507	27	28,3689	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,312	0,17784	27	4,80168	
ext Cubierta Terraza	0,32			14,65	4,688	27	126,576	153,03
							479,22678	
								632,25
								0%
								5%
								663,86

V=38,09

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

NO
SI

BAÑO 5	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21	3	2,6	7,8	1,638	27	44,226	
ext M12	0,21	2	2,6	5,2	1,092	27	29,484	
ext M18	0,24		2,6	0	0	27	0	
ext V14	2,1			1,2	2,52	27	68,04	
ext -V14	0,21			1,2	0,252	27	-6,804	
ext V16	2,04			0	0	27	0	
ext -V16	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V20	1,93			0	0	27	0	
ext -V20	0,24			0	0	27	0	
ext PEV2	1,67			0	0	27	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	27	46,332	
ext PT-Forjado	0,35	5	0,38	1,9	0,665	27	17,955	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Cubierta Terraza	0,32			4,85	1,552	27	41,904	101,32
							241,137	
								342,457
			V=12,61			NORTE	SI	10%
					DOS			
					ORIENTACIONES	SI		5%
								395,53

BAÑO 4	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21	5	2,6	13	2,73	27	73,71	
ext M12	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	27	0	
ext V14	2,1			1,2	2,52	27	68,04	
ext -V14	0,21			1,2	0,252	27	-6,804	
ext V16	2,04			0	0	27	0	
ext -V16	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V20	1,93			0	0	27	0	
ext -V20	0,24			0	0	27	0	
ext PEV2	1,67			0	0	27	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	27	46,332	
ext PT-Forjado	0,35	5	0,38	1,9	0,665	27	17,955	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Cubierta Terraza	0,32			6,07	1,9424	27	52,4448	126,81
							251,6778	
								378,48
			V=15,78			NORTE	SI	10%
					DOS			
					ORIENTACIONES		SI	5%
								437,13

DISTRIBUIDOR 2	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	27	0	
ext M11	0,21	12	2,6	31,2	6,552	27	176,904	
ext M12	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	27	0	
ext V14	2,1			0	0	27	0	
ext -V14	0,21			0	0	27	0	
ext V16	2,04			1,5	3,06	27	82,62	
ext -V16	0,21			1,5	0,315	27	-8,505	
ext V18	2,48			0,6	1,488	27	40,176	
ext -V18	0,21			0,6	0,126	27	3,402	
ext V20	1,93			0	0	27	0	
ext -V20	0,24			0	0	27	0	
ext PEV2	1,67			2,99	4,9933	27	134,8191	
ext -PEV2	0,21			2,99	0,6279	27	-16,9533	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	27	46,332	
ext PT-Forjado	0,35	12	0,38	4,56	1,596	27	43,092	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Cubierta Terraza	0,32			9,14	2,9248	27	78,9696	179,04
							580,8564	
								759,89
			V=44,56			NORTE	SI	10%
						DOS ORIENTACIONES	NO	0%
								835,879
								kCal/h
						TOTAL PLANTA PRIMERA		4397,169

1.1.4 Planta Ático.

BAÑO 6	k (kCal/m ² h ^o C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h ^o C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext M11	0,21	7,3	2,6	18,98	3,9858	27	107,6166	
ext M12	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M13	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	27	0	
ext V14	2,1			1,2	2,52	27	68,04	
ext -V14	0,21			1,2	0,252	27	-6,804	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V23	1,93			0	0	27	0	
ext -V23	0,24			0	0	27	0	
ext V28.1	2,04			0	0	27	0	
ext -V28.1	0,21			0	0	27	0	
ext V28.2	1,75			0	0	27	0	
ext -V28.2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,75	2,6	1,95	2,574	27	69,498	
ext PT-Forjado	0,35	7,3	0,38	2,774	0,9709	27	26,2143	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Cubierta	0,29			12,26	3,5554	27	95,9958	256,13
							360,5607	
								616,69
								10%
								0%
								678,359

V=31,88

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

SI
NO

DORMITORIO 6	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext M11	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M12	0,21	5	2,6	13	2,73	27	73,71	
ext M13	0,21	5,5	2,6	14,3	3,003	27	81,081	
ext M18	0,24	4	2,6	10,4	2,496	27	67,392	
ext V14	2,1			0	0	27	0	
ext -V14	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V23	1,93			2,46	4,7478	27	128,1906	
ext -V23	0,24			2,46	0,5904	27	-15,9408	
ext V28.1	2,04			0	0	27	0	
ext -V28.1	0,21			0	0	27	0	
ext V28.2	1,75			0	0	27	0	
ext -V28.2	0,21			0	0	27	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,52	2,6	1,3	1,716	27	46,332	
ext PT-Forjado	0,35	14,5	0,38	5,51	1,9285	27	52,0695	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,31	0,1767	27	4,7709	
ext Cubierta	0,29			15,8	4,582	27	123,714	165,04
							561,3192	
								726,359
			V=41,08			NORTE	SI	10%
						DOS	SI	5%
						ORIENTACIONES		838,93

DISTRIBUIDOR 3	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext M11	0,21	2,07	2,6	5,382	1,13022	27	30,51594	
ext M12	0,21	2,7	2,6	7,02	1,4742	27	39,8034	
ext M13	0,21		2,6	0	0	27	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	27	0	
ext V14	2,1			0	0	27	0	
ext -V14	0,21			0	0	27	0	
ext V18	2,48			0	0	27	0	
ext -V18	0,21			0	0	27	0	
ext V23	1,93			0	0	27	0	
ext -V23	0,24			0	0	27	0	
ext V28.1	2,04			4,01	8,1804	27	220,8708	
ext -V28.1	0,21			4,01	0,8421	27	-22,7367	
ext V28.2	1,75			1,87	3,2725	27	88,3575	
ext -V28.2	0,21			1,87	0,3927	27	-10,6029	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	27	46,332	
ext PT-Forjado	0,35	4,77	0,38	1,8126	0,63441	27	17,12907	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	27	0	
ext Cubierta	0,29			5,1	1,479	27	39,933	53,27

449,60211

502,872

V=13,26

NORTE
DOS
ORIENTACIONES

SI 10%

SI 5%

580,8

kCal/h

TOTAL PLANTA SEGUNDA 2098,089

TOTAL VIVIENDA

kCal/h

14.913,76

1.2 REFRIGERACIÓN.

Se realiza el mismo cálculo con los siguientes datos de partida:

- Temperatura interior de cálculo: 25° C.
- Temperatura exterior de cálculo: 35° C.
- Temperatura zonas no calefactadas: 10° C.
- Temperatura tierra: 10° C.
- Calor específico del aire (Ce): 0,24 kCal/kg °C.
- Peso específico aire seco (Pe): 1,24 kg/m³.
- V= Volumen habitación.
- N° renovaciones hora (ϕ).
- Suplementos (F): Orientación Sur. 10%.

1.2.1 Planta sótano.

MULTIUSOS 1	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34	16	2,6	41,6	14,144	10	141,44	
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21	5	2,6	13	2,73	10	27,3	
ext V5	2,04			0	0	10	0	
ext -V5	0,21			0	0	10	0	
ext V6	1,84			9,01	16,5784	10	165,784	
ext -V6	0,21			9,01	1,8921	10	-18,921	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	10	0	
ext PT-Forjado	0,35	5	0,38	1,9	0,665	10	6,65	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Forjado Sótano	0,35			51,8	18,13	10	181,3	198,39
							503,553	
								701,943
			V= 133,33					NO 0%
						SUR DOS ORIENTACIONES		SI 5%
								737,04
						APORTE INTERIOR		1.638,82
						TOTAL		2.375,86

DORMITORIO1	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M5	0,47	3	2,6	7,8	3,666	10	36,66	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21	3	2,6	7,8	1,638	10	16,38	
ext V5	2,04			1,5	3,06	10	30,6	
ext -V5	0,21			1,5	0,315	10	-3,15	
ext V6	1,84			0	0	10	0	
ext -V6	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	10	8,58	
ext PT-Forjado	0,35	3	0,38	1,14	0,399	10	3,99	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Forjado Sótano	0,35			9,48	3,318	10	33,18	36,68
							126,24	
								162,92
								0%
								5%
								171,066
								352,26
								523,33

V=24,65

SUR
DOS
ORIENTACIONES

APORTE INTERIOR

TOTAL

BAÑO 2	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M5	0,47	2,5	2,6	6,5	3,055	10	30,55	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext V5	2,04			0	0	10	0	
ext -V5	0,21			0	0	10	0	
ext V6	1,84			0	0	10	0	
ext -V6	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	10	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,3	0	0	10	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Forjado Sótano	0,35			2,67	0,9345	10	9,345	20,66
							39,895	
								60,555
								0%
								5%
								63,58275
								140,52
								204,10

V=6,94

SUR
DOS
ORIENTACIONES

NO
SI

APORTE INTERIOR

TOTAL

DISTRIBUIDOR 1	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M5	0,47	2	2,6	5,2	2,444	10	24,44	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext V5	2,04			0	0	10	0	
ext -V5	0,21			0	0	10	0	
ext V6	1,84			0	0	10	0	
ext -V6	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	10	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	10	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Forjado Sótano	0,35			5,89	2,0615	10	20,615	22,79
							45,055	
								67,845
			V=15,31			SUR DOS ORIENTACIONES	NO NO	0% 0%
								67,845
						APORTE INTERIOR		195,91
						TOTAL		263,76

ROPERO	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M5	0,47	4	2,6	10,4	4,888	10	48,88	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19	2	2,6	5,2	0,988	10	9,88	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext V5	2,04			0	0	10	0	
ext -V5	0,21			0	0	10	0	
ext V6	1,84			0	0	10	0	
ext -V6	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	10	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	10	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Forjado Sótano	0,35			5,18	1,813	10	18,13	20,04
							76,89	
								96,93
			V=13,47			SUR DOS ORIENTACIONES	NO	0%
							NO	0%
								96,93
						APORTE INTERIOR		183,70
						TOTAL		280,63

LAVADORA-PLANCHA	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19	2,5	2,6	6,5	1,235	10	12,35	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext V5	2,04			0	0	10	0	
ext -V5	0,21			0	0	10	0	
ext V6	1,84			0	0	10	0	
ext -V6	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	10	8,58	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	10	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Forjado Sótano	0,35			8,51	2,9785	10	29,785	65,85
							50,715	
								116,565
			V=22,13			SUR DOS ORIENTACIONES	NO	0%
							NO	0%
								116,565
						APORTE INTERIOR		240,97
						TOTAL		357,54

BAÑO 1	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M6	0,52	2,5	2,6	6,5	3,38	10	33,8	
ext Medianero M9	0,11	1,8	2,6	4,68	0,5148	10	5,148	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext V5	2,04			0	0	10	0	
ext -V5	0,21			0	0	10	0	
ext V6	1,84			0	0	10	0	
ext -V6	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	10	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	10	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Forjado Sótano	0,35			5,75	2,0125	10	20,125	44,49
							59,073	
								103,563
			V=14,95			SUR DOS ORIENTACIONES	NO	0%
							NO	0%
								103,563
						APORTE INTERIOR		193,50
						TOTAL		297,06

TRASTERO Y VESTÍBULO	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M3	0,34	3,2	2,6	8,32	2,8288	10	28,288	
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	10	0	
ext Muro Sótano M6	0,52		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext V5	2,04			0	0	10	0	
ext -V5	0,21			0	0	10	0	
ext V6	1,84			0	0	10	0	
ext -V6	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32		2,6	0	0	10	0	
ext PT-Forjado	0,35		0,38	0	0	10	0	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Forjado Sótano	0,35			9,69	3,3915	10	33,915	37,49
							62,203	
								99,693
		V=25,19				SUR	NO	0%
						DOS	NO	0%
						ORIENTACIONES		99,693
						APORTE INTERIOR		261,27
						TOTAL		360,96
								kCal/h
						TOTAL PLANTA SÓTANO		4.663,23

1.2.2 Planta Baja.

COCINA-COMEDOR	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M5	0,47	3,77	2,6	9,802	4,60694	10	46,0694	
ext Medianero M9	0,11	5,5	2,6	14,3	1,573	10	15,73	
ext Medianero M10	0,19	3,42	2,6	8,892	1,68948	10	16,8948	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M12	0,21	3,2	2,6	8,32	1,7472	10	17,472	
ext V8	1,8			0	0	10	0	
ext -V8	0,21			0	0	10	0	
ext V9	1,87			6,25	11,6875	10	116,875	
ext -V9	0,21			6,25	1,3125	10	-13,125	
ext V12	1,91			0	0	10	0	
ext -V12	0,21			0	0	10	0	
ext V13	1,97			0	0	10	0	
ext -V13	0,21			0	0	10	0	
ext PEV1	1,72			0	0	10	0	
ext -PEV1	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	1	2,6	2,6	3,432	10	34,32	
ext PT-Forjado	0,35	3,2	0,38	1,216	0,4256	10	4,256	
ext PT-Persiana	0,57	2,66	0,2	0,532	0,30324	10	3,0324	241,18
							241,5246	
			V=81,04			SUR		482,7046
					DOS ORIENTACIONES	NO		0%
						SI		5%
					APORTE INTERIOR			506,83983
					TOTAL			1.292,92
								1.799,76

VESTIBULO	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M5	0,47	3	2,6	7,8	3,666	10	36,66	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M12	0,21	2,5	2,6	6,5	1,365	10	13,65	
ext V8	1,8			0	0	10	0	
ext -V8	0,21			0	0	10	0	
ext V9	1,87			0	0	10	0	
ext -V9	0,21			0	0	10	0	
ext V12	1,91			0	0	10	0	
ext -V12	0,21			0	0	10	0	
ext V13	1,97			0	0	10	0	
ext -V13	0,21			0	0	10	0	
ext PEV1	1,72			2,99	5,1428	10	51,428	
ext -PEV1	0,21			2,99	0,6279	10	-6,279	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	10	8,58	
ext PT-Forjado	0,35	2,5	0,38	0,95	0,3325	10	3,325	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	45,96
							107,364	
								153,324
								0%
								5%
								160,9902
								298,94
								459,93

V=30,89

SUR
DOS
ORIENTACIONES

NO
SI

APORTE INTERIOR

TOTAL

MULTIUSOS 2	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M5	0,47	5	2,6	13	6,11	10	61,1	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21	3	2,6	7,8	1,638	10	16,38	
ext M12	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext V8	1,8			0	0	10	0	
ext -V8	0,21			0	0	10	0	
ext V9	1,87			0	0	10	0	
ext -V9	0,21			0	0	10	0	
ext V12	1,91			0	0	10	0	
ext -V12	0,21			0	0	10	0	
ext V13	1,97			5,01	9,8697	10	98,697	
ext -V13	0,21			5,01	1,0521	10	-10,521	
ext PEV1	1,72			0	0	10	0	
ext -PEV1	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	10	8,58	
ext PT-Forjado	0,35	3	0,38	1,14	0,399	10	3,99	
ext PT-Persiana	0,57	2,33	0,2	0,466	0,26562	10	2,6562	62,02
							180,8822	
								242,9022
			V=41,68			SUR DOS ORIENTACIONES	NO	0%
							SI	5%
								255,04731
						APORTE INTERIOR		1.032,52
						TOTAL		1.287,57

SALA DE ESTAR	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Muro Sótano M5	0,47		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext Medianero M10	0,19		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21	5,3	2,6	13,78	2,8938	10	28,938	
ext M12	0,21	15,5	2,6	40,3	8,463	10	84,63	
ext V8	1,8			0	0	10	0	
ext -V8	0,21			0	0	10	0	
ext V9	1,87			0	0	10	0	
ext -V9	0,21			0	0	10	0	
ext V12	1,91			6,36	12,1476	10	121,476	
ext -V12	0,21			6,36	1,3356	10	-13,356	
ext V13	1,97			0	0	10	0	
ext -V13	0,21			0	0	10	0	
ext PEV1	1,72			0	0	10	0	
ext -PEV1	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,75	2,6	1,95	2,574	10	25,74	
ext PT-Forjado	0,35	20,8	0,38	7,904	2,7664	10	27,664	
ext PT-Persiana	0,57	2,96	0,2	0,592	0,33744	10	3,3744	182,61
							278,4664	
								461,0764
			V=122,72			SUR	NO	0%
						DOS ORIENTACIONES	SI	5%
								484,13022
						APORTE INTERIOR		1.568,64
						TOTAL		2.052,77
								kCal/h
						TOTAL PLANTA BAJA		5.600,03

1.2.3 Planta Primera.

BAÑO 3	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11	2,5	2,6	6,5	0,715	10	7,15	
ext M11	0,21	4	2,6	10,4	2,184	10	21,84	
ext M12	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	10	0	
ext V14	2,1			1,2	2,52	10	25,2	
ext -V14	0,21			1,2	0,252	10	-2,52	
ext V16	2,04			0	0	10	0	
ext -V16	0,21			0	0	10	0	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V20	1,93			0	0	10	0	
ext -V20	0,24			0	0	10	0	
ext PEV2	1,67			0	0	10	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	10	17,16	
ext PT-Forjado	0,35	4	0,38	1,52	0,532	10	5,32	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Cubierta Terraza	0,32			0	0	10	0	56,33
							74,15	
								130,48
			V=18,93			SUR	NO	0%
						DOS ORIENTACIONES	NO	0%
								130,48
						APORTE INTERIOR		219,82
						TOTAL		350,30

DORMITORIO 2	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11	7	2,6	18,2	2,002	10	20,02	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M12	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M18	0,24	4	2,6	10,4	2,496	10	24,96	
ext V14	2,1			0	0	10	0	
ext -V14	0,21			0	0	10	0	
ext V16	2,04			0	0	10	0	
ext -V16	0,21			0	0	10	0	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V20	1,93			3,24	6,2532	10	62,532	
ext -V20	0,24			3,24	0,7776	10	-7,776	
ext PEV2	1,67			0	0	10	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,75	2,6	1,95	2,574	10	25,74	
ext PT-Forjado	0,35	4	0,38	1,52	0,532	10	5,32	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,312	0,17784	10	1,7784	
ext Cubierta Terraza	0,32			0	0	10	0	94,59
							132,5744	
			V=63,57					227,1644
						SUR	NO	0%
						DOS ORIENTACIONES	NO	0%
								227,1644
						APORTE INTERIOR		609,74
						TOTAL		836,90

DORMITORIO 3	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)	
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0		
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0		
ext M12	0,21		2,6	0	0	10	0		
ext M18	0,24	3,7	2,6	9,62	2,3088	10	23,088		
ext V14	2,1			0	0	10	0		
ext -V14	0,21			0	0	10	0		
ext V16	2,04			0	0	10	0		
ext -V16	0,21			0	0	10	0		
ext V18	2,48			0	0	10	0		
ext -V18	0,21			0	0	10	0		
ext V20	1,93			3,24	6,2532	10	62,532		
ext -V20	0,24			3,24	0,7776	10	-7,776		
ext PEV2	1,67			0	0	10	0		
ext -PEV2	0,21			0	0	10	0		
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	10	8,58		
ext PT-Forjado	0,35	3,7	0,38	1,406	0,4921	10	4,921		
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,312	0,17784	10	1,7784		
ext Cubierta Terraza	0,32			14,7	4,704	10	47,04	56,87	
							140,1634		
								197,0334	
								NO	0%
								NO	0%
								197,0334	
								442,04	
								639,07	

V=38,22

SUR
DOS
ORIENTACIONES

APORTE INTERIOR

TOTAL

DORMITORIO 4	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M12	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M18	0,24	3,7	2,6	9,62	2,3088	10	23,088	
ext V14	2,1			0	0	10	0	
ext -V14	0,21			0	0	10	0	
ext V16	2,04			0	0	10	0	
ext -V16	0,21			0	0	10	0	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V20	1,93			3,24	6,2532	10	62,532	
ext -V20	0,24			3,24	0,7776	10	-7,776	
ext PEV2	1,67			0	0	10	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,25	2,6	0,65	0,858	10	8,58	
ext PT-Forjado	0,35	3,7	0,38	1,406	0,4921	10	4,921	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,312	0,17784	10	1,7784	
ext Cubierta Terraza	0,32			14,7	4,704	10	47,04	56,87
							140,1634	
								197,0334
			V=38,22			SUR	NO	0%
						DOS ORIENTACIONES	NO	0%
								197,0334
						APORTE INTERIOR		442,04
						TOTAL		639,07

DORMITORIO 5	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M12	0,21	3,7	2,6	9,62	2,0202	10	20,202	
ext M18	0,24	4,2	2,6	10,92	2,6208	10	26,208	
ext V14	2,1			0	0	10	0	
ext -V14	0,21			0	0	10	0	
ext V16	2,04			0	0	10	0	
ext -V16	0,21			0	0	10	0	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V20	1,93			3,24	6,2532	10	62,532	
ext -V20	0,24			3,24	0,7776	10	-7,776	
ext PEV2	1,67			0	0	10	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	10	17,16	
ext PT-Forjado	0,35	7,9	0,38	3,002	1,0507	10	10,507	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,312	0,17784	10	1,7784	
ext Cubierta Terraza	0,32			14,65	4,688	10	46,88	56,68
							177,4914	
								234,1714
								0%
								5%
								245,92
								442,04
								687,96

V=38,09

SUR

DOS ORIENTACIONES

APORTE INTERIOR

TOTAL

NO

SI

BAÑO 5	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21	3	2,6	7,8	1,638	10	16,38	
ext M12	0,21	2	2,6	5,2	1,092	10	10,92	
ext M18	0,24		2,6	0	0	10	0	
ext V14	2,1			1,2	2,52	10	25,2	
ext -V14	0,21			1,2	0,252	10	-2,52	
ext V16	2,04			0	0	10	0	
ext -V16	0,21			0	0	10	0	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V20	1,93			0	0	10	0	
ext -V20	0,24			0	0	10	0	
ext PEV2	1,67			0	0	10	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	10	17,16	
ext PT-Forjado	0,35	5	0,38	1,9	0,665	10	6,65	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Cubierta Terraza	0,32			4,85	1,552	10	15,52	37,53
							89,31	
								126,84
			V=12,61			SUR	NO	0%
						DOS ORIENTACIONES	SI	5%
								133,182
						APORTE INTERIOR		178,02
						TOTAL		311,20

BAÑO 4	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21	5	2,6	13	2,73	10	27,3	
ext M12	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	10	0	
ext V14	2,1			1,2	2,52	10	25,2	
ext -V14	0,21			1,2	0,252	10	-2,52	
ext V16	2,04			0	0	10	0	
ext -V16	0,21			0	0	10	0	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V20	1,93			0	0	10	0	
ext -V20	0,24			0	0	10	0	
ext PEV2	1,67			0	0	10	0	
ext -PEV2	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	10	17,16	
ext PT-Forjado	0,35	5	0,38	1,9	0,665	10	6,65	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Cubierta Terraza	0,32			6,07	1,9424	10	19,424	46,97
							93,214	
								140,184
								0%
								5%
								147,1932
								199,00
								346,19

V=15,78

SUR

DOS ORIENTACIONES

APORTE INTERIOR

TOTAL

NO

SI

147,1932

199,00

346,19

DISTRIBUIDOR 2	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°c)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext Medianero M9	0,11		2,6	0	0	10	0	
ext M11	0,21	12	2,6	31,2	6,552	10	65,52	
ext M12	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	10	0	
ext V14	2,1			0	0	10	0	
ext -V14	0,21			0	0	10	0	
ext V16	2,04			1,5	3,06	10	30,6	
ext -V16	0,21			1,5	0,315	10	-3,15	
ext V18	2,48			0,6	1,488	10	14,88	
ext -V18	0,21			0,6	0,126	10	1,26	
ext V20	1,93			0	0	10	0	
ext -V20	0,24			0	0	10	0	
ext PEV2	1,67			2,99	4,9933	10	49,933	
ext -PEV2	0,21			2,99	0,6279	10	-6,279	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	10	17,16	
ext PT-Forjado	0,35	12	0,38	4,56	1,596	10	15,96	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Cubierta Terraza	0,32			9,14	2,9248	10	29,248	66,31
							215,132	
								281,442
								0%
								0%
								281,442
								389,41
								670,85
								kCal/h
							TOTAL PLANTA PRIMERA	4.481,56

V=44,56

SUR
DOS ORIENTACIONES

NO
NO

APORTE INTERIOR
TOTAL

1.2.4 Planta Ático.

BAÑO 6	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext M11	0,21	7,3	2,6	18,98	3,9858	10	39,858	
ext M12	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M13	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	10	0	
ext V14	2,1			1,2	2,52	10	25,2	
ext -V14	0,21			1,2	0,252	10	-2,52	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V23	1,93			0	0	10	0	
ext -V23	0,24			0	0	10	0	
ext V28.1	2,04			0	0	10	0	
ext -V28.1	0,21			0	0	10	0	
ext V28.2	1,75			0	0	10	0	
ext -V28.2	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,75	2,6	1,95	2,574	10	25,74	
ext PT-Forjado	0,35	7,3	0,38	2,774	0,9709	10	9,709	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Cubierta	0,29			12,26	3,5554	10	35,554	94,86
							133,541	
								228,401
			V=31,88			SUR	NO	0%
						DOS ORIENTACIONES	NO	0%
								228,401
						APORTE INTERIOR		305,47
						TOTAL		533,87

DORMITORIO 6	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext M11	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M12	0,21	5	2,6	13	2,73	10	27,3	
ext M13	0,21	5,5	2,6	14,3	3,003	10	30,03	
ext M18	0,24	4	2,6	10,4	2,496	10	24,96	
ext V14	2,1			0	0	10	0	
ext -V14	0,21			0	0	10	0	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V23	1,93			2,46	4,7478	10	47,478	
ext -V23	0,24			2,46	0,5904	10	-5,904	
ext V28.1	2,04			0	0	10	0	
ext -V28.1	0,21			0	0	10	0	
ext V28.2	1,75			0	0	10	0	
ext -V28.2	0,21			0	0	10	0	
ext PT-Pilares	1,32	0,52	2,6	1,3	1,716	10	17,16	
ext PT-Forjado	0,35	14,5	0,38	5,51	1,9285	10	19,285	
ext PT-Persiana	0,57	1,56	0,2	0,31	0,1767	10	1,767	
ext Cubierta	0,29			15,8	4,582	10	45,82	61,13
							207,896	
								269,026
								0%
								5%
								282,4773
								460,96
								743,44

V=41,08

SUR NO
DOS ORIENTACIONES SI

APORTE INTERIOR

TOTAL

DISTRIBUIDOR 3	k (kCal/m ² h°C)	Longitud (m)	Altura (m)	S (AxL) (m ²)	kxS (kCal/h°C)	AT (°C)	Qt=kxSxAT (kCal/h)	Qi=VxCexPexnxAT (kCal/h)
ext M11	0,21	2,07	2,6	5,382	1,13022	10	11,3022	
ext M12	0,21	2,7	2,6	7,02	1,4742	10	14,742	
ext M13	0,21		2,6	0	0	10	0	
ext M18	0,24		2,6	0	0	10	0	
ext V14	2,1			0	0	10	0	
ext -V14	0,21			0	0	10	0	
ext V18	2,48			0	0	10	0	
ext -V18	0,21			0	0	10	0	
ext V23	1,93			0	0	10	0	
ext -V23	0,24			0	0	10	0	
ext V28.1	2,04			4,01	8,1804	10	81,804	
ext -V28.1	0,21			4,01	0,8421	10	-8,421	
ext V28.2	1,75			1,87	3,2725	10	32,725	
ext -V28.2	0,21			1,87	0,3927	10	-3,927	
ext PT-Pilares	1,32	0,5	2,6	1,3	1,716	10	17,16	
ext PT-Forjado	0,35	4,77	0,38	1,8126	0,63441	10	6,3441	
ext PT-Persiana	0,57		0,2	0	0	10	0	
ext Cubierta	0,29			5,1	1,479	10	14,79	19,73

166,5193

186,2493

V=13,26

SUR
DOS ORIENTACIONES

NO
SI

0%
5%

195,561765

APORTE INTERIOR

182,32

TOTAL

377,88

kCal/h

TOTAL PLANTA SEGUNDA

1.655,19

TOTAL VIVIENDA

kCal/h

16.400,01

2. PRODUCCIÓN DE ACS.

La producción de ACS para la vivienda es independiente, y se realiza con bomba de calor de uso específico aprovechando la geotermia y depósito de acumulación de 280 litros.

Desde el depósito de acumulación se distribuirá, la tubería de ACS por falso techo, con tubería de Polietileno Reticulado con aislamiento de coquilla Armaflex de 22 mm de espesor (equivalente a 22 mm del CTE), todas las tuberías de ACS discurren por el interior del edificio, hasta los diferentes puntos de consumo. En cada una de las plantas, se colocarán las derivaciones correspondientes.

La instalación de ACS para todas las viviendas, cuenta con un circuito de retorno desde los diferentes puntos de consumo, ya que las distancias entre estos puntos y la sala de generación de ACS son superiores a los 15 m.

2.1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ACS.

Para valorar las demandas se toman los valores unitarios especificados en el CTE, a una temperatura de referencia de 60° C.

CRITERIO DE DEMANDA	Litros ACS/DIA a 60° C
Viviendas unifamiliares	30 por persona

Si se fija una temperatura en el acumulador final diferente a 60°C, a efectos de cálculo, se considerará la demanda obtenida según la siguiente expresión:

$$D(T) = D(60^{\circ} C) \cdot \left(\frac{60 - T_{af}}{T - T_{af}} \right)$$

Donde:

- D= Demanda.
- T= Temperatura del acumulador final.
- Taf= Temperatura media de entrada del agua fría de la red.

Se adjunta a continuación una tabla de consumos:

Nº PERSONAS/CAMAS	LITROS ACS/DÍA A 60°C POR PERSONA/CAMA	DEMANDA TOTAL A 60°C (LITROS)
7	30	210

Para la vivienda se dispondrá de un depósito de acumulación de 280 litros y la producción será con bomba de calor de uso específico con aprovechamiento de energía geotérmica y resistencias eléctricas de calentamiento de apoyo.

3. SUELO RADIANTE.

Con los datos obtenidos en el apartado 1, teniendo en cuenta la potencia necesaria en cada local por m² se calculará la distribución de suelo radiante. Para ello se toman datos de fabricante de tubos en los que se señalan, para una temperatura media del agua de 35° C y según el tipo de suelo colocado, los diámetros de tubos y la separación entre tubos necesarios para cubrir la demanda térmica.

Los siguientes datos son los obtenidos de fabricante:

Suelos cerámicos (baños) R=0,01 m ² K/W 20°C										
Nopas PN			TUBO 16x1,8 mm				TUBO 20x1,9 mm			
Tº Media Agua	Distancia entre tubos	Tubería Necesaria	Carga	Tº Media suelo	Superficie Max. Circuito	Long. Max Circuito	Carga	Tº Media Suelo	Superficie Max. Circuito	Long. Max. Circuitos
°C	cm	m/m ²	W/m ²	°C	m ²	m	W/m ²	°c	m ²	m
35 °C	5	20	102,7	29,2	7,7	154	103,7	29,3	12	240
	10	10	88,7	28	11	110	90,6	28,1	17,2	172
	15	6,67	76,9	26,9	13,9	92,7	79,1	27,1	21,8	145,4
	20	5	66,6	26	16,9	84,5	69	26,2	26,4	132
	30	3,33	50,7	24,6	23,4	77,9	52,6	24,7	36,4	121,2

Suelos parquet e=10mm R=0,05 m ² K/W 20°C										
Nopas PN			TUBO 16x1,8 mm				TUBO 20x1,9 mm			
Tº Media Agua	Distancia entre tubos	Tubería Necesaria	Carga	Tº Media suelo	Superficie Max. Circuito	Long. Max Circuito	Carga	Tº Media Suelo	Superficie Max. Circuito	Long. Max. Circuitos
°C	cm	m/m ²	W/m ²	°C	m ²	m	W/m ²	°c	m ²	m
35 °C	5	20	82,25	27,4	9,2	184	83,05	27,45	12	240
	10	10	72,15	26,5	12,9	129	73,55	26,6	20,25	202,5
	15	6,67	63,5	25,7	16,1	107,35	65,15	25,85	25,25	168,4
	20	5	55,9	25,05	19,3	96,25	57,7	25,2	30,2	151
	30	3,33	43,8	23,95	26,05	80,3	45,35	24,05	40,55	134,95

Suelos R=0,1 m ² K/W 20°C										
Nopas PN			TUBO 16x1,8 mm				TUBO 20x1,9 mm			
Tº Media Agua	Distancia entre tubos	Tubería Necesaria	Carga	Tº Media suelo	Superficie Max. Circuito	Long. Max Circuito	Carga	Tº Media Suelo	Superficie Max. Circuito	Long. Max. Circuitos
ºC	cm	m/m ²	W/m ²	ºC	m ²	m	W/m ²	ºc	m ²	m
35 ºC	5	20	61,8	26,5	10,7	214	62,4	25,6	12	240
	10	10	55,6	25	14,8	148	56,5	25,1	23,3	233
	15	6,67	50,1	24,5	18,3	122	51,2	24,6	28,7	191,4
	20	5	45,2	24,1	21,7	108	46,4	24,2	34	170
	30	3,33	36,9	23,3	28,7	82,7	38,1	23,4	44,7	148,7

El resultado aplicado es el siguiente, tomando como criterio no colocar circuitos de más de 120 m de longitud:

3.1 PLANTA SÓTANO.

Dependencia	kCal/h necesarias	W/m ² necesarios	f1 Revest. Suelo	f2 Revest. Techo	Qh=qh/Sup.Útil (W/m ²)	Tubo	Distancia entre tubos	Superficie Útil (m ²)	Longitud hasta colector (m)	Longitud del circuito (m)	Nº Circuitos	CAUDAL (l/h) GH=Qh*S*(1+(f1*f2))/(At*h*Ce)	CAUDAL por circuito (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (m CA/m)	Pérdidas totales del circuito (m CA)
MULTIUSOS 1	2176,78	49,36	1,38	0,1	49,36	16x1,8 mm	20 cm	51,28	3,6	263,6	3	196,63	0,05	0,25	0,01	0,879
DORMITORIO 1	508,5	62,37	1,38	0,1	62,37	16x1,8 mm	15 cm	9,48	2,5	68,52	1	116,01	0,03	0,15	0,007	0,48
BAÑO 2	189,48	82,52	1,05	0,1	275,41	16x1,8 mm	10 cm	0,8	2,7	13,4	1	41,98	0,01	0,1	0,003	0,04
DISTRIBUIDOR 1	202,02	39,88	1,38	0,1	39,88	16x1,8 mm	30 cm	5,89	0,1	19,64	1	46,06	0,01	0,1	0,003	0,059
ROPERO	289,62	65,01	1,38	0,1	65,01	16x1,8 mm	10 cm	5,18	6,8	65,4	1	66,08	0,02	0,11	0,005	0,327
LAVADORA-PLANCHA	315,6	43,12	1,05	0,1	61,16	16x1,8 mm	15 cm	6	4,2	48,6	1	69,92	0,02	0,11	0,005	0,243
BAÑO 1	279,59	56,54	1,05	0,1	154,81	16x1,8 mm	10 cm	2,1	2,1	25,2	1	61,94	0,02	0,11	0,005	0,126
TRASTERO Y VESTÍBULO	268,24	32,19	1,38	0,1	32,19	16x1,8 mm	30 cm	9,69	1,3	34,58	1	61,2	0,02	0,11	0,005	0,173
TOTAL PLANTA SÓTANO	4229,83	54,4						90,42		538,93	10	959,84				

3.2 PLANTA BAJA.

Dependencia	kCal/h necesarias	W/m ² necesarios	f1 Revest. Suelo	f2 Revest. Techo	Qh=qh/Sup.Útil (W/m ²)	Tubo	Distancia entre tubos	Superficie Útil (m ²)	Longitud hasta colector (m)	Longitud del circuito (m)	Nº Circuitos	CAUDAL (L/h) GH=Qh*S*(1+(f1*f2))/(At*h*Ce)	CAUDAL por circuito (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (m CA/m)	Pérdidas totales del circuito (m CA)
COCINA-COMEDOR	1510,3	56,34	1,05	0,1	79,83	16x1,8 mm	10 cm	22	6,4	232,8	2	334,58	0,05	0,25	0,01	1,164
VESTÍBULO	478,84	46,87	1,38	0,1	46,87	16x1,8 mm	20 cm	11,88	0,1	59,6	1	109,25	0,03	0,15	0,007	0,417
MULTIUSOS 2	758,95	55,05	1,38	0,1	55,05	16x1,8 mm	20 cm	16,03	8,5	97,15	1	173,15	0,05	0,25	0,01	0,972
SALA DE ESTAR	1437,94	35,42	1,38	0,1	35,42	16x1,8 mm	30 cm	47,2	4,6	164,96	2	328,06	0,05	0,25	0,01	0,825
TOTAL PLANTA BAJA	4186,02	50,12						97,11		555	6	945,04				

3.3 PLANTA PRIMERA.

Dependencia	kCal/h necesarias	W/m ² necesarios	f1 Revest. Suelo	f2 Revest. Techo	Qh=qh/Sup.Útil (W/m ²)	Tubo	Distancia entre tubos	Superficie Útil (m ²)	Longitud hasta colector (m)	Longitud del circuito (m)	Nº Circuitos	CAUDAL (L/h) GH=Qh*S*(1+(f1*f2))/(At*h*Ce)	CAUDAL por circuito (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (m CA/m)	Pérdidas totales del circuito (m CA)
BAÑO 3	388,04	61,98	1,05	0,1	150,4	16x1,8 mm	10 cm	3	9,5	49	1	85,96	0,02	0,11	0,005	0,245
DORMITORIO 2	615,42	29,27	1,38	0,1	29,27	16x1,8 mm	30 cm	24,45	4,3	89,29	1	140,41	0,04	0,19	0,008	0,714
DORMITORIO 3	531,95	42,08	1,38	0,1	42,08	16x1,8 mm	30 cm	14,7	4,9	58,31	1	121,36	0,03	0,15	0,007	0,408
DORMITORIO 4	531,95	42,08	1,38	0,1	12,08	16x1,8 mm	30 cm	14,7	8,4	65,31	1	121,36	0,03	0,15	0,007	0,457
DORMITORIO 5	663,98	52,7	1,38	0,1	52,7	16x1,8 mm	20 cm	14,65	11,3	95,85	1	151,49	0,04	0,19	0,008	0,767
BAÑO 5	395,32	94,78	1,05	0,1	255,38	16x1,8 mm	10 cm	1,8	10,3	38,6	1	87,58	0,02	0,11	0,005	0,193
BAÑO 4	436,73	83,66	1,05	0,1	282,12	16x1,8 mm	10 cm	1,8	6,3	30,6	1	96,75	0,03	0,15	0,007	0,214
DISTRIBUIDOR 2	827,87	56,16	1,38	0,1	56,16	16x1,8 mm	15 cm	17,14	0,3	115,44	1	188,88	0,05	0,25	0,01	1,154
TOTAL PLANTA PRIMERA	4391,25	55,36						92,24		542	8	993,78				

3.4 PLANTA SEGUNDA.

Dependencia	kCal/h necesarias	W/m ² necesarios	f1 Revest. Suelo	f2 Revest. Techo	Qh=qh/Sup.Útil (W/m ²)	Tubo	Distancia entre tubos	Superficie Útil (m ²)	Longitud hasta colector (m)	Longitud del circuito (m)	Nº Circuitos	CAUDAL (L/h) GH=Qh*S*(1+(f1*f2))/(At*h*Ce)	CAUDAL por circuito (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga (m CA/m)	Pérdidas totales del circuito (m CA)
BAÑO 6	676,65	64,18	1,05	0,1	291,41	16x1,8 mm	10 cm	2,7	1,7	30,4	1	149,9	0,04	0,19	0,008	0,243
DORMITORIO 6	838,51	61,71	1,38	0,1	61,71	16x1,8 mm	15 cm	15,8	0,5	106,86	1	191,3	0,05	0,25	0,01	1,069
DISTRIBUIDOR 3	580,14	132,27	1,38	0,1	132,27	16x1,8 mm	10 cm	5,1	0,3	51,6	1	132,36	0,04	0,19	0,008	0,413
TOTAL PLANTA SEGUNDA	2095,3	103,24						23,6		189	3	473,56				
TOTAL VIVIENDA	14.902,40	57,12						303,37		1.824,69	27					3.372,21

4. CÁLCULO DE CIRCUITO HIDRÁULICO Y BOMBAS.

En este apartado se va a comprobar que la presión disponible en las bombas de calor elegidas es suficiente para vencer la pérdida de carga de circulación de agua por tuberías y emisores. La pérdida de carga se toma del ábaco incluido a continuación de fabricante de tuberías de polietileno.

4.1 PLANTA SÓTANO.

TRAMO	Qt (l/s)	D (mm)	v (m/s)	j (m.c.a/m)	L (m)	Le (m)	Let= L+ Le (m)	J= (Letxj) (m.c.a)
A Colector P.Sótano	0,267	32	0,7	0,011213	15	3,04	18,04	0,202
Cicruito multiusos 1	0,046	16	0,25	0,01	87,8667		87,866667	0,879

Pérdidas totales en tuberías	1,081 m.c.a
Pérdidas armario colector 10 salidas	0,130 m.c.a
Pérdidas en accesorio (30%)	0,324 m.c.a

Total necesario entrada	1,5352 m.c.a
-------------------------	--------------

4.2 PLANTA BAJA.

TRAMO	Qt (l/s)	D (mm)	v (m/s)	j (m.c.a/m)	L (m)	Le (m)	Let= L+ Le (m)	J= (Letxj) (m.c.a)
Montante	0,263	32	0,7	0,011213	8	3,04	11,04	0,124
A Colector P.Baja	0,263	32	0,7	0,011213	13	3,04	16,04	0,18
Circuito Cocina-Comedor	0,046	16	0,25	0,01	116,4		116,4	1,164

Pérdidas totales en tuberías	1,468 m.c.a
Pérdidas armario colector 10 salidas	0,250 m.c.a
Pérdidas en accesorio (30%)	0,440 m.c.a

Total necesario entrada	2,1579 m.c.a
-------------------------	--------------

4.3 PLANTA PRIMERA.

TRAMO	Qt (l/s)	D (mm)	v (m/s)	j (m.c.a/m)	L (m)	Le (m)	Let= L+ Le (m)	J= (Letxj) (m.c.a)
Montante	0,276	32	0,6	0,01681	16	3,04	19,04	0,2
A Colector P.1ª	0,276	32	0,6	0,01681	24	3,04	27,04	0,455
Circuito Distribuidor 2	0,052	16	0,25	0,01	115,44		115,438	1,154

Pérdidas totales en tuberías	1,929 m.c.a
Pérdidas armario colector 10 salidas	0,130 m.c.a
Pérdidas en accesorio (30%)	0,579 m.c.a

Total necesario entrada	2,6382 m.c.a
-------------------------	--------------

4.4 PLANTA SEGUNDA.

TRAMO	Qt (l/s)	D (mm)	v (m/s)	j (m.c.a/m)	L (m)	Le (m)	Let= L+ Le (m)	J= (Letxj) (m.c.a)
Montante	0,132	32	0,24	0,003139	24	3,04	27,04	0,085
A Colector P.2ª	0,132	32	0,24	0,003139	11,4	2,28	13,68	0,043
Circuito Dormitorio 6	0,053	16	0,25	0,01	106,86		106,86	1,069

Pérdidas totales en tuberías	1,196 m.c.a
Pérdidas armario colector 10 salidas	0,230 m.c.a
Pérdidas en accesorio (30%)	0,359 m.c.a

Total necesario entrada	1,7853 m.c.a
-------------------------	--------------

5. CÁLCULO DE VASOS DE EXPANSIÓN.

Para el cálculo del vaso de expansión se utilizará la fórmula siguiente:

$$V_{ve} = V_u / f_p$$

Donde,

- V_{ve} = Volumen en litros del vaso.
- $V_u = V \times f_d$
- V = Volumen de agua en la instalación, en litros.
- f_d = Factor de dilatación: 0,0121 (valor para una temperatura media de 50 °C).
- f_p = Factor de presión = $((P_f + 1) - (P_e + 1)) / (P_f + 1)$.
- P_f = Presión máxima del vaso kg/cm^2 .
- P_e = Presión estática de la red en kg/cm^2 .

Con estos valores se consigue el siguiente resultado:

		VOLUMEN (l) POR m.l	LONGITUD TUBERÍAS (m)	VOLÚMEN (l)
VOLÚMEN AGUA TUBERÍAS	20x1,9	0,2573		0
VOLÚMEN AGUA TUBERÍAS	16x1,8	0,1583	1680	266,06
VOLÚMEN AGUA TUBERÍAS	32x2,9	0,665	104	69,17
VOLÚMEN DEPÓSITO				0
				337,83

INCREMENTO	10%
VOLÚMEN INSTALACIÓN	

371,61

PRESIÓN FINAL	
PRESIÓN DE LA RED	

Pf	2,5
Pe	0,9
Pf+1	3,5
Pe+1	1,9
$((Pf+1)-(Pe+1))/(Pf+1)$	0,457

FACTOR DE PRESIÓN fp	
----------------------	--

Tª MEDIA (°C)	FACTOR DILATACIÓN (fd)
0	0
40	0,0079
50	0,0121
60	0,0171
70	0,0228
80	0,0296

Tª IDA (ti)	Tª RETORNO (tr)	Tª MEDIA (tm)	VOLÚMEN INSTALACIÓN (v)	FACTOR DILATACIÓN (fd)	VOLÚMEN AGUA (v)	FACTOR DE PRESIÓN (fp)	VOLÚMEN VASO (l)
45	35	40	371,6	0,0079	2,938	0,457	6,42

Por lo que elegimos un vaso de expansión de 12 litros.

6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

6.1 ESTUDIO DE LA INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS.

Para el cálculo del número de paneles a instalar en un terreno, las dos principales consideraciones a tener en cuenta son:

- **Orientación:** Siempre debe ser hacia el sur, ya que es la manera en la que el aprovechamiento anual de la radiación es máxima. En este caso no es necesario cálculo alguno, ya que la cubierta se presenta orientada completamente hacia el sur y por lo tanto los paneles seguirán
- **Inclinación:** Habrá que buscar la inclinación óptima para la captación de luz.

Una vez sabemos que la orientación será sur, ahora se realizará el cálculo de la inclinación idónea de los paneles, con el fin de optimizar la captación de luz.

En la figura siguiente podemos ver el recorrido que hace el sol con respecto la vivienda en un día cualquiera de Julio; y observar en que horas de luz los rayos solares inciden de una manera más perpendicular sobre el panel, permitiendo una mayor captación solar por parte de los paneles.

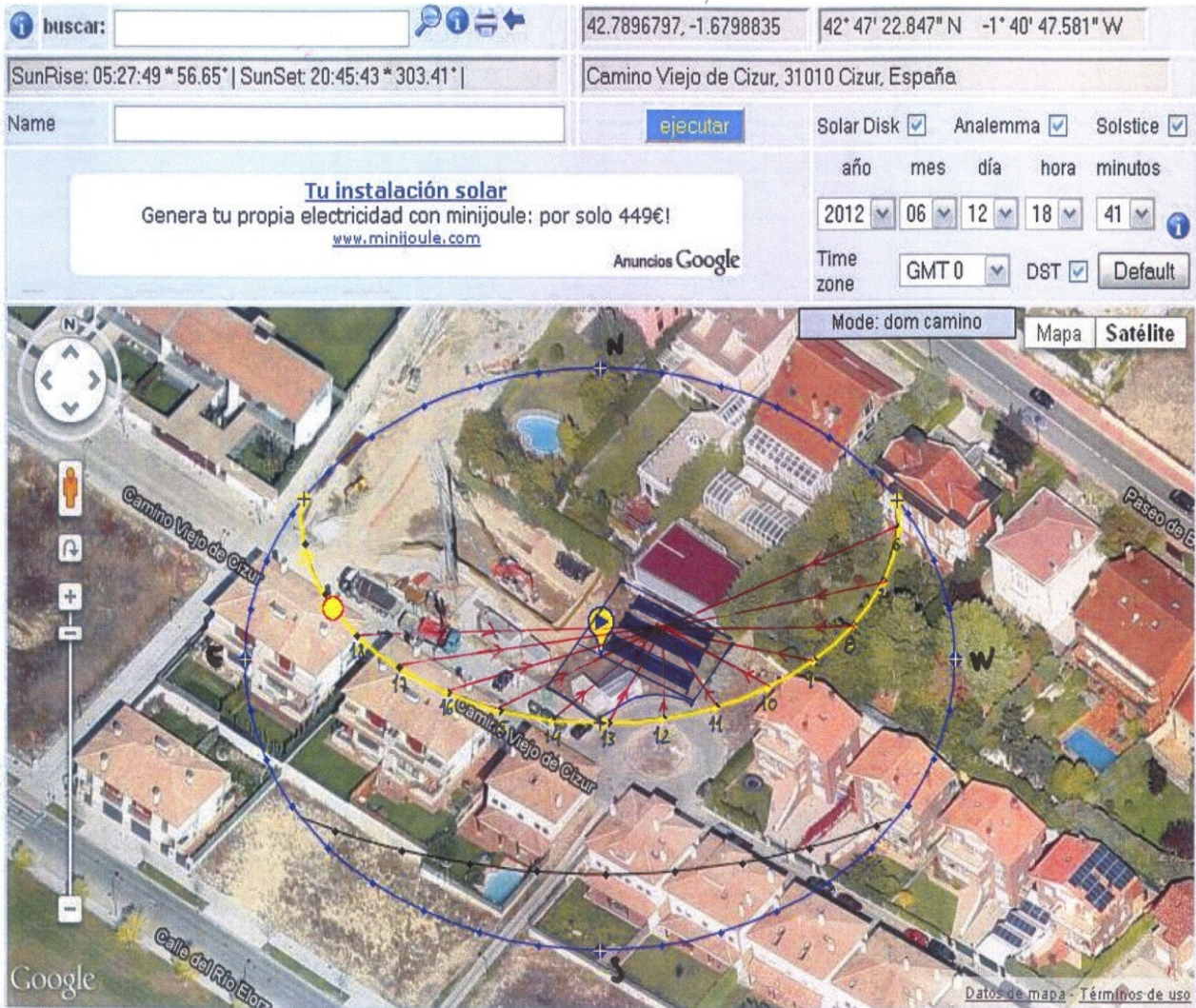


Figura 6.1.1 Recorrido del sol respecto de la vivienda.

Los primeros datos que necesitamos son las condiciones climáticas del lugar donde se encuentra la unifamiliar, para cada mes del año. Estos datos se encuentran en la siguiente tabla:

MESES	RADIACIÓN HORIZONTAL (MJ/m ² día)	INTENSIDAD ÚTIL SOBRE LA H (W/m ²)	Tª MEDIA AMBIENTE MEDIA DIARIA DURANTE HORAS DE SOL	Nº HORAS SOL
Enero	5	162	7	3,06
Febrero	7,4	215	7	4,32
Marzo	12,3	357	11	5,48
Abril	14,5	399	13	5,83
Mayo	17,1	469	16	6,9
Junio	18,9	519	20	8,6
Julio	20,5	564	22	9,74
Agosto	18,2	501	23	9,13
Septiembre	16,2	469	20	7,27
Octubre	10,2	297	15	5,16
Noviembre	6	197	10	3,6
Diciembre	4,5	157	8	2,7
ANUAL	150,8	358,8	14,3	71,79

Tabla 6.1.1 Valores tomados en la subestación meteorológica de Pamplona, año 2010.

En nuestro caso, la vivienda se encuentra en Cizur Menor, pero por tratarse de una localidad situada a menos de 5 km de la capital, Pamplona, tomaremos los valores de dicha ciudad como válidos para nuestra instalación.

Para hallar la inclinación idónea del panel, primero hay que saber el valor medio mensual de la radiación diaria sobre la superficie horizontal (kWh/m² día), definido como R₀. La tabla 6.1.2 muestra dichos valores:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pamplona	1,39	2,06	3,42	4,03	4,75	5,25	5,69	5,06	4,5	2,83	1,67	1,25

Tabla 6.1.2 Radiación media mensual sobre la H (kWh/m²día).

Aplicando al valor medio mensual de la radiación diaria sobre la superficie horizontal (R_0) un factor de corrección, variable en función del mes del año y en función del ángulo de inclinación que se elija para colocar las placas fotovoltaicas, se sabrá los valores medios mensuales de la radiación diaria sobre el panel fotovoltaico con diferentes ángulos de inclinación:

$$R_{\beta} = R_0 \times K_{\beta}$$

β : Ángulo de inclinación del panel fotovoltaico respecto a la horizontal.

R_{β} : Valor medio mensual de la radiación diaria sobre el panel fotovoltaico con un ángulo de inclinación β , en kWh/m² día.

K_{β} : Coeficiente corrector en función del ángulo de inclinación β .

En la siguiente tabla puede verse los diferentes valores del coeficiente corrector K_{β} para diferentes ángulos y separados mensualmente:

Inclinación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,04	1,07	1,11	1,16	1,19	1,18
20	1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,1	1,19	1,29	1,35	1,33
30	1,37	1,29	1,2	1,1	1,03	1	1,03	1,11	1,24	1,38	1,48	1,45
40	1,43	1,33	1,2	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54
50	1,46	1,33	1,17	1,02	0,91	0,87	0,91	1,03	1,23	1,46	1,61	1,58
60	1,45	1,3	1,12	0,94	0,81	0,76	0,81	0,95	1,17	1,44	1,62	1,59
70	1,41	1,23	1,03	0,83	0,69	0,64	0,69	0,84	1,09	1,38	1,58	1,56
80	1,33	1,14	0,92	0,7	0,55	0,49	0,55	0,71	0,97	1,28	1,51	1,49
90	1,22	1,02	0,78	0,56	0,4	0,34	0,39	0,56	0,83	1,16	1,39	1,38

Tabla 6.1.3 Factor de corrección K_{β} para superficie inclinada, para una latitud de 42°.

De esta manera se calcula el valor medio mensual de la radiación diaria sobre el panel fotovoltaico son diferentes ángulos, para observar cuál de ellos optimiza más la radiación solar. Ese será el ángulo de inclinación en el cual situaremos los paneles fotovoltaicos.

Partiendo de los datos anteriores, se ha calculado los valores medios mensuales de radiación solar diaria para diferentes ángulos.

Inclinación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1,39	2,06	3,42	4,03	4,75	5,25	5,69	5,06	4,5	2,83	1,67	1,25
10	1,5151	2,3072	3,7278	4,2718	4,94	5,4075	5,9176	5,4142	4,995	3,2828	1,9873	1,475
20	1,6124	2,5132	3,9672	4,3927	4,9875	5,4075	5,9745	5,566	5,355	3,6507	2,2545	1,6625
30	1,668	2,6574	4,104	4,433	4,8925	5,25	5,8607	5,6166	5,58	3,9054	2,4716	1,8125
40	1,668	2,7398	4,104	4,3121	4,655	4,9875	5,5762	5,5154	5,625	4,0752	2,6052	1,925
50	1,6263	2,7398	4,0014	4,1106	4,3225	4,5675	5,1779	5,2118	5,535	4,1318	2,6887	1,975
60	1,5568	2,678	3,8304	3,7882	3,8475	3,99	4,6089	4,807	5,265	4,0752	2,7054	1,9875
70	1,4317	2,5338	3,5226	3,3449	3,2775	3,36	3,9261	4,2504	4,905	3,9054	2,6386	1,95
80	1,2788	2,3484	3,1464	2,821	2,6125	2,5725	3,1295	3,5926	4,365	3,6224	2,5217	1,8625
90	1,0842	2,1012	2,6676	2,2568	1,9	1,785	2,2191	2,8336	3,735	3,2828	2,3213	1,725

Tabla 6.1.4. Valores medios mensuales de radiación solar diaria.

Realizando las medias anuales de radiación solar diaria ($R_{\beta, \text{anual}}$) para cada inclinación, nos queda la siguiente tabla:

GRADOS	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$R_{\beta, \text{anual}}$	3,491667	3,77011	3,9453	4,02098	3,98237	3,84069	3,59499	3,25383	2,82278	2,32597

Tabla 6.1.5 Media anual de la radiación solar diaria.

Una vez realizados los cálculos, se optará por instalar los paneles con una **inclinación de 30°**, por ser este ángulo el que más eficiencia nos ofrece.

6.2 DIMENSIONADO DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

6.2.1 Cálculos de las sombras producidas.

6.2.1.1 Sombras producidas por elementos exteriores.

No se tienen en cuenta dichas sombras debido a que no hay elementos físicos externos que produzcan sombras sobre los paneles o interfieran en la radiación solar. La vivienda se encuentra en una parcela libre y las viviendas colindantes, por normativa del ayuntamiento de la propia localidad, son de la misma altura.

6.2.1.2 Sombras producidas por los propios paneles.

Tampoco se tienen en cuenta dichas sombras ya que, los paneles no van armados a una estructura portante sino que se colocan acoplados directamente sobre la cubierta de la vivienda unifamiliar, debido a que la cubierta se encuentra a una inclinación de 30°, óptima para la captación de radiación solar.

6.2.2 Cálculo de la estructura portante de las placas fotovoltaicas.

Como se acaba de mencionar no se tiene en cuenta dicho cálculo porque la instalación carece de estas estructuras portantes, ya que al tratarse de una vivienda en proceso de construcción se ha decidido modificar sobre plano el ángulo de la cubierta de 15° a 30°, con el objetivo de reducir costes y de facilitar el montaje de la instalación, así como una posibilidad rápida de adaptación a las nuevas tendencias tecnológicas referentes a módulos fotovoltaicos. Se puede ver dicho cambio en los planos adjuntos, y se observa cómo no modifica en nada la estructura interna de la vivienda.

6.2.3 Cálculo del número de placas fotovoltaicas.

Para determinar el número de paneles fotovoltaicos que componen la instalación, se debe tener en cuenta la limitación de potencia máxima impuesta.

Esta limitación de 7,92 kW, como se explica en la memoria, viene dada debido a las limitaciones técnicas del inversor, cuyo rango de potencia de trabajo viene dada de 6,3 kW a 8 kW.

De esta manera y con los paneles escogidos UL IS-150/12 de ISOFOFÓN de 150 Wp.

Así pues, se opta por colocar 45 módulos fotovoltaicos sobre la cubierta.

$$45 \times \text{módulos} \times 150 \text{ W} = 6750 \text{ W.}$$

Esta potencia es suficiente para soportar la demanda energética de la vivienda en la mayoría de los meses. Los meses críticos se abastecerán por medio de los paneles y del almacenamiento energético, pudiendo llegar si todos los equipos funcionarán al 100% y sin pérdidas a los 8 kW de potencia.

El siguiente problema a abordar es si ese número entra en la superficie útil de la cubierta, procedemos a los cálculos:

La superficie donde se va a colocar la instalación cuenta con 162,24 m², y cada módulo cuenta con 1,256 m² de superficie.

A la superficie le aplicamos un 20% de reducción debido a la posibilidad de existencias de canalones y bajantes, a la normativa vigente y a consideraciones estéticas, por lo que queda una superficie útil de 129,8 m².

$$1,256 \text{ m}^2 \times 45 \text{ módulos} = 56,25 \text{ m}^2$$

Aplicando un coeficiente de aumento del 10% debido a posibles dilataciones de los materiales nos quedaría una superficie debida a las placas fotovoltaicas de 61,87 m².

$$\text{Por lo que;} \quad 56,25 \text{ m}^2 < 162,24 \text{ m}^2.$$

La vivienda ofrece superficie suficiente para la colocación del número de módulos deseado.

Para la disposición final de los paneles sobre el tejado, se piensa en dividir los 45 módulos en grupos lo más equilibrados posibles, atendiendo a motivos estéticos y reduciendo el impacto visual de la instalación.

Así pues, y tal como se ve en el apartado Planos se dividen en tres grupos de 15 paneles cada uno recorriendo todo el largo de la cubierta.

Los paneles tienen como dimensiones (0,79x1,59 m) en posición vertical, y la cubierta (16,9x9,6 m), por lo que:

$15 \times 0,79 = 11,85$ m, aplicando el 10% por dilatación, el resultado es de 13,03 m.

Aplicando a la longitud de la cubierta el 20 % referente a normativa, queda una longitud de 13,52m.

$$13,03 \text{ m} < 13,52 \text{ m}.$$

Por lo que se concluye que si se pueden poner filas de 15 módulos.

Realizando el mismo cálculo con la largura de la cubierta y de los paneles queda que:

$$3 \times 1,59 = 4,77\text{m}, \text{ aplicando el aumento del } 10\% = 5,24 \text{ m}.$$

$$9,6 \text{ m aplicando la reducción del } 20\% = 7,68 \text{ m}.$$

$$5,24 \text{ m} < 7,68\text{m}.$$

Por lo que se concluye que se puede poner en la cubierta 3 filas de 15 módulos cada una, tal y como se puede observar en el apartado Planos.

6.3 DIMENSIONADO DEL REGULADOR.

El regulador de carga MPS 80 de 240 V de la casa EASTECH SOLAR S.A.U. elegido tiene una potencia nominal según sus especificaciones técnicas de:

$$W = I \times V = 40 \text{ A} \times 240 \text{ V} = 9600 \text{ W}$$

Como la potencia máxima de nuestra instalación fotovoltaica es de 6750 W, un solo regulador de carga será válido para sostener la potencia de la instalación.

Teniendo en cuenta que la potencia pico de cada módulo fotovoltaico es de 150 Wp, se puede concluir que:

$$9600 \text{ W} / 150 \text{ Wp} = 64.$$

El regulador es capaz de soportar la potencia de hasta 64 captadores.

De esta forma el regulador puede estar conectado correctamente a los 45 paneles y soportar la potencia de ellos.

Además dichos paneles no pueden estar conectados en serie o en paralelo de tal forma que cuya tensión de salida sea mayor de 240 V, que es la máxima tensión de entrada de los reguladores.

Esto se explica más adelante con la configuración serie-paralelo de los módulos.

6.4 DIMENSIONADO DEL ACUMULADORENERGÉTICO.

Para el dimensionado del acumulador energético, se tienen en cuenta tres factores:

- Días de autonomía: Capacidad de trabajo en días, en los que la instalación puede estar trabajando con reducido consumo sin obtener captación solar.
- Déficit de consumo y captación en meses críticos: La instalación deberá ser lo suficientemente grande como para almacenar la máxima energía en los meses en donde la captación por los paneles sea mucho mayor al consumo, para sí afrontar el siguiente mes lo más cargadas posibles, hasta llegar a los meses en los que el consumo sea mayor que la captación.
- Efecto día-noche: Cada día las baterías tendrán que poder almacenar la suficiente cantidad de energía para poder cubrir las necesidades en las horas de no luz.

Para llevar a cabo el dimensionado del acumulador energético, baterías de Litio, referente a los días de autonomía, es necesario tener en cuenta la cantidad de Wh/día de consumo energético. Para ello, utilizaremos la siguiente expresión:

$$L(Wh) = \frac{Lcc}{\eta g} + \frac{Lca}{\eta g \times \eta inv}$$

Dónde:

- L (Wh): Consumo energético día.
- Lcc: Consumo energético del circuito de corriente continua.
- Lca: Consumo energético del circuito en corriente alterna.

- η_g : Eficiencia de carga de la batería.
- η_{inv} : Eficiencia inversor.

De esta manera y sabiendo que el consumo estimado es de 16,511 kWh/ día, teniendo en cuenta la siguiente tabla de consumos de la vivienda:

MODELO	UD	POTENCIA (W)	POTENCIA ESTIMADA (W)	USO DIARIO (H)	CONSUMO TEÓRICO (kWh)	CONSUMO REAL ESTIMADO (kWh)*
Cocina	1	4000	2800	1	4	2,8
Horno	1	2000	1400	0,5	1	0,7
Microondas	1	900	630	0,05	0,045	0,0315
Lavadora	1	2200	1540	0,5	1,1	0,77
Secadora	1	2500	1750	0,25	0,625	0,4375
Lavavajillas	1	2150	1505	0,25	0,5375	0,37625
Frigorífico	1	90	45	24	2,16	1,08
Congelador	1	100	70	24	2,4	1,68
TV 22"	4	28	19,6	1	0,112	0,0448
TV 42"	1	84	58,8	4	0,336	0,2352
Computadora	3	200	140	2	1,2	0,84
Otros	1	1750	1225	0,25	0,4375	0,30625
Puerta Motorizada	1	500	350	0,05	0,025	0,0175
Bomba Calor	1	4000	2800	0,25	1	0,7
Bomba Pozo	1	300	210	0,25	0,075	0,0525
Bomba suelo radiante	4	200	140	0,25	0,2	0,14
Alumbrado bajo consumo	1	1500	1050	6	9	6,3
TOTAL		22502	15751,4		24,253	16,5115

Tabla 6.4.1 Datos de consumo medio estimado de los aparatos eléctricos de una vivienda.

Así pues, procedemos al cálculo:

$$L(Wh) = 0 + \frac{16511}{0,99 \times 0,96} = 17372,68 Wh$$

- 0, debido a que no hay suministro energético en corriente continua.

Pasamos de Wh a Ah, para poder dimensionar los consumos.

$$L(Ah) = \frac{17372,68}{48} = 361,93 Ah$$

- 48 V, voltaje nominal de cada batería.

Para determinar finalmente el tamaño de la instalación de las baterías utilizamos la siguiente expresión:

$$Cb = \frac{L(Ah) \times N}{Pd \times PDmax}$$

Donde;

- Cb: Capacidad total de la instalación de baterías.
- L (Ah): Consumo energético en Ah.
- N: Días de autonomía.
- Pd: Pérdidas en cable.
- PDmáx: Máxima profundidad de descarga de las baterías.

Así;

$$Cb = \frac{361,93 \times 4}{0,85 \times 0,95} = 1792,84 Ah$$

Teniendo en cuenta que cada batería tiene una capacidad de carga de 45 Ah, se necesitan:

$$1792,84 Ah / 45Ah = 39,8 = 40 \text{ Baterías.}$$

Con 40 baterías nuestra instalación estaría dimensionada correctamente para una autonomía de 4 días sin generación solar. Pero no sería suficiente para suplir el déficit de los meses críticos con escasa radiación solar, véase Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero.

Para ello, se hace una estimación teniendo en cuenta el consumo energético estimado mensualmente y la captación solar recogida por los paneles fotovoltaicos.

En la siguiente tabla, se observan estos datos:

MESES	CAPTACIÓN RADIACIÓN PANELES (kWh)	CONSUMO ESTIMADO MES CUALQUIERA (kWh)	DEMANDA SOBRE LAS BATERIAS
Enero	471	495,345	-24,345
Febrero	697,08	495,345	201,735
Marzo	1158,66	495,345	663,315
Abril	1365,9	495,345	870,555
Mayo	1610,82	495,345	1115,475
Junio	1780,38	495,345	1285,035
Julio	1931,1	495,345	1435,755
Agosto	1714,44	495,345	1219,095
Septiembre	1526,04	495,345	1030,695
Octubre	960,84	495,345	465,495
Noviembre	565,2	495,345	69,855
Diciembre	423,9	495,345	-71,445

Tabla 6.4.2 Distribución mensual de la energía captada y almacenada.

Como aquí se indica, los meses problemáticos en los cuales vamos a necesitar la energía almacenada en las baterías son Enero y Diciembre.

Para que la instalación con 40 baterías quedara perfectamente dimensionada, la suma de las cargas en las baterías con la captación solar de los paneles en Enero y en Diciembre, tiene que ser mayor a la demanda de dichos meses, que como se ve es negativa.

Veamos cómo quedaría el dimensionado para una instalación de 40 baterías.

Cada batería tiene una capacidad energética de 2,2 kWh, por lo que la capacidad total de la instalación será:

$$40 \times 2,2 = 88 \text{ kWh.}$$

Estos 88 kWh es la máxima energía que puede almacenar nuestra instalación; pero teniendo en cuenta la eficiencia de las baterías que es de un 96% y aplicando un factor de seguridad de un 2%, se estima que la mayor carga que podrá almacenar nuestra instalación será de 85 kWh.

Ahora, vamos a proceder al cálculo para verificar si con este número de baterías se puede suplir el déficit entre generación y consumo:

- En primer lugar, empezamos el estudio de nuestra instalación en Junio, un mes en el cual generación de energía va a ser mayor que el consumo estimado, y por lo tanto las baterías van a estar cargadas al máximo (81 kWh).
- El siguiente paso, se basa en determinar que el mes siguiente, en este caso Julio, comenzará con las baterías cargadas al nivel máximo del mes anterior, en este caso al 100%, porque en Junio la generación es mucho mayor al consumo.
- El último factor a tener en cuenta, trata sobre asegurar el efecto día-noche, de los días del mes, en las baterías. Para ello, el nivel de carga de la instalación siempre tiene que ser mayor al consumo estimado que se produce a lo largo de un día aplicándose un 4 % como factor de seguridad.

Así pues, veamos una tabla que muestra estos datos para una instalación de 40 baterías de Li-ion:

CARGA DE ENERGÍA TEÓRICA	CARGA DE ENERGÍA TOTAL
-10,795	-10,795
190,94	85
748,315	85
955,555	85
1200,475	85
1370,035	85
1520,755	85
1304,095	85
1115,695	85
550,495	85
154,855	85
13,555	13,55

Tabla 6.4.3 Carga energética de 40 baterías a lo largo de un año.

Como se puede ver en la tabla, en Enero la carga de energía será negativa, es decir, no la instalación no es capaz de almacenar la energía suficiente a lo largo del mes anterior como para hacer frente a este mes, y en Diciembre, la energía almacenada no es lo suficiente elevada como para cubrir el efecto día-noche, ya que, es menor que el consumo diario.

Para solucionar este problema, se tiene que aumentar el número de baterías en la instalación y con ello aumentar la capacidad de almacenamiento energético.

De esta forma, se opta por instalar 55 baterías, por motivos referidos a la configuración serie-paralelo de las baterías y al montaje completo de toda la instalación eléctrica, cómo se explicará más adelante, en el apartado referente a montaje de la instalación eléctrica.

Con 55 baterías la energía máxima que puede almacenar nuestra instalación es:

$$55 \times 2,2 = 123,2 \text{ kWh}$$

Aplicando los factores antes comentados, 96% de eficiencia y 2% como factor de seguridad la carga máxima estimada es de 118 kWh

Vemos como queda la tabla ahora con 55 baterías en la instalación:

CARGA DE ENERGÍA TEÓRICA	CARGA DE ENERGÍA REAL
22,21	22,21
223,945	118
781,315	118
988,555	118
1233,475	118
1403,035	118
1553,755	118
1337,095	118
1148,695	118
583,495	118
187,855	118
46,555	46,555

Tabla 6.4.4 Carga energética de 55 baterías a lo largo de un año.

Con este número de baterías se observa que, tanto en Diciembre como en Enero se supe el déficit marcado por el mayor consumo sobre la captación y se cubre el efecto día-noche, ya que, 22,21 kWh es mayor al consumo diario estimado 16,51 kWh.

Se adjuntan dos gráficas, para representar más claramente lo indicado en tablas:

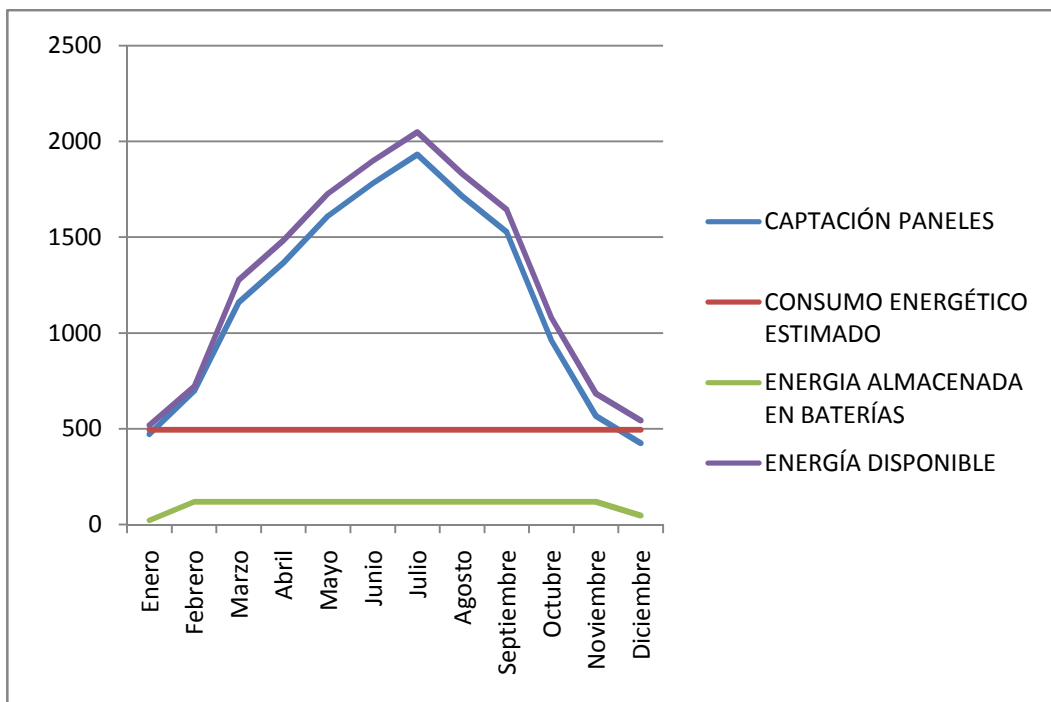


Gráfico 6.4.1 Muestreo energético mensual de la instalación.

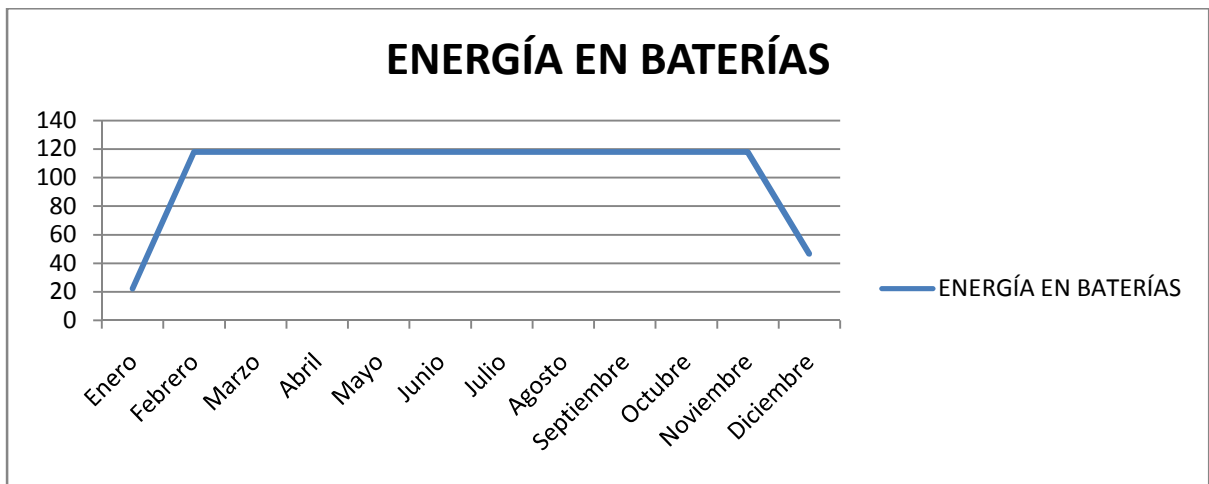


Gráfico 6.4.2 Recorrido mensual del almacenamiento energético en las baterías.

6.5 DIMENSIONADO DEL INVERSOR.

Para determinar qué tipo de inversor se va utilizar en nuestra instalación es necesario conocer la potencia que se va necesitar para asegurarse de que nuestro inversor pueda soportarla.

Como ya se ha dicho anteriormente la potencia de nuestra instalación es de 6750 W, y sabiendo que:

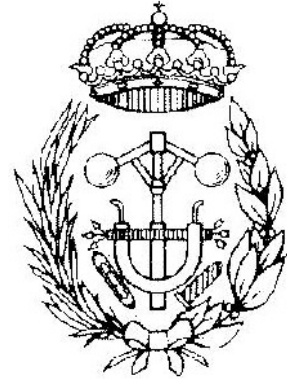
$$P_{nom,inv} > 80\% P_{nom, gen}$$

$$P_{nom, gen} = 45 \times 150 \text{ W} = 6750 \text{ W.}$$

$$P_{nom,inv} = 80\% \times 6750 = 5400 \text{ W.}$$

De esta forma, un inversor de potencia nominal 6 kW, se adapta perfectamente a nuestra instalación.

Sus características y especificaciones técnicas se explican en la Memoria.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN.

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO.

Título del proyecto:

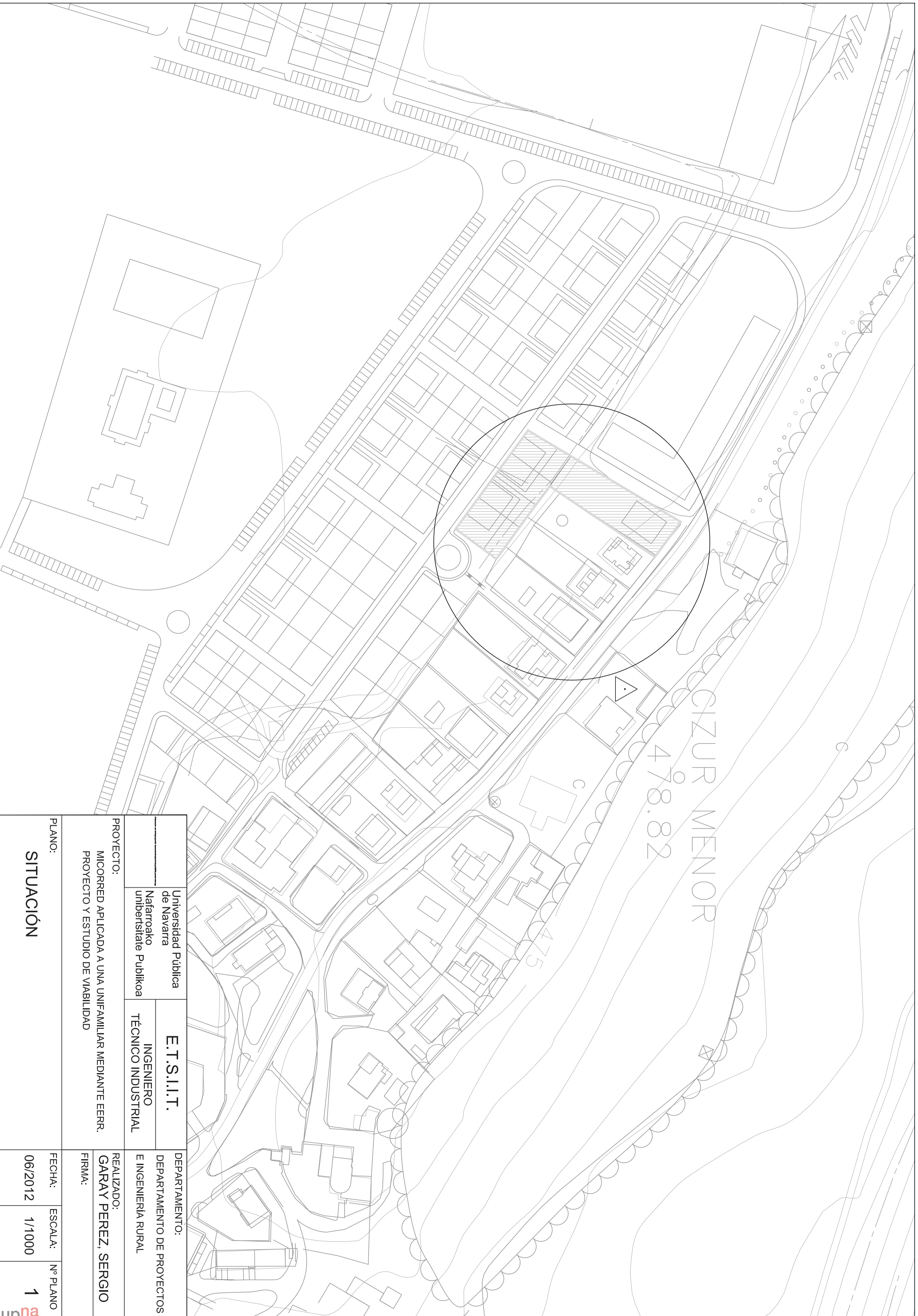
MICRORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR
MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE
VIABILIDAD.

3- PLANOS.

Sergio Garay Pérez.

Tutor: Jorge Odériz.

Pamplona, 22 de Junio de 2012.



PROYECTO:	Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	Nafarroako unibertsitate Publikoa		
MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD		E INGENIERIA RURAL	
REALIZADO:		FIRMA:	
GARAY PEREZ, SERGIO			
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO
SITUACIÓN	06/2012	1/1000	1



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA Nafarroako unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL
PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD		FIRMA:

PLANO: SITUACIÓN	FECHA: 06/2012	ESCALA: 1/250	Nº PLANO 2
----------------------------	-------------------	------------------	----------------------



SUPERFICIE PARCELA M-20.1: 359,92 M2
V. UNIFAMILIAR ADOSADA M-20.1

CUADRO SUPERFICIES	SUP.UTIL	S.CONSTRUIDA
P. SOTANO		
MULTIUSOS 1	51,28 M2	
DISTRIBUIDOR 1	5,89 M2	
ESCALERAS PS-PB	5,17 M2	
BAÑO 1	5,75 M2	
C. LAVADORA-PLANCHA	8,51 M2	
ROPERO	5,18 M2	
TRASTERO Y VEST. C.INST.	9,69 M2	
C. INSTALACIONES	7,34 M2	
DORMITORIO 1	9,48 M2	
BAÑO 2	2,67 M2	
PATIO	(11,84 M2)	
TOTAL P. SOTANO	110,96 M2	135,08 M2



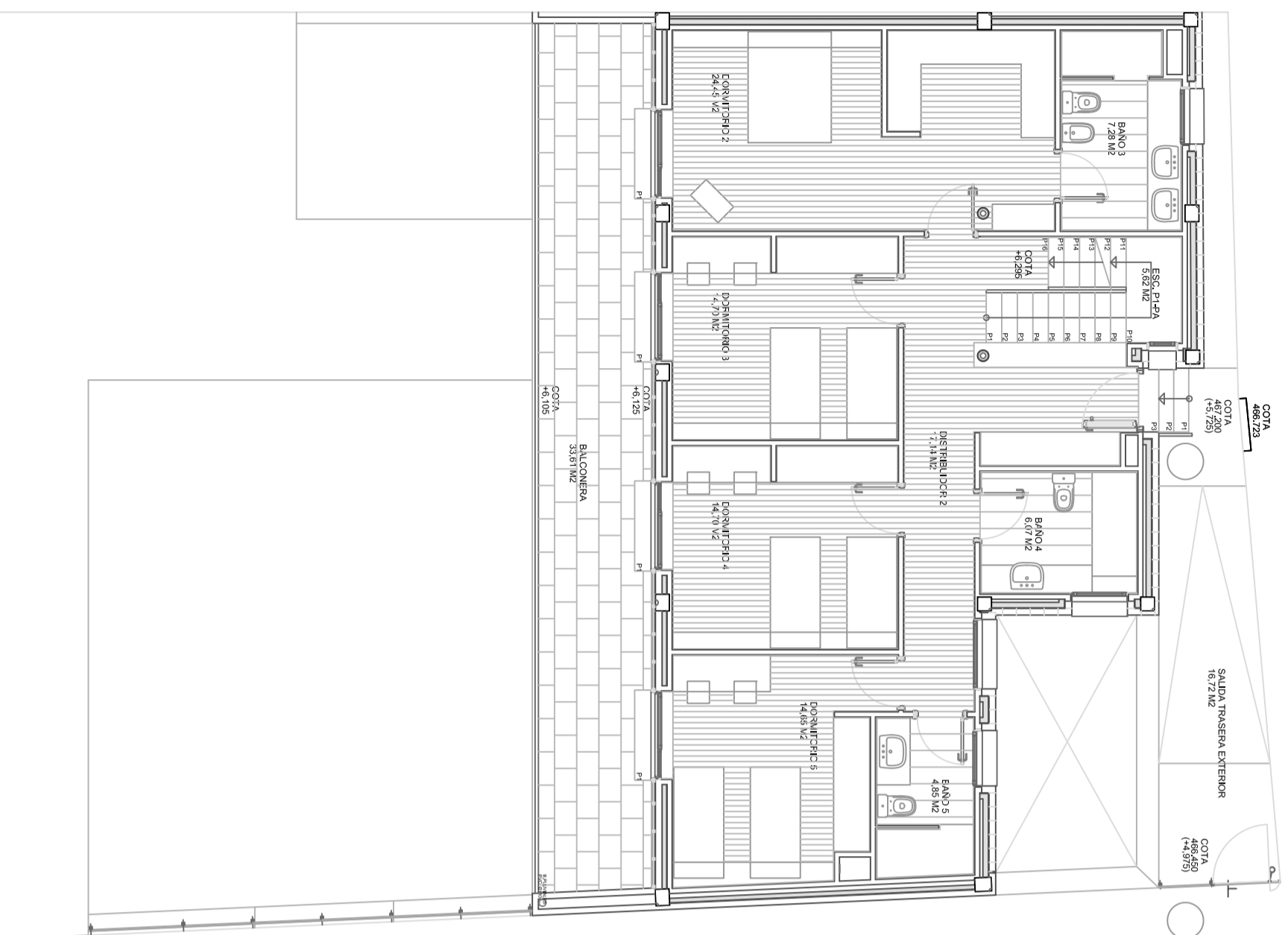
SUPERFICIE PARCELA M-20.1: 359,92 M2
V. UNIFAMILIAR ADOSADA M-20.1

CUADRO SUPERFICIES	SUP.UTIL	S.CONSTRUIDA
P. BAJA		
VESTIBULO	11,88 M2	
SALA ESTAR-COMEDOR	47,20 M2	
MULTIUSOS 2	16,03 M2	
COCINA-COMEDOR	31,17 M2	
ASEO	2,33 M2	
ESCALERAS PB-P1	5,43 M2	
CUBIERTO EXTERIORES	(100,03 M2)	
TOTAL P. BAJA	114,04 M2	136,55 M2

Universidad Pública de Navarra Nafarroako unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
		REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO FIRMA:

PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD	REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO FIRMA:
---	--

PLANO: DISTRIBUCIÓN P. SOTÁNO Y P.BAJA	FECHA: 06/2012	ESCALA: 1/100	Nº PLANO 3
--	-------------------	------------------	----------------------



SUPERFICIE PARCELA M-20.1: 359,92 M²
V. UNIFAMILIAR ADOSADA M-20.1

CUADRO SUPERFICIES	SUP.UTIL	S.CONSTRUIDA
P. PRIMERA		
DISTRIBUIDOR 2	17,14 M ²	
DORMITORIO 2	24,45 M ²	
BAÑO 3	7,28 M ²	
DORMITORIO 3	14,70 M ²	
DORMITORIO 4	14,70 M ²	
DORMITORIO 5	14,65 M ²	
BAÑO 4	6,07 M ²	
BAÑO 5	4,85 M ²	
ESCALERAS P1-P4	5,62 M ²	
BALCONERA	(33,61 M ²)	
SALIDA TRASERA EXT.	(16,72 M ²)	
TOTAL P. PRIMERA	109,46 M ²	135,35 M ²



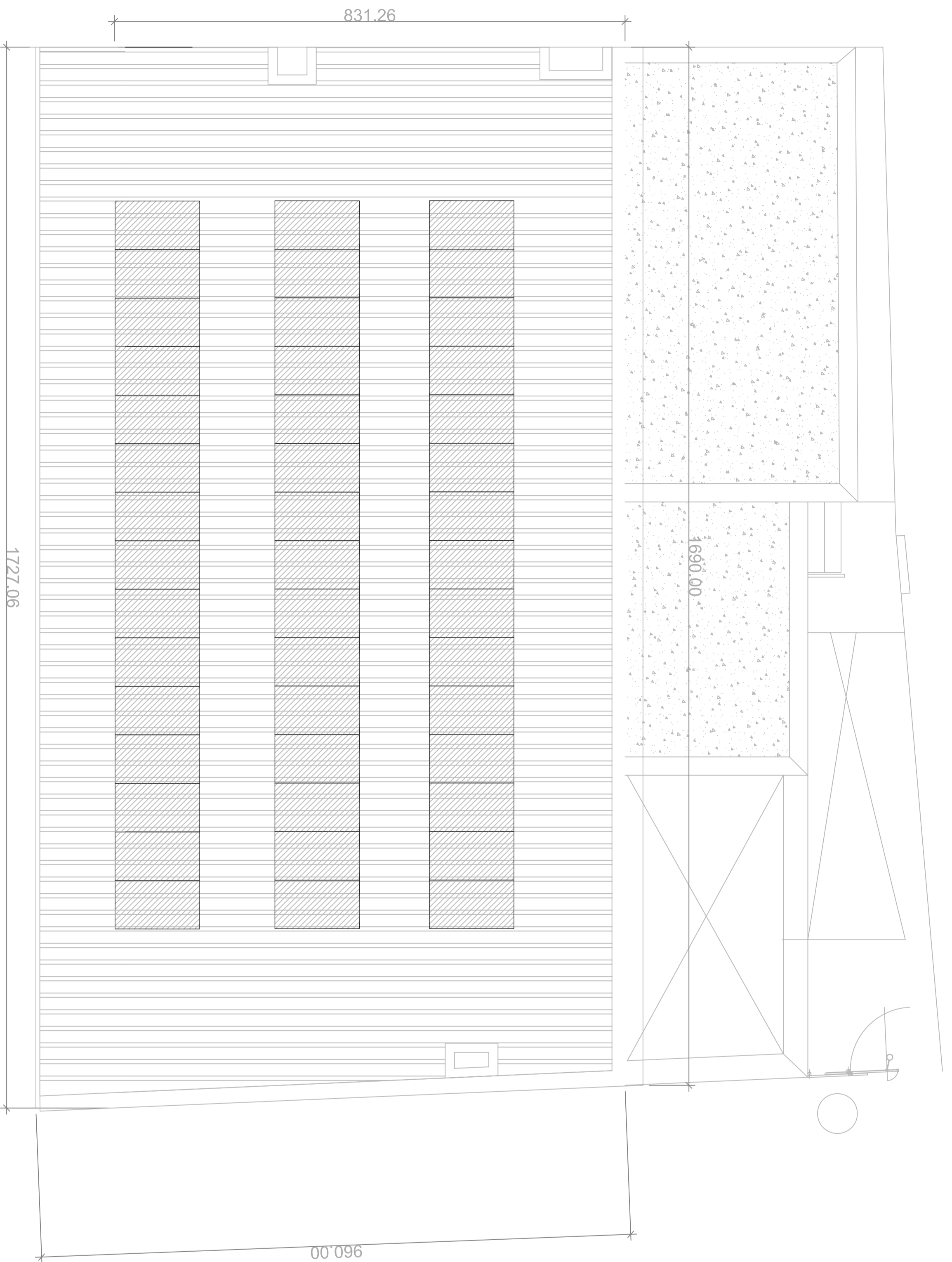
SUPERFICIE PARCELA M-20.1: 359,92 M²
V. UNIFAMILIAR ADOSADA M-20.1

CUADRO SUPERFICIES	SUP.UTIL	S.CONSTRUIDA
P. ÁTICO		
DISTRIBUIDOR 3	5,10 M ²	
DORMITORIO 6	15,80 M ²	
BAÑO 6	12,26 M ²	
TERRAZA	(64,07 M ²)	
TOTAL P. ÁTICO	33,16 M ²	48,30 M ²

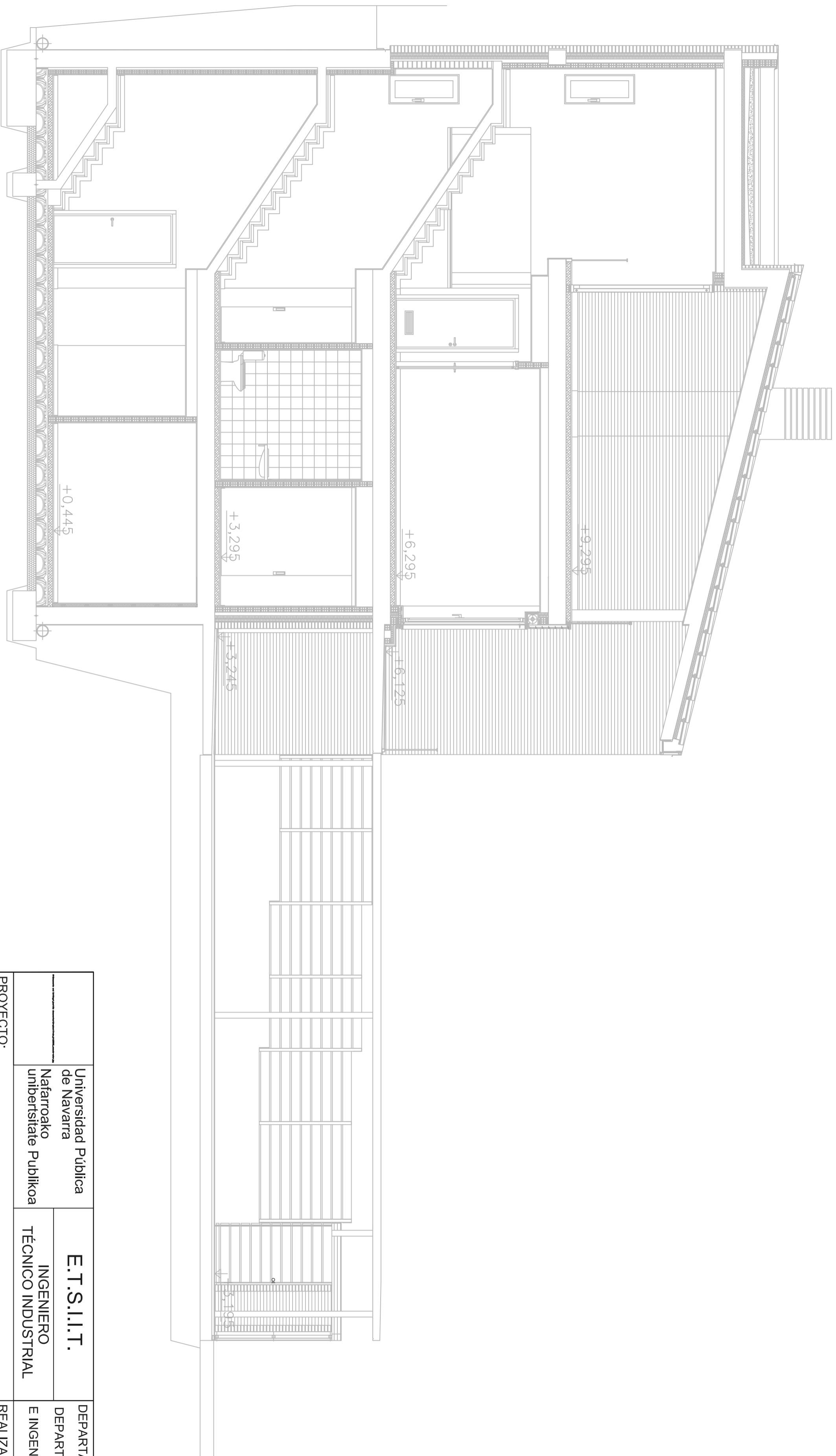
TOTAL VIVIENDA 397,62 M² 453,28 M² 318,20 M²
S.EDIFICABLE
* SIN COMPUTAR SOTANO, A EFECTOS DE EDIFICABILIDAD

PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD	Universidad Pública de Navarra Nafarroako unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
	REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO FIRMA:		

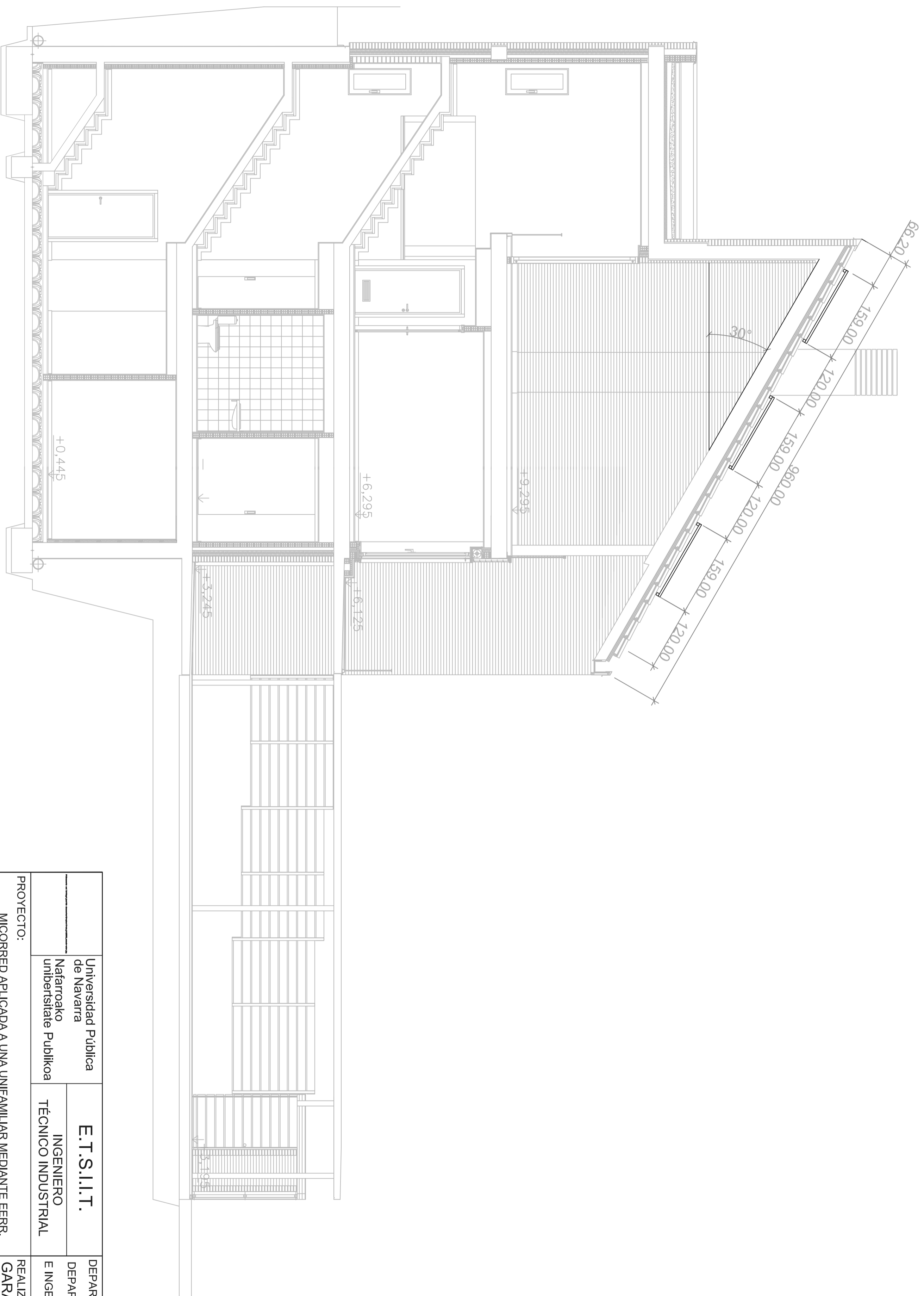
PLANO: DISTRIBUCIÓN P. PRIMERA Y P. ÁTICO	FECHA: 06/2012	ESCALA: 1/100	Nº PLANO 4
---	--------------------------	-------------------------	----------------------



Universidad Pública de Navarra Nafarroako unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL	
PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD		REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO		FIRMA:	
PLANO: CUBIERTA. DISTRIBUCIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS.		FECHA: 06/2012	ESCALA: 1/50	Nº PLANO 5	

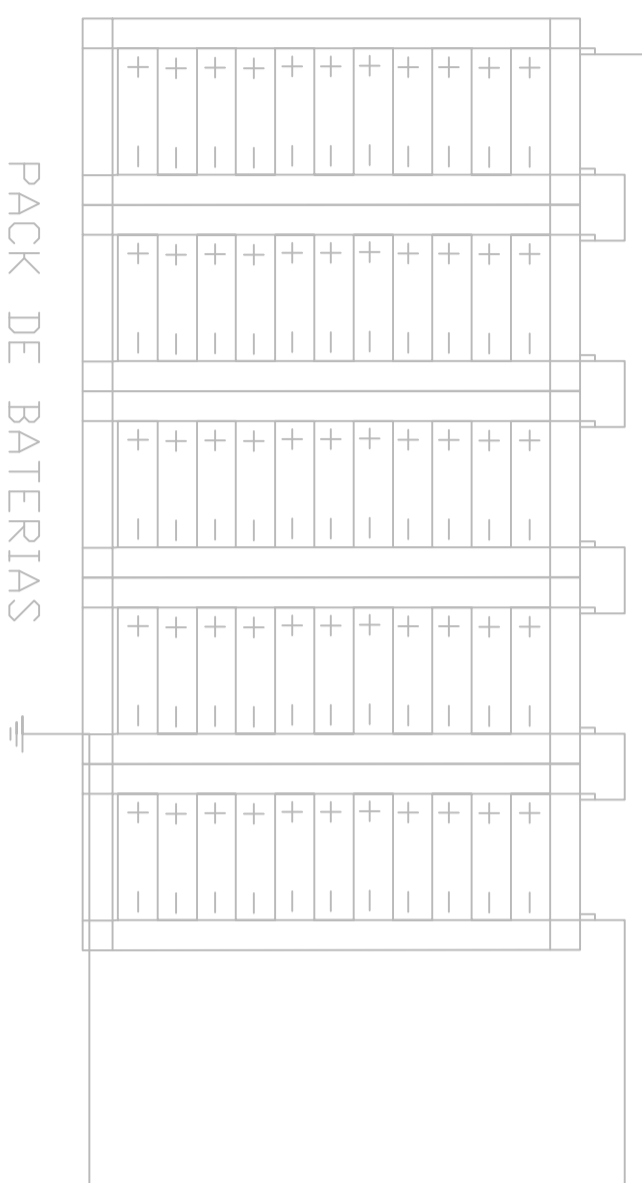
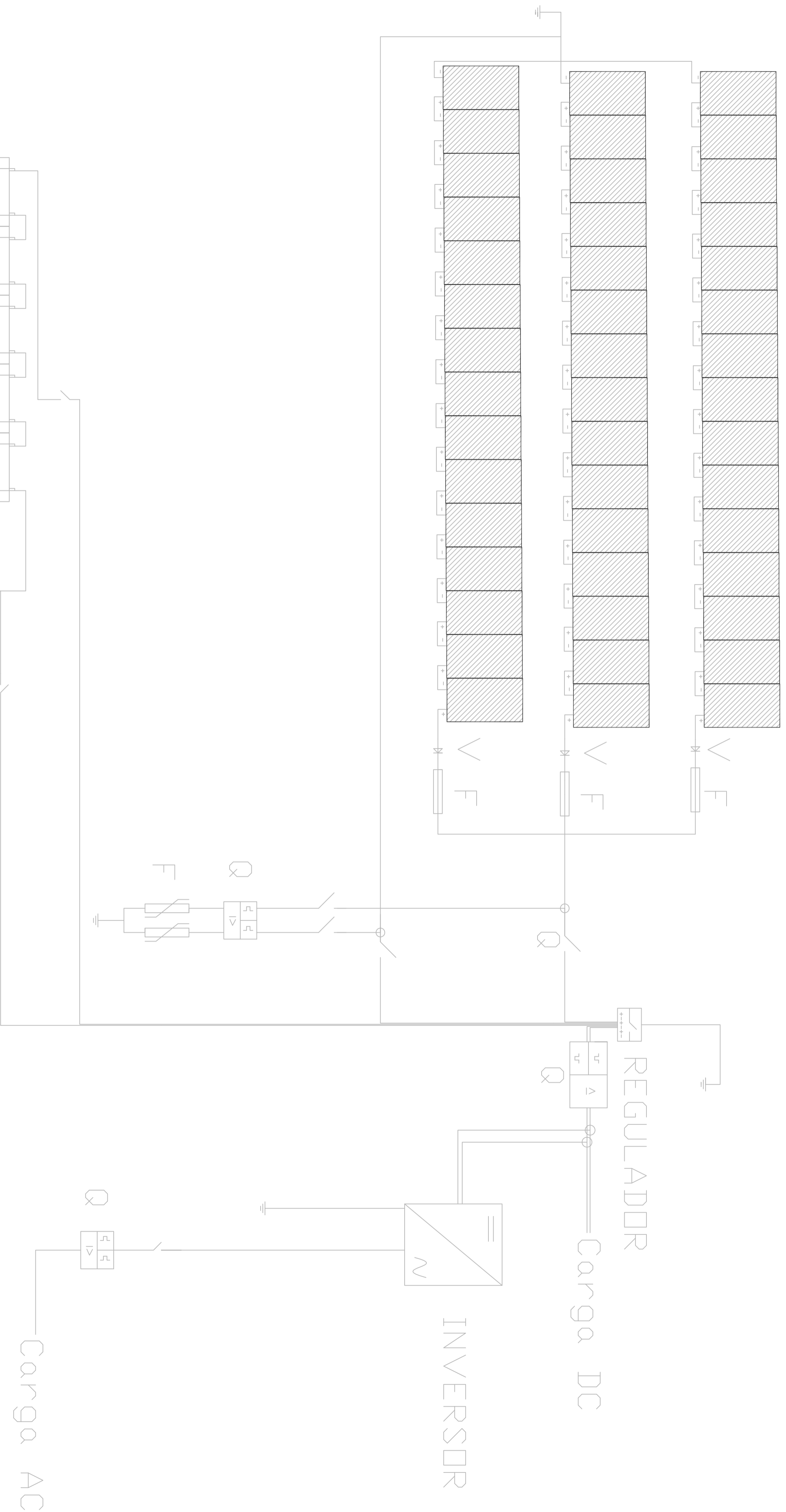


PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD	Universidad Pública de Navarra Nafarroako unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL
	REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO		FIRMA:
PLANO: SECCIÓN SIN MODIFICAR	FECHA: 06/2012	ESCALA: 1/50	Nº PLANO 6



Universidad Pública de Navarra Nafarroako unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL	
PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD				REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO	
PLANO: SECCIÓN MODIFICADA				FIRMA:	FECHA: 06/2012
				ESCALA: 1/50	Nº PLANO: 7

GENERADORES FOTOVOLTAICOS

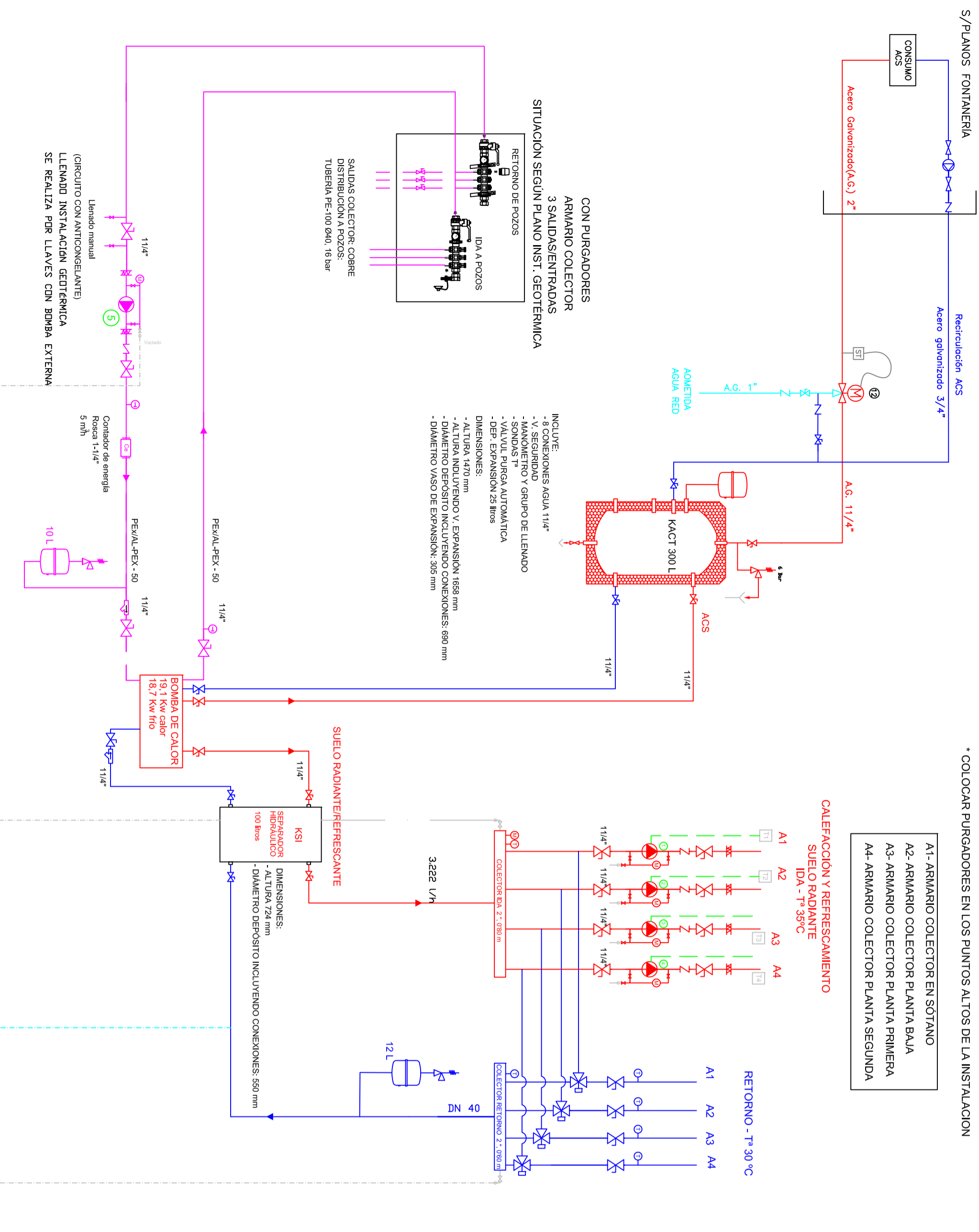


Universidad Pública de Navarra Nafarroako unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL	
PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD		REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO		FIRMA:	
PLANO: ESQUEMA INSTALACIÓN ELÉCTRICA		FECHA: 06/2012	ESCALA: 1/50	Nº PLANO 8	

ESQUEMA HIDRÁULICO VIVIENDA

REGULACIÓN SEGUN PRESUPUESTO: MRC50

S/PLANOS FONTANERIA



* COLOCAR PURGADORES EN LOS PUNTOS ALTOS DE LA INSTALACION

- A1- ARMARIO COLECTOR EN SOTANO
- A2- ARMARIO COLECTOR PLANTA BAJA
- A3- ARMARIO COLECTOR PLANTA PRIMERA
- A4- ARMARIO COLECTOR PLANTA SEGUNDA

CALEFACCION Y REFRESCAMIENTO
SUELO RADIANTE
IDA - Tº 35ºC

RETORNO - Tº 30 ºC

<p>BOMBA DE CALOR AGUA/AGUA GEOTERMICA BOMBA DE CALOR REFRIGERANTE R407C MOD. INVERNO, CONDICIONES NOMINALES: - POTENCIA TECNICA 191 kW - COP 3,24 - CONDENSADOR CIRCUITO A SUELO RADIANTE: - SALIDA AGUA 35ºC - ENTRADA AGUA 18ºC - VALVULA DE SEGURIDAD 2 LITROS - Incluye bomba con presión del 32,4 MPa - EVAPORADOR CIRCUITO POZO GEOTERMICO: - SALIDA AGUA 5ºC - ENTRADA AGUA 18ºC - CALIDA 4270 l/h - Incluye bomba con presión del 30 MPa - MOD. VERANO, CONDICIONES NOMINALES: - POTENCIA TECNICA 187 kW - COP 4,29 - EVAPORADOR CIRCUITO REFRIGERAMIENTO SUELO RADIANTE: - SALIDA AGUA 18ºC - ENTRADA AGUA 5ºC - VALVULA DE SEGURIDAD 4 LITROS, 3 bar - Incluye bomba con presión del 31 MPa - MOD. VERANO, CONDICIONES NOMINALES: - POTENCIA TECNICA 12 kW - COP 4,29 - EVAPORADOR CIRCUITO POZO GEOTERMICO: - SALIDA AGUA 5ºC - ENTRADA AGUA 18ºC - VALVULA DE SEGURIDAD 2 LITROS - Incluye bomba con presión del 31 MPa - INCLUYE LOS VASOS DE EXPANSION Y PZOS GEOTERMICO - CIRCUITOS SUELO RADIANTE Y POZOS GEOTERMICO DIMENSIONES BOMBA DE CALOR: - ANCHURA 650 mm - ALTURA 1020 mm - PESO 190 kg</p>	<p>CALEDERA DE CONDENSACION VEISSMANN THERMO CONDENS VTC-25 A V. POTENCIA TECNICA 25 kW INCLUYE: - ELECTROVALVULA - VASO DE EXPANSION EN LITROS - VALVULA DE SEGURIDAD V. DE LLENADO Y V. VACIADO - SINDA EXTERIOR - TERMOSTATO DE SEGURIDAD LIMITADOR DE Tº PARA SUELO RADIANTE</p>	<p>BOMBAS CIRCULACION BOMBA CIRCUITO SUELO RADIANTE A1 PLANTA SOTANO BOMBA SIMPLE ROTOR HOMEDO MOD. SP 25/A-8 (geométrica, 2150 rpm) CONEXION VELOCIDAD 2 0,86 m³/h² - 1,5 mca. Conexión Rosca R 1/2 G 11/2" PN-10</p>
<p>VALVULA DE SEGURIDAD 3 VAS VALVULA DE SEGURIDAD 3 VAS CON CABLEZAL DIGITAL 3 P VALVULA 3 VAS ROTORIAL (TOD-MAHO) VALVULA DE SEGURIDAD CON DISPOSITIVO DE VACIADO VALVULA ANTIVIBRATORIO MANGUITO ANTIVIBRATORIO VALVULA DE CORTA DE ESTERNA VALVULA ANTIRETORNO GRUPO DE VACIADO cerrado o circuito hasta desagüe con tubería PVC Ø 20 THERMOKIT 0-120ºC MANOMETRO ESCALA 0-6 bar SINDA TEMPERATURA AF-20 Vaso de expansión cerrado, de membrana con mandrinator</p>	<p>BOMBA CIRCUITO SUELO RADIANTE A2 PLANTA BAJA BOMBA SIMPLE ROTOR HOMEDO MOD. SP 25/A-8 (geométrica, 2150 rpm) CONEXION VELOCIDAD 2 1,075 m³/h² - 1,6 mca. Conexión Rosca R 1/2 G 11/2" PN-10</p>	

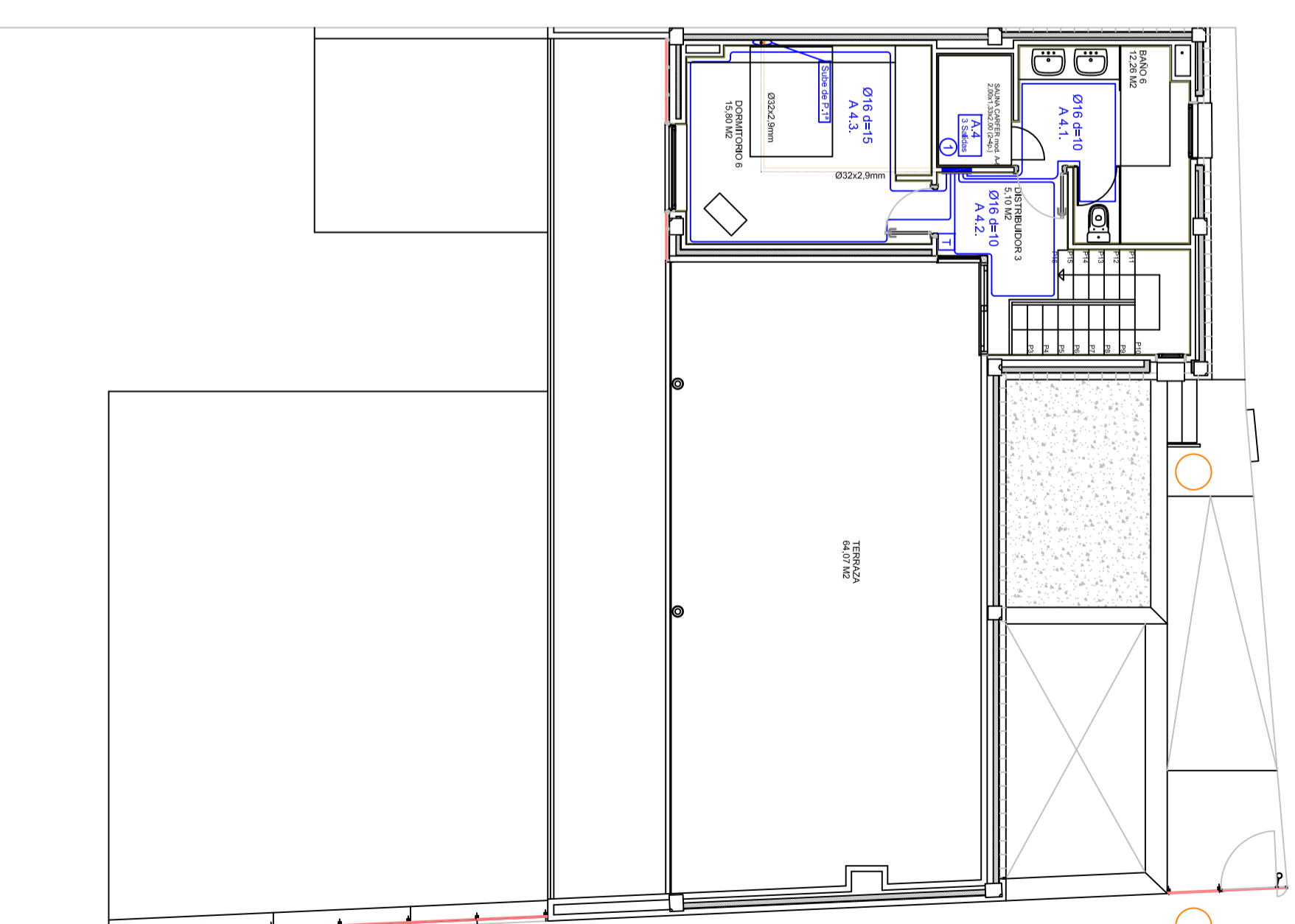
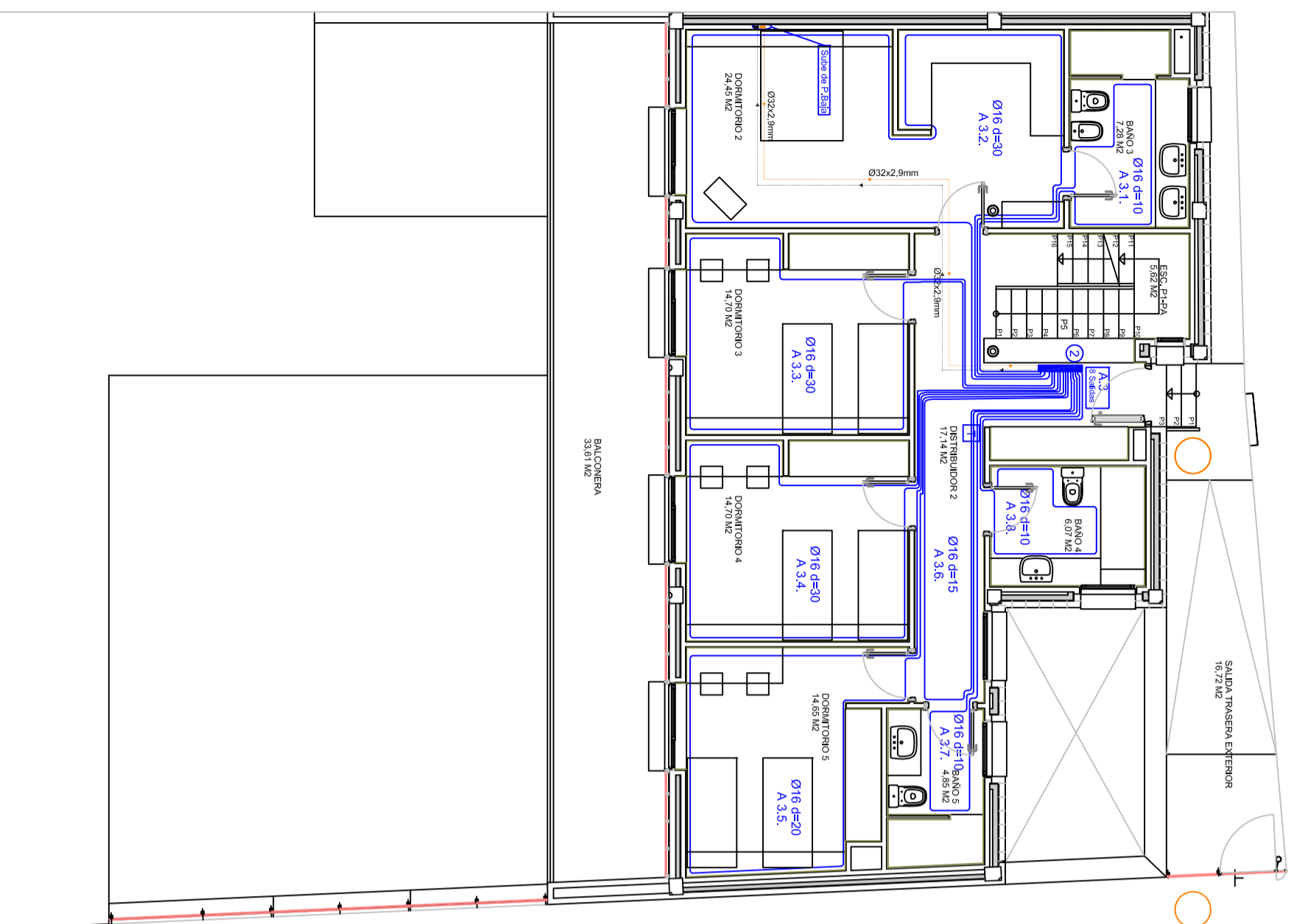
TODOS LOS CIRCUITOS DEBERÁN QUEDAR PERFECTAMENTE SEÑALIZADOS

LEYENDA TUBERIAS

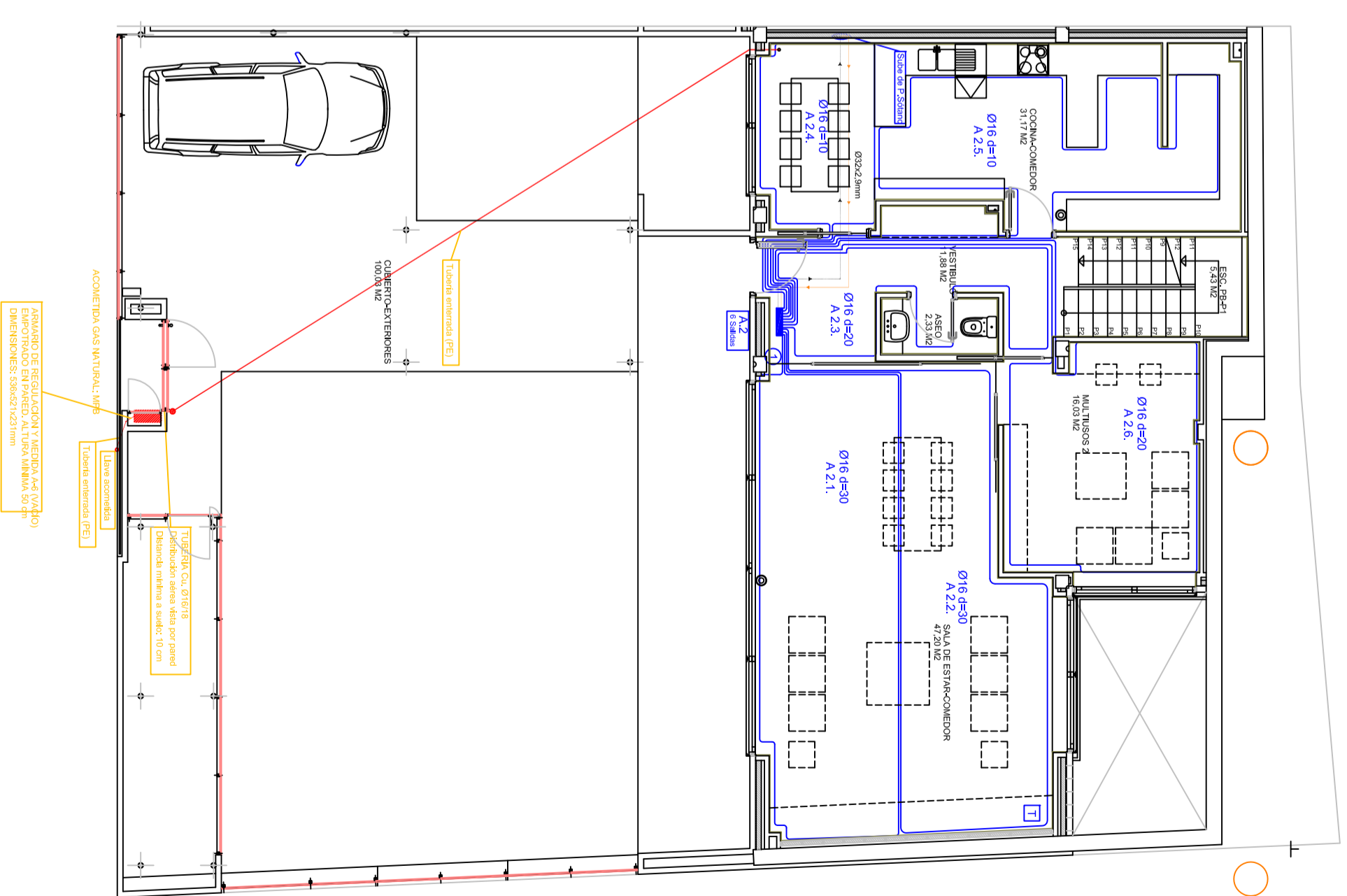
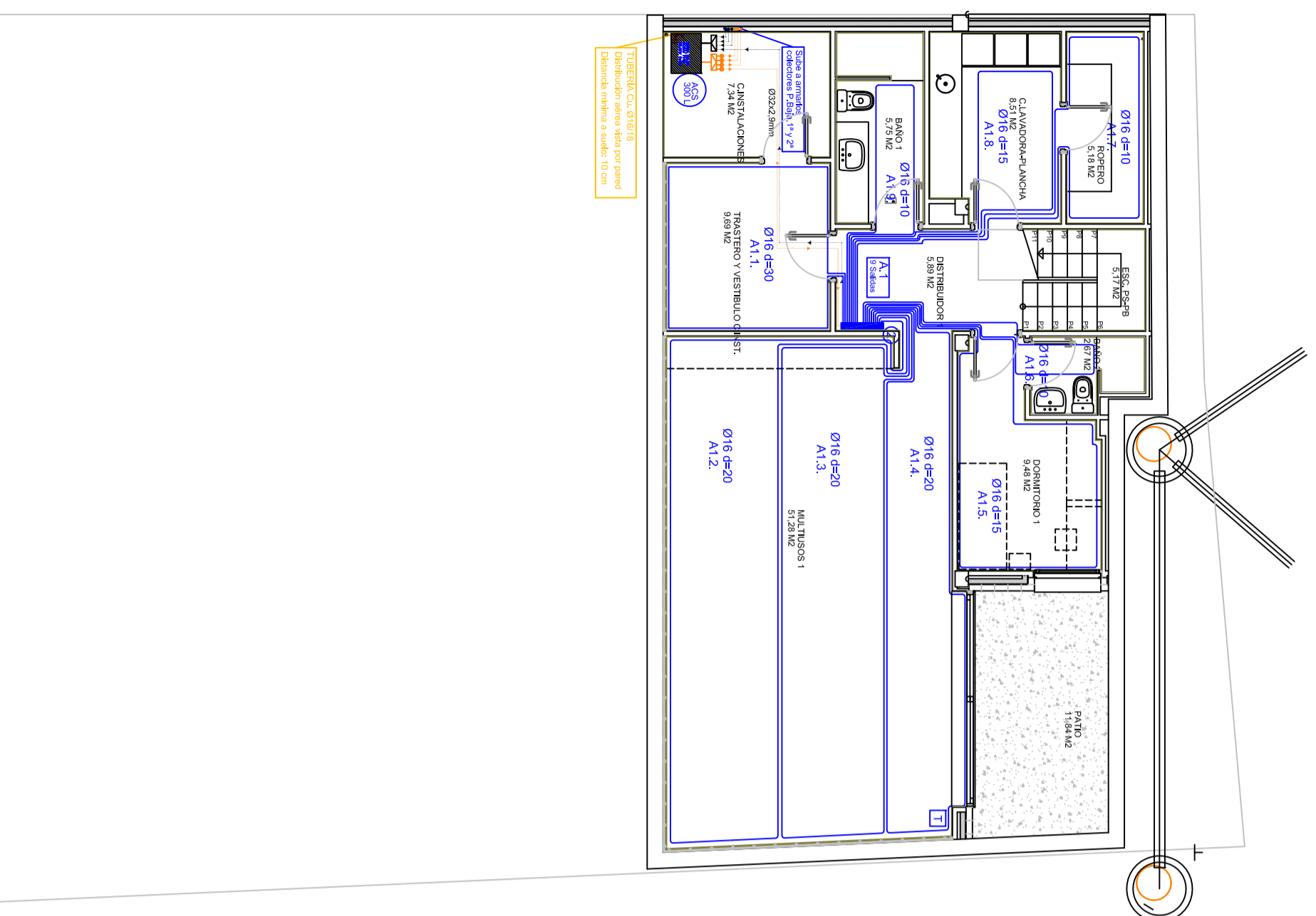
DISTRIBUCION DE CALEFACCION EN INTERIOR SALA DE CALDERAS CON TUBERIAS ACERO NEGRO DIN 2440.
 SALIDA DE SALA DE CALDERAS CIRCITOS SUELO RADIANTE CON TUBERIAS DE POLIETILENO RETICULADO MULTICAPA.
 AISLAMIENTO DE TODAS LAS TUBERIAS CON COQUILLA ARMAFLEX SH ESPESOR 27 mm

- CIRCUITOS CALEFACCION / REFRIGERAMIENTO: RETORNO.
- CIRCUITOS CALEFACCION / REFRIGERAMIENTO: IDA.
- TUBERIAS PARA INSTALACION GEOTERMICA, MULTICAPA PEX-AL/PEX (EN INTERIOR SALA)
- TUBERIAS DE COBRE PARA SISTEMA SOLAR: IDA A PANELES
- TUBERIAS DE COBRE PARA SISTEMA SOLAR: RETORNO DE PANELES
- VACIADOS: TUBERIAS PVC

<p>PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD</p>	<p>REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO FIRMA:</p>
<p>UNIVERSIDAD PÚBLICA de Navarra Nafarroako unibertsitate Publikoa</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL</p>
<p>PLANO: ESQUEMA HIDRÁULICO GEOTERMIA</p>	<p>FECHA: 06/2012</p> <p>ESCALA: 1/100</p> <p>Nº PLANO: 9</p>



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA Nafarroako unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		E INGENIERIA RURAL
PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD		REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO
PLANO: P.PRIMERA Y P.ÁTICO DISTRIBUCIÓN SUELO RADIANTE		FIRMA:
FECHA: 06/2012	ESCALA: 1/100	Nº PLANO 10



Universidad Pública de Navarra Nafarroako unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA RURAL	
PROYECTO: MICORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD				REALIZADO: GARAY PEREZ, SERGIO	
PLANO: P.SOTÁNO Y P.BAJA DISTRIBUCIÓN SUELO RADIANTE				FIRMA:	
FECHA: 06/2012		ESCALA: 1/100		Nº PLANO 11	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN.

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO.

Título del proyecto:

MICRORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR
MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE
VIABILIDAD.

4- PRESUPUESTO

Sergio Garay Pérez.

Tutor: Jorge Odériz.

Pamplona, 22 de Junio de 2012.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 CALEFACCIÓN.....	3
Subcapítulo 1.1 Equipos Geotermia.....	3
Subcapítulo 1.2 Tuberías.....	4
Subcapítulo 1.3 Suelo Radiante.	4
Subcapítulo 1.4 Instalación Geotermia.....	5
CAPÍTULO 2 VENTILACIÓN.....	5
CAPÍTULO 3 VENTILACIÓN.....	6
CAPÍTULO 4 ELECTRICIDAD.....	7
Subcapítulo 4.1 Equipos de la instalación.	7

CAPÍTULO 1 CALEFACCIÓN.

Subcapítulo 1.1 Equipos Geoterminia.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1.1 Bomba de calor Agua-Agua	1	14.699,48	14.699,48
1.1.2 Separador hidráulico	1	948,39	948,39
1.1.3 Acumulador ACS 300 L y accesorios	1	1.232,06	1.232,06
1.1.4 Vaso de expansión 12 L, 6 bar	1	75,1	75,1
1.1.5 Bomba impulsión pozos geoterminia	1	596,67	596,67
1.1.6 Bomba SP 25/4-B	3	235,3	705,90
1.1.7 Bomba SP 25/6-B	1	260,38	260,38
1.1.8 Colector de Acero 2" 0,8 m	1	94,26	94,26
1.1.9 Colector de Acero 2" 0,6 m	1	91,13	91,13
1.1.10 Válvula de Esfera 1 1/4" PN-10	27	25,38	685,26
1.1.11 Válvula de retención 1 1/4" PN-10/16	5	25,58	127,9
1.1.12 Antivibrador DN-40/PN-10	6	43,21	259,26
1.1.13 Filtro 1 1/2"	2	31,16	62,32
1.1.14 Válvula 3 vías 1 1/2" mezcladora Suelo Radiante	4	574,31	2.297,24
1.1.15 Válvula mezcladora ACS y Sonda T ^a	1	554,54	554,54
1.1.16 Termómetro	8	13,29	106,32
1.1.17 Manómetro 0-6 bar	1	28,93	28,93
1.1.18 Conjunto Manómetro Lectura Bomba	5	22,55	112,75
1.1.19 Purgador automático SPIROTOP 10 bar	2	50,91	101,82

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1.20 Contador de energía	1	648,08	648,08
1.1.21 Llaves llenado geotermia	1	41,69	41,69
1.1.22 Acometida agua fría	1	66,27	66,27
1.1.23 Regulación	1	4.770,29	4.770,29
1.1.24 Puesta en marcha	1	236,09	236,09

TOTAL SUBCAPÍTULO EQUIPOS GEOTERMIA 28.802,13

Subcapítulo 1.2 Tuberías.

1.2.1 Tubería PERT DN 32 (32 x 2.9) aislada	125	16,16	2.020
1.2.2 Tubería Multicapa PEX-AL-OEX DN 50 aislada	8	34,85	278,8
1.2.3 Tubería Acero Negro 1 1/4"	25	23,95	598,75

TOTAL SUBPARTADO TUBERÍAS 2.897,55

Subcapítulo 1.3 Suelo Radiante.

1.3.1 Armario para colectores 2-6 salidas Suelo Radiante	2	164,57	329,14
1.3.2 Armario para colectores 7-11 salidas Suelo Radiante	2	173,87	347,74
1.3.3 KIT completo para suelo radiante, 9 salidas	1	443,33	443,33
1.3.4 KIT completo para suelo radiante, 8 salidas	1	414,43	414,43
1.3.5 KIT completo para suelo radiante, 6 salidas	1	357,65	357,65
1.3.6 KIT completo para suelo radiante, 3 salidas	1	273,6	273,6
1.3.7 Zócalo perimetral	490	0,8	392
1.3.8 Panel moldeado aislante	315	12,65	3.984,75
1.3.9 Junta de dilatación	20	7,37	147,4
1.3.10 Protección tubo en J. de dilatación	10	0,21	2,1

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.3.11 Tubería Polietileno 16 x 1,8	1850	3,1	5.735
1.3.12 Termostato ambiente	4	135,9	543,6
TOTAL SUBCAPÍTULO SUELO RADIANTE			12.970,74

Subcapítulo 1.4 Instalación Geotermia.

1.4.1 Pozo 130 m	3	2.788,04	8.364,12
1.4.2 Tubería Polietileno PE 100 PN 16 D=40 mm	90	4,03	362,7
1.4.3 Excavación zanja medios mecánicos y relleno	14,4	6,94	99,936
1.4.4 Tubería Polietileno PE 100 PN 16 d= 40 mm	3	670,71	2.012,13
1.4.5 KIT completo para colector 3 salidas	1	140,59	140,59
1.4.6 Mezcla Propilenglicol-Agua	900	1,52	1.368
1.4.7 Prueba a Presión	1	140,7	140,7
TOTAL SUBCAPÍTULO INSTALACIÓN GEOTÉRMICA			12.488,18

TOTAL CAPÍTULO CALEFACCIÓN			57.158,60
-----------------------------------	--	--	------------------

CAPÍTULO 2 VENTILACIÓN.

2.1 Extractor S&P serie MIXVENT TD-350/125 SILENT	1	169,82	169,82
2.2 Extractor S&P serie MIXVENT TD-160/100 SILENT	9	135,96	1.223,64
2.3 Tubo flexible de aluminio	5	12,82	64,1
2.4 Tubo helicoidal D=125 mm 0,5 mm	135	13,08	1.765,80
2.5 Tubo helicoidal D=125 mm 0,7 mm	19	14,17	269,23
2.6 Boca extracción BOC 200	2	42,13	84,26

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.7 Boca extracción BOC 125	9	30,17	271,53
2.8 Regulador caudal RAD 125,60 M3/H	7	30	210
2.9 Regulador caudal RAD 200, 270 M3/H	1	51,34	51,34
TOTAL APARTADO VENTILACIÓN			4.109,72

CAPÍTULO 3 VENTILACIÓN.

3.1 Unidad exterior FUJITSU AOY71Ui3F	1	1.379,89	1.379,89
3.2 Unidad interior FUJITSU ACY50UiF	1	652,98	652,98
3.3 Unidad interior FUJITSU ACY25UiF-LA	1	554,88	554,88
3.4 Unidad interior FUJITSU ASY25UiF-LA	1	372,99	372,99
3.5 Tubo de cobre 3/8"	40	9,38	375,2
3.6 Tubo de cobre 1/2"	18	10,66	191,88
3.7 Tubo de cobre 1/4"	58	8,05	466,9
3.8 AF/ARMAFLEX e=27 mm para 3/8"	40	6,06	242,4
3.9 AF/ARMAFLEX e=27 mm para 1/2"	18	6,09	109,62
3.10 AF/ARMAFLEX e= 27 MM PARA 1/4	58	5,83	338,14
3.11 Tubería PVC serie B 25 mm	25	6,26	156,5
3.12 Rejilla impulsión AH 4000x75 mm	1	54,95	54,95
3.13 Rejilla impulsión/retorno AEH11 1210X310 mm	1	116,93	116,93
3.14 Rejilla impulsión/retorno AEH11 1210x60 mm	2	111,4	222,8
3.15 Conducto Climaver con aislamiento	8	22,43	179,44
TOTAL APARTADO CLIMATIZACIÓN			5.415,50

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 4 ELECTRICIDAD.			
Subcapítulo 4.1 Equipos de la instalación.			
4.1.1 Mód. Fotovoltaico UL IS-150 /12	45	253	11.385
4.1.2 Regulador MPS 80 de 240V	1	540	540
4.1.3 Baterías de Li-Ion INTENSIVUM FLEX ENERGY	55	2.640	145.200
4.1.4 Inversor INGECOM SUN LITE 6 TL	1	1.817,20	1.817,20
4.1.5 Cableado e interconexionado	1	250	250
TOTAL SUBCAPÍTULO EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN			159.192,20
TOTAL ELECTRICIDAD			159.192,20
TOTAL COSTES			225.876,02

Todos los Capítulos y subcapítulos llevan incluido el precio de montaje en el precio del material.

Presupuesto de ejecución material.....	225.876,02 €
- 13% Gastos generales.....	29.363,882 €
- 6% Beneficio Industrial.....	13.552,561 €
Presupuesto por contrata.....	268.792,463 €
- 18% IVA.....	48.382,643 €
Presupuesto por contrata más I.V.A.....	317.175,106 €

EL PRESUPUESTO DE CONTRATACIÓN MÁS I.V.A ASCIENDE A LA CANTIDAD DE TRESCIENTOS DIECISIETE MIL CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS CON CIENTO SEIS CÉNTIMOS DE EURO.

Si aplicamos las subvenciones propuestas por el Gobierno de Navarra, 30 % para instalaciones de Geotermia y 40 % para instalaciones eléctricas aisladas con acumuladores de Litio, que ascienden a un total de 72.234,885 €.

EL PRESUPUESTO DE CONTRATACIÓN MÁS I.V.A CON SUBVENCIONES ASCIENDE A LA CANTIDAD DE DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS CUARENTE EUROS CON DOSCIENTOS VEINTIUNO CÉNTIMOS DE EURO.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN.

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO.

Título del proyecto:

MICRORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR
MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE
VIABILIDAD.

5- PLIEGO DE CONDICIONES

Sergio Garay Pérez.

Tutor: Jorge Odériz.

Pamplona, 22 de Junio de 2012.

ÍNDICE

PLIEGO DE CONDICIONES CALEFACCIÓN, CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS.	11
1. CONDICIONES GENERALES.....	12
1.1. CONDICIONES FACULTATIVAS.....	12
1.2. CONDICIONES ECONÓMICAS.....	15
1.3. CONDICIONES LEGALES.	18
1.3.1. Recepción de obras.	18
1.3.2. Cargos al contratista.....	19
1.3.3. Rescisión de contrato.	20
1.3.4. Recepción de trabajos cuya contrata se hubiera rescindido.....	21
1.4. CONDICIONES TÉCNICAS.....	22
2. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD.	24
2.1. GENERALIDADES.....	24
2.2. SUPERFICIES DE CALEFACCIÓN.....	24
2.3. VÁLVULAS DE SEGURIDAD.....	24
2.4. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.	25
2.5. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.	26
2.6. INDICACIONES DE SEGURIDAD.....	26
3. EXIGENCIAS DE RENDIMIENTO Y AHORRO.....	27
3.1. GENERALIDADES.....	27
3.2. CONDICIONES AMBIENTALES.	27
3.2.1. Temperaturas de los locales.	27
3.2.2. Humedad relativa de los locales.....	27
3.3. SALA DE MÁQUINAS.	28

3.3.1. Idoneidad del combustible.....	28
3.3.2. Fraccionamiento de potencia.....	28
3.4. AISLAMIENTO TÉRMICO.....	28
3.5. REGULACIÓN.....	29
3.6. INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO.....	29
3.7. AGUA CALIENTE SANITARIA.....	30
3.7.1. Contadores.....	30
3.7.2. Condiciones generales de producción.....	30
3.7.3. Limitaciones al consumo de agua.....	30
4. SALA DE MÁQUINAS.....	32
4.1. GENERALIDADES.....	32
4.2. INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA.....	32
4.3. LOCALES.....	33
4.4. VENTILACIÓN.....	34
5. CHIMENEAS Y CONDUCCIONES DE HUMOS.....	35
5.1. GENERALIDADES.....	35
5.2. DISTANCIA DE LAS SALIDAS DE HUMOS A OTRAS CONDUCCIONES.....	35
5.3. CONCEPCIÓN Y DISEÑO.....	36
5.4. DIMENSIONAMIENTO.....	36
5.5. CONSTRUCCIÓN.....	37
5.6. MATERIALES.....	37
6. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	38
6.1. GENERALIDADES.....	38
6.2. CONEXIONES A APARATOS.....	39
6.3. CANALIZACIONES.....	39
6.3.1. Normas generales.....	39

6.3.2.	Curvas.	40
6.3.3.	Alineaciones.....	40
6.3.4.	Pendientes.....	40
6.3.5.	Anclajes y suspensiones.	41
6.3.6.	Pasos por humos, tabiques, forjados, etc.	42
6.3.7.	Uniones.	43
6.3.8.	Tuberías ocultas.....	43
6.3.9.	Purgas.....	44
6.3.10.	Filtros.....	44
6.3.11.	Relación con otros servicios.....	44
6.3.12.	Válvulas.....	45
6.3.13.	Bombas de circulación.....	45
6.3.14.	Elementos de regulación y control.	46
6.3.15.	Alimentación y vaciado.....	46
6.3.16.	Depósito de expansión.....	47
7.	AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS INSTALACIONES.....	47
7.1.	GENERALIDADES.....	47
7.2.	MATERIALES.....	48
7.3.	COLOCACIÓN.	48
7.4.	AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.	49
8.	RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	50
8.1.	GENERALIDADES.....	50
8.1.1.	Pruebas parciales.....	50
8.1.2.	Pruebas finales.	50
8.1.3.	Recepción provisional.....	50
8.1.4.	Recepción definitiva.....	51

8.2. PRUEBAS FINALES.....	51
8.2.1. Pruebas específicas.	51
8.2.2. Pruebas globales.....	52
8.3. RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	54
8.3.1. Documentación de recepción.....	54
8.3.2. Responsabilidad.....	55
9. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.....	55
9.1. GENERALIDADES.....	55
9.2. INSPECCIONES.....	56
9.3. SANCIONES.....	56
9.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	56
10. MANTENIMIENTO.....	57
10.1. GENERALIDADES.....	57
10.2. MANUAL DE INSTRUCCIONES Y NORMAS DE SEGURIDAD.....	57
10.3. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.....	58
10.4. LÍMITES.....	60
10.5. SANCIONES.....	60
10.6. INSPECCIONES PERIÓDICAS.....	60
11. NORMATIVAS EMPLEADAS PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.....	¡Error! Marcador no definido.
PLIEGO DE CONDICIONES DEL SUELO RADIANTE.....	61
1. CONDICIONES GENERALES.....	62
1.1. OBJETO.....	62
1.2. APLICACIÓN.....	62
1.3. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.....	63
2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	64

2.1. CONTRAINDICACIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	64
2.2. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS.....	64
2.3. PROGRAMA DE TRABAJO.....	65
2.4. REPLANTEO DE LAS OBRAS.....	65
2.5. ACTA DE REPLANTEO.....	65
2.6. INICIACIÓN Y PROSECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	66
2.7. RESPONSABILIDADES DEL REPLANTEO.....	66
2.8. GASTOS DEL MATERIAL Y PERSONAL DE REPLANTEO.	66
3. MEDICIONES Y ABONADOS.....	66
3.1. ENSAYOS.....	66
3.2. MEDICIONES Y ABONOS DE LAS OBRAS TERMINADAS.	67
3.3. ABONO DE OBRAS DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.	67
3.4. ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS.....	68
3.5. ABONO DE LAS OBRAS ACCESORIAS.....	68
3.6. MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO.....	68
3.7. VICIOS O DEFECTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	68
3.8. MATERIALES SOBRANTES.....	69
3.9. RECLAMACIONES.....	69
4. CONSIDERACIONES GENERALES.....	69
4.1. SUBCONTRATOS.....	69
4.2. PERSONAL DEL CONTRATISTA.....	70
4.3. LIBRO DE OBRA.....	70
4.4. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	70

4.5. PERMISOS Y LICENCIAS.....	71
4.6. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	71
4.7. RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	71
4.8. SANCIONES.....	72
4.8.1. Por plazo de ejecución de las obras.....	72
4.8.2. Por incumplimiento de los resultados de la instalación.	72
4.9. PLANOS DEFINITIVOS DE OBRA.....	73
4.10. PLAZO DE GARANTÍA.....	73
4.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	73
5. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	73
5.1. EXIGENCIAS DE RENDIMIENTO Y AHORRO DE ENERGÍA.....	73
5.1.1. Generalidades.....	73
5.1.2. Condiciones ambientales.	74
5.1.3. Aislamiento térmico.....	74
5.1.4. Regulación.....	74
5.1.5. Instalaciones en las viviendas.....	75
5.1.6. Interrupción del servicio.....	75
5.2. RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	75
5.2.1. Generalidades.....	75
5.2.2. Pruebas finales.	76
5.2.3. Pruebas globales.....	77
5.2.4. Recepción provisional.....	78
PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.	79
1. GENERALIDADES.....	80

1.1. AMBITO DE APLICACIÓN.....	80
1.2. MEDICION Y VALORACION.....	80
1.3. MATERIALES Y APARATOS.....	80
1.4. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.....	80
2. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.....	81
2.1. PROCEDENCIA Y CONDICIONES DE LOS MATERIALES.	81
2.2. BOMBA DE CALOR.....	81
2.3. SONDA GEOTÉRMICA.....	82
2.4. REGULACIÓN Y CONTROL.....	82
2.5. RECONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES.....	82
3. EJECUCION Y CONTROL DE INSTALACION.....	83
3.1. TECNICO ENCARGADO DE LA INSTALACION.....	83
3.2. CONDICIONES DE LA MANO DE OBRA.....	83
3.2.1 Sanitarias.....	83
3.2.2 Profesionales.....	83
3.2.3 Asistenciales.....	83
3.3 NORMAS GENERALES DE EJECUCIÓN.....	83
3.4 SONDA GEOTÉRMICA.....	84
3.5 RECEPCION DE MATERIALES.....	85
PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA.....	87
1. OBJETO.....	88
1.1 GENERALIDADES.....	88
1.2 DEFINICIONES.....	89
1.2.1. Radiación solar.....	89
1.2.2. Irradiancia.....	89
1.2.3. Irradiación.....	89

1.2.4.	Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT).....	89
1.2.5.	Célula solar o fotovoltaica.	90
1.2.6.	Célula de tecnología equivalente (CTE).....	90
1.2.7.	Módulo fotovoltaico.	90
1.2.8.	Rama fotovoltaica.	90
1.2.9.	Condiciones estándar de medida (CEM).....	90
1.2.10.	Potencia máxima del generador (potencia pico).	90
1.2.11.	TONC.	90
1.2.12.	Acumulador.....	91
1.2.13.	Batería.	91
1.2.14.	Autodescarga.....	91
1.2.15.	Capacidad útil.	91
1.2.16.	Estado de carga.	91
1.2.17.	Profundidad de descarga (PD).	91
1.2.18.	Régimen de carga (o descarga).....	91
1.2.19.	Regulador de carga.....	92
1.2.20.	Voltaje de desconexión de las cargas de consumo.....	92
1.2.21.	Voltaje final de carga.....	92
1.2.22.	Inversor.	92
1.2.23.	VRMS.	92
1.2.24.	Potencia nominal (VA).....	92
1.2.25.	Capacidad de sobrecarga.	92
1.2.26.	Rendimiento del inversor.	92
1.2.27.	Factor de potencia.....	93
1.3	DISEÑO.....	93
1.3.1	Orientación, inclinación y sombras.....	93
1.3.2	Dimensionado del sistema.....	93

1.3.3	Sistema de monitorización.....	94
1.4	COMPONENTES Y MATERIALES.	95
1.4.1	Generalidades.....	95
1.4.2	Generadores fotovoltaicos.	96
1.4.3	Estructura de soporte.	97
1.4.4	Acumuladores de Li-ion.	98
1.4.5	Reguladores de carga.....	99
1.4.6	Inversores.....	102
1.4.7	Cargas de consumo.	104
1.4.8	Cableado.....	105
1.4.9	Protecciones y puesta a tierra.....	105
1.5	RECEPCIÓN Y PRUEBAS.	106
1.6	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.....	107
1.6.1	Generalidades.....	107
1.6.2	Programa de mantenimiento.....	107
1.6.3	Garantías.....	109

PLIEGO DE CONDICIONES CALEFACCIÓN, CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS.

1. CONDICIONES GENERALES.

Este documento tiene por finalidad el establecer las condiciones técnicas, generales, económicas y legales en que ha de basarse la contratación de los trabajos a realizar para llevar a buen fin la instalación objeto de este proyecto.

1.1. CONDICIONES FACULTATIVAS.

Es obligación de la contrata, el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el ingeniero director y dentro de los límites de posibilidad es que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del ingeniero director, sólo podrán presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del ingeniero director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al ingeniero director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Por falta en el cumplimiento de las Instrucciones de los ingenieros o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el ingeniero director lo reclame.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación.

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnica del Pliego general de condiciones de la edificación y

realizará todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en éstos, puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el ingeniero director o sus subalternos no le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el ingeniero director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o que los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

Si el ingeniero director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de defectos ocultos en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del contratista, siempre que los vicios existan realmente, y, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el ingeniero director, en los términos que prescriben los pliegos de condiciones, depositando al efecto, el contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contra sellados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el pliego de condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados, serán de cargo del contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de calidad requerida o no estuvieren perfectamente preparados, el ingeniero director dará orden al contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del ingeniero director.

Serán de cuenta y riesgo del contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al propietario responsabilidad alguna por cualquiera vería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y las especificaciones de las instrucciones técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de contabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del director de obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito.

A lo largo de la ejecución deberá haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado el director de obra.

Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el director de la obra.

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el director de obra, se procederá, al acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya cursado aviso en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el director de obra tales como limpieza, suministro de energía, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al ingeniero director, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto, sobre las personas y cosas situadas en la obra y relación con los trabajos que, para la ejecución de las instalaciones u obras anejas, se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Instalador, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

1.2. CONDICIONES ECONÓMICAS.

Como base fundamental de estas “Condiciones generales de índole económica”, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizarla obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre y representación del propietario, las ordenará ejecutar a un tercero,

o directamente por administración, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales o de mano de obra de trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el ingeniero director y el contratista o su representante autorizado a estos efectos.

El contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar el aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la memoria, por no ser este documento el que sirva de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las cantidades de obra en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a la hora de rescisión de contrato, sino en el caso en que el ingeniero director o el contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y de la cantidad ofrecida.

El contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a sujeción a los documentos del proyecto, a las condiciones de la contrata y a las órdenes e instrucciones que, por escrito, entregue el ingeniero director, y siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el

transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente “Pliego de Condiciones Generales de índole económica” a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

En ningún caso, el número de unidades que se consigue en el proyecto o en el presupuesto podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie.

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban tramitarse.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en el que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en cada momento, con el valor que tengan, por contrata, los objetos que tengan asegurados.

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, en el caso en el que el edificio no haya sido ocupado por el propietario, procederá a disponer de todo lo que sea preciso que sea tienda al mantenimiento, limpieza y todo lo que fuera menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

El ingeniero director se niega, de antemano, al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

1.3. CONDICIONES LEGALES.

1.3.1. Recepción de obras.

Una vez terminadas las obras y hallándose estas aparentemente en las condiciones exigidas, se procederá su recepción provisional dentro del mes siguiente a su finalización.

Al acto de recepción concurrirán un representante autorizado por la propiedad contratante, el Facultativo encargado de la Dirección de la Obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente.

En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y se darán las instrucciones precisas y detalladas por el Facultativo al contratista con el fin de remediar los defectos observados, fijándole plazo para efectuarlo, expirado el cual se hará un nuevo reconocimiento para la recepción provisional de las obras. Si la contrata no hubiese cumplido se declarará resuelto el contrato con pérdida de fianza por no acatar la obra en el plazo estipulado, a no ser que la propiedad crea procedente fijar un nuevo plazo prorrogable.

El plazo de la garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción provisional de la obra.

Al realizarse la recepción provisional de las obras deberá presentarse el contratista las pertinentes autorizaciones de los organismos oficiales de la provincia para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa recepción provisional de las obras, ni, como es lógico, la definitiva, si no se cumple este requisito.

Dentro del mes siguiente al cumplimiento del plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva de las obras.

Si las obras se encontrasen en las condiciones debidas, se recibirán con carácter definitivo, levantándose el acta correspondiente, quedando por dicho acto el contratista relevado de toda responsabilidad, salvo la que pudiera derivarse por vicios ocultos de la construcción, debido al incumplimiento doloso del contrato.

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el pliego de cláusulas administrativas, el contratista garantiza en general todas

las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será de un año, y durante este periodo el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la propiedad con cargo a la fianza.

El contratista garantiza la propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la propiedad tomará acuerdo respecto a la fianza depositada por el contratista.

Tras la recepción definitiva de la obra, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción debidos al incumplimiento doloso del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá en el término de 15 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida responsabilidad.

Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener dicha conformidad, deberán ser retirados todos aquellos que la citada dirección rechaza, dentro de un plazo de 30 días.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material para su aprobación por la dirección facultativa, las cuales conservará para efectuar en su día comparación o cotejo con los que se empleen en la obra.

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario, serán efectuadas por cuenta de la contrata las pruebas o análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.

1.3.2. Cargos al contratista.

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las direcciones provinciales de industria, sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

El contratista durante el año que medie entre la recepción provisional y la definitiva, será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad antes de la recepción definitiva.

Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se empleen en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra y las normas para su medición y valoración, regirá el Pliego de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud en la Edificación, 2001.

Se cumplimentarán todas las normas de la presidencia del Gobierno y Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo vigentes y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras.

1.3.3. Rescisión de contrato.

Son causas de rescisión de contrato las siguientes:

- La muerte o incapacidad del contratista.
- La quiebra del contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - Modificación del Proyecto de tal forma que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio de la Dirección Facultativa, y en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de contrata, como consecuencia de éstas

modificaciones represente en más o menos el 25% como mínimo del importe total.

- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos del 40% como mínimo de algunas de las unidades que figuran en las mediciones del Proyecto, o más de un 50% de unidades del Proyecto modificado.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de 6 meses.
- La suspensión de obra comenzada y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no dé comienzo a la obra dentro del plazo a 90 días a partir de la adjudicación, en este caso la devolución de la fianza será automática.
- La inobservancia del plan cronológico de la obra, y en especial, el plazo de ejecución y terminación total de la obra.
- El incumplimiento de las cláusulas contractuales en cualquier medida, extensión o modalidad siempre que, a juicio de la Dirección Técnica sea por descuido inexcusable o mala fe manifiesta.
- La mala fe en la ejecución en los trabajos.

1.3.4. Recepción de trabajos cuya contrata se hubiera rescindido.

Se distinguen dos tipos de trabajos: los que hayan finalizado por completo y los incompletos.

Para los primeros existirán dos recepciones, provisional y definitiva, de acuerdo con todo lo estipulado en los artículos anteriores.

Para los segundos, sea cual fuera el estado de adelanto en que se encuentran, sólo se efectuará una única y definitiva recepción y a la mayor brevedad posible.

1.4. CONDICIONES TÉCNICAS.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnica prevista en el Pliego de Condiciones Técnicas y de Seguridad y Salud en la Edificación, 2001 y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

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

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

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

1.5. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.

- Código Técnico de Edificación: Documento Básico HE, Ahorro de Energía.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo de 2006 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios. (R.I.T.E.).
- Normas UNE relacionadas.

- NTE ICC: Norma tecnológica de edificación para calderas.
- NTE IDL: Norma tecnológica de edificación para agua caliente.
- NTE IFF: Norma tecnológica de edificación para agua fría.
- R.I.T.E. Reglamento e instrucciones técnicas de las instalaciones de calefacción y Agua Caliente Sanitaria (R.D 1027/2007 de 20 de Julio).
- Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 140/2003 de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Norma UNE 100030, guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.
- Informe UNE 112076 IN sobre Prevención de la corrosión en circuitos de agua, de Octubre de 2004.
- Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

La ejecución de las instalaciones será fiel reflejo de lo proyectado y se ajustará en todas sus partes a cuanto se establece en el presente proyecto, a las normas citadas y en general, a cuantas sean vigentes en el momento de su recepción.

Si durante la ejecución de la instalación de la obra, se produjeran modificaciones, se procederá por el autor a efectuar el estudio sobre las mismas.

2. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD.

2.1. GENERALIDADES.

De acuerdo con el Reglamento e Instrucciones Técnicas de las instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua corriente Sanitaria, en la IT.IC.03 referente a las exigencias de seguridad, deberá ser cuidadosamente respetada. Tanto en lo que se refiere a aparatos e instalaciones, como el cálculo y concepción de los elementos de seguridad tales como vasos de expansión y las válvulas de seguridad.

Además de aquellas exigencias que se especifiquen en cada Instrucción Técnica y de las señaladas a continuación, las calderas de vapor y demás aparatos y equipos a presión deberán cumplir las prescripciones de seguridad a que estén obligados por la legislación vigente.

Asimismo las instalaciones de combustible cumplirán los requisitos y exigencias de seguridad particulares que por razón de tales les sean exigidos por los reglamentos en vigor.

2.2. SUPERFICIES DE CALEFACCIÓN.

Cualquiera que sea el tipo de calefacción, queda prohibido que las superficies calefactores accesibles normalmente al usuario tengan una temperatura superior a 90°C, sin que estén protegidas contra contactos ocasionales.

Las partes móviles de los elementos situados en las habitaciones estarán protegidas para evitar accesibilidad involuntaria por parte de los usuarios.

Cuando los aparatos fijos realicen la combustión en el interior de un local habitado, tendrán una salida de gases al exterior.

2.3. VÁLVULAS DE SEGURIDAD.

Las calderas con vaso de expansión cerrado, equipos de producción de agua caliente sanitaria y en general, los circuitos de las instalaciones que no estén en contacto directo con la atmósfera, llevarán una válvula de seguridad que por descarga impidan que se creen sobrepresiones superiores a las de trabajo.

Igualmente es exigible esta válvula o tubo de seguridad en circuitos con expansión abierta cuando la presión hidrostática sobre calderas sea igual o superior a 35m.c.a.

No es exigible la instalación de válvula de seguridad contra sobrepresiones, en los calentadores instantáneos de gas en los que existen unos dispositivos que impidan el funcionamiento del quemador cuando no haya circulación a través de aquellos.

Según la instrucción técnica complementaria MIE-AP-1 Reglamentos de Aparatos a Presión en las que se especifica las características de las válvulas a seguridad de alivio para instalaciones de circuito cerrado. Este reglamento exige una inspección a los cinco años, que en el caso de las válvulas de seguridad consistirá en:

- Las válvulas se desmontarán totalmente para comprobar que sus distintos elementos no presenten anomalías, y que en su parte interior esté limpio de acumulaciones de moho, incrustaciones o sustancias extrañas.
- Posteriormente se probarán estas válvulas con la caldera en funcionamiento y se verificará su disparo a la presión de precinto.

2.4. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.

La caldera llevará al menos dos termostatos que impidan que en ellas se creen temperaturas superiores a las de trabajo. Uno de los termostatos podrá servir de regulación al quemador y podrá ser de rearme automático.

El otro, que deberá estar tarado a una temperatura ligeramente superior, será de rearme manual.

En cualquier caso la instalación dispondrá de los dispositivos de seguridad necesarios que la protejan de incrementos de temperatura o presión, por encima de los de diseño, ante una parada accidental de las bombas de circulación, fallo del suministro eléctrico o en el agua de alimentación.

2.5. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

En el proyecto y ejecución de las instalaciones se cumplirán además de las prescripciones generales establecidas en el Reglamento e Instrucciones Técnicas de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, las disposiciones específicas de prevención, protección y lucha contra los incendios de ámbito nacional local que les sean de aplicación.

En la instrucción técnica IC-022 se especifican las revisiones periódicas requeridas a realizar en los sistemas instalados, con el fin de mantenerlos en las adecuadas condiciones de servicio.

En la sala de calderas en las que se utilicen combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, deben disponer de al menos, dos extintores manuales por caldera. Uno será de CO₂ o polvo seco polivalente con una capacidad mínima de 5 Kg y 6 Kg respectivamente, y el otro de agua presurizada de 10l de capacidad mínima.

2.6. INDICACIONES DE SEGURIDAD.

En el interior y exterior de la sala de máquinas figurará un cartel con las siguientes indicaciones:

- Instrucciones claras y precisas para paro de la instalación, en caso de emergencia.
- Nombre, dirección y teléfono de la persona o entidad encargada de su mantenimiento.
- -Dirección y teléfono del servicio de bomberos más próximo.

3. EXIGENCIAS DE RENDIMIENTO Y AHORRO.

3.1. GENERALIDADES.

Las posibilidades de utilización eficaz de la energía dependen en gran parte del tipo de instalación que se proyecte y del sistema de regulación de que esté equipada, de las condiciones climáticas, de las características térmicas del edificio y del tipo de ocupación del mismo.

Para ello deberá elegirse adecuadamente el sistema de calefacción o climatización y respetar las Instrucciones Técnicas en todos sus aspectos, especialmente en los que inciden en el consumo de energía, fraccionamiento de potencia, flexibilidad del servicio de la instalación, anulación del servicio en zonas o edificios no habitados, aislamiento térmico...

3.2. CONDICIONES AMBIENTALES.

3.2.1. Temperaturas de los locales.

Quedan excluidos de cualquier tipo de calefacción, o climatización todos aquellos locales que no son normalmente habitados, tales como: garajes, trasteros, archivos no institucionales, rellanos de ascensores, cuartos varios de servicio...

Para los locales calefactados, la temperatura media interior no rebasará nunca los 20°C-22°C, a menos que las condiciones térmicas resultantes se obtengan sin gasto alguno de energía de tipo convencional.

3.2.2. Humedad relativa de los locales.

No se permitirá la utilización de sistemas con consumo de energía convencional para modificar la humedad relativa de los espacios interiores cuando este se mantenga en un valor al 30% en invierno.

En ningún caso se podrá aplicar un proceso de precalentamiento con consumo de energía convencional para mantener en los locales humedades relativas inferiores al 65%.

3.3. SALA DE MÁQUINAS.

3.3.1. Idoneidad del combustible.

Los elementos generadores de calor, calderas y quemadores utilizarán el combustible para el que fueron diseñados. Sólo se podrán utilizar otros combustibles cuando se mantengan los rendimientos especificados.

3.3.2. Fraccionamiento de potencia.

En orden a conseguir que el funcionamiento de producción de calor sea lo más cercano posible al régimen con rendimiento máximo, es necesario disponer de quemadores con escalonamiento de potencia y/o generadores en números, potencia y tipos adecuados a la demanda de energía térmica de la instalación a la que sirven.

En cualquier caso, la suma de la potencia de los generadores se ajustará a la demanda máxima de la instalación. Los eventuales generadores de reserva quedarán del resto de la instalación por medio de válvulas.

Se han escogido la instalación de dos calderas para que el rendimiento de estas bajo todo tipo de condiciones sea el máximo. En régimen de baja carga, solamente se utilizará una sola caldera para aprovechar el máximo rendimiento de esta.

Cuando las condiciones de demanda sean máximas, se utilizarán las dos calderas simultáneamente.

En todos los casos, el proyectista deberá considerar especialmente la producción de agua caliente sanitaria, no permitiéndose en ningún caso que la potencia de un generador sea superior en más de 20% a la demanda máxima de dicho servicio.

3.4. AISLAMIENTO TÉRMICO.

A efectos de ahorro de energía, deberán tenerse en cuenta las siguientes prescripciones establecidas en la IT.IC.19. con el fin de evitar los consumos energéticos superfluos, los aparatos, equipos y conducciones que contengan fluidos a temperatura inferior a la ambiente o superior a

40°C dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía.

En cualquier caso, en toda instalación, las pérdidas térmicas horarias globales por el conjunto de conducciones que discurren por locales no calefactados, no superarán el 5% de la potencia útil instalada.

3.5. REGULACIÓN.

Las instalaciones de calefacción estarán dotadas de los equipos de regulación necesarios que permitan ajustar los consumos de energía térmica a las variaciones de las cargas.

Las instalaciones deberán disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio la totalidad o parte de la misma en función del régimen de ocupación.

Las instalaciones de viviendas unifamiliares estarán dotadas de, al menos, un dispositivo de regulación con un termostato situado en el local de mayor carga térmica o más característica. Los restantes locales tendrán dispositivos por lo menos manuales para modificar las aportaciones térmicas de la instalación incluso dejarla fuera deservicio. Se instalará en un lugar accesible un dispositivo de parada del generador, independiente del mando de impulsión si lo hubiese.

Se recomienda dividir la instalación en dos zonas independientes, correspondiente a dormitorios y zona de día.

3.6. INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO.

En edificios de uso residencial como viviendas, residencia o similares, las instalaciones de calefacción, excepto en la zona climática con más de 1800 grados/día, en base 15-15, no podrán funcionar en el periodo comprendido entre las 22h y las 7h.

Las bombas de circulación de agua caliente sanitaria no podrán funcionar entre las 23h y las 7h, excepto que económica y técnicamente se justifique el mantenimiento de una temperatura mínima de ese periodo.

3.7. AGUA CALIENTE SANITARIA.

3.7.1. Contadores.

Todas las instalaciones de producción centralizada de agua caliente sanitaria deberán estar equipadas con contadores de agua individuales de agua caliente por cada vivienda, o unidad de consumo.

Se recomienda que esos contadores y sus llaves de corte, sean accesibles desde el exterior de las viviendas.

3.7.2. Condiciones generales de producción.

La preparación de agua corriente para usos sanitarios en instalaciones centralizadas se realizará con sistema de acumulación. La capacidad de acumulación deberá ser dimensionada con un tiempo de preparación de al menos tres horas.

La instalación de grupos técnicos mixtos de generación de calor simultáneamente para calefacción y producción por acumulación de agua caliente sanitaria queda prohibida para potencias superiores a 50 kW.

El agua caliente para usos sanitarios se preparará a una temperatura de aproximadamente 70-80°C y retornará a una temperatura mínima de 50°C a los depósitos acumuladores.

3.7.3. Limitaciones al consumo de agua.

A efectos de disminuir el consumo de agua, particularmente de agua caliente, el caudal de agua de los aparatos deberá limitarse a los siguientes valores:

TIPO DE HABITACULO	Q instalado (l/s)
Lavabo	0,2
Bidé	0,1
Inodoro	0,2
Bañera	0,3
Ducha	0,2
Fregadero	0,2
Lavadora	0,2
Lavaplatos	0,2

Tabla 3.7.3.1 Caudal a instalar para diferentes habitaciones.

Siguiendo el nuevo Código Técnico de Edificación se tomarán para realizar los diferentes cálculos 22 litros por persona y día de A.C.S., siguiendo el criterio de demanda de las viviendas multifamiliares.

Litros de ACS/día	
Viviendas unifamiliares	30 por persona
Viviendas multifamiliares	22 por persona
Hospitales y clínicas	55 por cama
Hotel ****	70 por cama
Hotel ***	55 por cama
Hotel/Hostal **	40 por cama
Camping	40 por emplazamiento
Hostal/Pensión	35 por cama
Residencia (ancianos, estudiantes...)	55 por cama
Vestuarios/ Duchas colectivas	15 por servicio
Escuelas	3 por alumno
Cuarteles	20 por persona
Fábricas y talleres	15 por persona
Administrativos	3 por persona
Gimnasios	20 a 25 por persona
Lavanderías	3 a 5 por persona
Restaurantes	5 a 10 por persona
Cafeterías	1 por almuerzo

Tabla 3.7.3.2 Demanda de caudal por persona en diferentes casos.

Y a la hora de elegir el número de individuos de la vivienda lo haremos utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:

Número de Dormitorios	1	2	3	4	5	6	7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9

Tabla 3.7.3.3 Número de personas estimado según dormitorios de una vivienda.

4. SALA DE MÁQUINAS.

4.1. GENERALIDADES.

Tendrá consideración de sala de máquinas todo local donde se halle instalada permanentemente maquinaria de producción de frío o calor. Los locales anexos comunicados a través de la sala de máquinas se consideran parte de la misma.

Se denominará sala de calderas a aquellos espacios de la sala de máquinas en los que se encuentre ubicado el específico indicado. En el mismo local podrán ubicarse otros equipos auxiliares o accesorios de la instalación, mientras expresamente no se reglamente lo contrario.

No tendrán consideración de sala de máquinas los locales en donde se sitúen las calderas para calefacción o ACS con potencia inferior a 50kW.

La instalación de los mismos deberá ajustarse a las prescripciones indicadas en las instrucciones técnicas referentes a los equipos correspondientes.

Las exigencias de la IT.IC.07 deberán considerarse como mínimas, debiendo cumplirse simultáneamente aquellas otras obligaciones que específicamente se exijan en otros reglamentos para determinados equipos o para combustibles específicos.

La sala de máquina no puede ser utilizada para otros fines, no podrán realizarse en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación. Se prohíbe la ubicación en la misma de depósitos de combustibles o el almacenamiento de los mismos, salvo lo expresado en la IT.IC.06.2.

4.2. INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA.

Las instalaciones deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que pueden realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia, conducción y particularmente:

- Los motores y sus transmisiones deberán estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.

- Entre los distintos equipos y elementos situados en la sala de máquinas existirá el espacio mínimo recomendado por el fabricante, para poder efectuar las operaciones de mantenimiento, vigilancia o conducción requeridas.

Concretamente para las calderas, este espacio será como mínimo de 70 cm entre uno de los laterales de la caldera y la pared, y de 60 cm entre el otro lateral y el fondo y las paredes de la sala. De 80 cm será la distancia mínima entre el techo y la parte superior de la caldera. El espacio libre en el frontal, será igual a la profundidad de esta, con un mínimo de un metro, no pudiendo en este espacio existir ningún entorpecimiento de altura de 2 m o en una superior a 50cm a la caldera si esta es más alta de 1,5 m.

- Deberán existir además suficientes pasos y accesos libres para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban de ser reparados fuera de la sala de máquinas.
- El cuadro eléctrico, con su interruptor general, deberá estar situado lo más cercano posible a la puerta de acceso, así como, en su caso, el interruptor del ventilador de extracción de aire.
- La conexión entre la caldera y la chimenea deberá de ser perfectamente accesible y permitirá el drenaje de los condensados y un tiro adecuado. El tiro, en casos excepcionales, podrá asegurarse mediante extracción mecánica.

4.3. LOCALES

La sala de máquinas deberá de tener las dimensiones suficientes para poder albergar a las instalaciones en las condiciones exigidas en el punto anterior y deberá además de cumplir las siguientes prescripciones.

- Estará dotada de los dispositivos de seguridad de corte de energía especificados en la IT.IC.03.5 y de los dispositivos de protección contra incendios, según la IT.IC.03.8.

- Las paredes, suelo y techo no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándolas en caso contrario.
- La iluminación de la sala de máquinas será suficiente para realizar con comodidad los trabajos de conducción e inspección de los equipos y elementos en ella situados. Esta iluminación se reforzará, cuando sea preciso, para poder apreciar sin necesidad de iluminación portátil las lecturas de los aparatos de regulación y control.
- La estructura del edificio, particularmente si es metálica, que quede dentro de la sala de máquinas, se protegerá contra el fuego y las altas temperaturas.

4.4. VENTILACIÓN.

Toda sala de calderas deberá de contar con medios suficientes de ventilación al exterior. La ventilación podrá ser natural o forzada. Deberá asegurarse una aportación de aire exterior suficiente para la combustión, y para que la temperatura del ambiente no supere los 35°C.

Deberá de preverse, como mínimo, una aportación de aire exterior de 20 Kg de aire, por cada kilogramo de combustible de aire utilizado. Esta aportación podrá realizarse mediante ventilación directa, natural o forzada:

- La ventilación directa desde el exterior, se realizará mediante aberturas con rejillas de protección a la intemperie de área libre mínima de 50 cm, por cada 10000W de potencia nominal. Se recomienda utilizar más de una abertura, colocada en diferentes fachadas si es posible.
- La ventilación natural en el caso en el que el local no sea contiguo a zona al aire libre, pero pueda comunicarse con ella por medio de conductos de menos de 10m. de recorrido horizontal, el área libre mínima de estos será, para conductos verticales 65 cm² por cada 10000 W y para conductos horizontales de 100 cm² por cada 10000 W. en cualquier caso las secciones se dividirán, como mínimo, en dos aberturas, una situada cerca del techo, y la otra cerca del suelo. Podrán practicarse estas aberturas, sin conductos, directamente a los otros locales siempre y cuando tengan una ventilación directa

constante y no se utilicen como almacenes de materiales combustibles. Las aberturas deberán tener una sección total no menor de 200 cm², por cada 10000 W de potencia nominal, e irán provistas de compuertas cortafuegos.

- La ventilación forzada, dispondrá de un ventilador de impulsión asegurados, como mínimo 0.45l/s kW, enclavándolo con los quemadores. Para evitar retornos de aire a otros locales, se exige que la ventilación sea cruzada y permita el barrido de la sala de máquinas.

5. CHIMENEAS Y CONDUCCIONES DE HUMOS.

5.1. GENERALIDADES.

Las chimeneas y conductos de humos cumplirán lo especificado en el Reglamento e Instrucciones de las instalaciones de calefacción y Agua Corriente Sanitaria y los que en su caso les sean exigibles por la Reglamentación sobre Protección Ambiental, Seguridad o Salubridad.

La concepción y dimensiones de la chimenea serán tales que sean suficientes para crea la depresión indicada por el fabricante de la caldera, evacuando los gases a las velocidades indicadas en la IT.IC.08.3.

El conducto de humos será estanco y de material resistente a los humos y la temperatura indicada en la IT.IC.08.5.

Los conductos de los humos no podrán ser utilizados para otros usuarios.

5.2. DISTANCIA DE LAS SALIDAS DE HUMOS A OTRAS CONDUCCIONES.

Las bocas de las chimeneas estarán por lo menos a un metro por encima de las cubreras de los tejados, muros o cualquier otro obstáculo o estructura, distante menos de 10 metros.

Las bocas de las chimeneas situadas a distancias comprendidas entre 10 y 50metros de cualquier construcción deberán estar a nivel no inferior al

del borde superior del hueco más alto que tenga la construcción más cercana.

Estas distancias se tomarán sobre el plano horizontal que contiene la salida de humos libre de caperuzas, reducción u otros accesorios o remates que pudieran llevar.

5.3. CONCEPCIÓN Y DISEÑO.

La sección del conducto de humos será circular, cuadrada, elíptica o triangular. En estos dos últimos casos, la relación entre sus ejes o lados más pequeños a sus ejes o lados más grandes, no será inferior a 2/3.

Se preverá en la parte inferior del tramo vertical del conducto de humos el correspondiente registro de limpieza en fondo de saco y suficientes registros en tramos no verticales.

Los conductos de unión del tubo de humos a caldera estarán colocados de manera que sean fácilmente desmontables de esta y preferentemente metálicos.

La unión estará soportada rígidamente y las uniones entre diversos trozos de ella, aseguradas mecánicamente, siendo además estancas.

Se evitará la formación de bolsas de gas mediante una disposición conveniente de los canales y conductos de humos y se preverá la evacuación e condensados.

5.4. DIMENSIONAMIENTO.

La sección de los conductos de humo en su recorrido estará calculada de acuerdo con el volumen de gases previsible, quedando prohibidos los cambios bruscos de sección.

En la correspondiente recomendación Técnica de cálculo se dará un método para el dimensionamiento, pero en cualquier caso se respetarán las velocidades mínimas de humos por chimeneas establecido en la IT.IC.08.3.

5.5. CONSTRUCCIÓN.

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalaciones, etc.)

No podrán utilizarse como parámetros constructivos de la chimenea ningún paramento del edificio.

El conducto de humos estará aislado térmicamente de modo que la resistencia térmica del conjunto, conducto-caja sea tal que la temperatura en la superficie de la pared no sea 5°C, por encima de la temperatura ambiente de proyecto de local y en ningún caso superior a 28°C. La localización de este aislamiento térmico se hará sobre el conducto para evitar el enfriamiento de los gases. Se cuidará la estanqueidad de la caja donde va alojado el conducto o conductos de humo, en especial en los encuentros con forjados, cubierta etc.

La estructura del conducto de humo será independiente de la obra y de la caja, alas que irá unida únicamente a través de soportes, preferentemente metálicos que permitan la libre dilatación de la chimenea.

Cuando atraviesen fachadas o tabiques, lo harán por medio de manguitos, de diámetros superiores en 4 cm. a los del tubo y rellenado el espacio entre ambos con materiales resistentes al fuego.

5.6. MATERIALES.

El material del conducto de humos será resistente a los humos, al calor y a posibles corrosiones ácidas que se puedan formar.

Podrán ser de materiales refractarios o de hormigón resistente a los ácidos, de material cerámico o de acero inoxidable o de otro material idóneo.

6. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

6.1. GENERALIDADES.

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conveniente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se les puede atribuir, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de la maquinaria.

La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea de difícil reparación cualquier error cometido en el montaje, o en las zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería.

El montaje de la instalación se ajustará a los planos y condiciones del proyecto.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones, se solicitará el permiso del Director de Obra.

Igualmente, la sustitución por otros aparatos indicados en el proyecto y oferta, deberá ser aprobada por el director de obra.

Durante la instalación de la maquinaria, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante un tiempo. Una vez terminado el montaje, se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto interna como externamente. La limpieza interior de baterías, calderas, tuberías, etc. Se realizará con disoluciones químicas para eliminar el aceite y la grasa principalmente. Todas las válvulas, motores, aparatos, etc. se montarán de forma que sean fácilmente accesibles para su conservación, reparación o sustitución.

Los envolventes metálicos o protecciones asegurarán firmemente, pero, al mismo tiempo serán fácilmente desmontables. Su construcción y sujeción será tal que no se produzcan vibraciones o ruidos molestos.

Se recomienda que los aparatos de medida lleven indicados los valores en los que normalmente se han de mover los valores medidos por ellos.

Las conducciones estarán identificadas mediante colores normalizados UNE, con indicaciones del sentido del flujo del fluido que circula por ellas.

La concepción de la red general de distribución de agua, será tal que pueda permitirse dejar de suministrar a determinadas zonas o partes de los consumidores sin que quede afectado el servicio del resto, y efectuar reparaciones en circuitos parciales sin anular el servicio del resto.

6.2. CONEXIONES A APARATOS.

Las conexiones de los aparatos y equipos a las redes de tuberías, se harán de forma que no exista interacción mecánica entre aparato y tubería, exceptuando las bombas en línea, y no debiendo transmitirse al equipo ningún esfuerzo mecánico a través de la conexión procedente de la tubería.

Toda conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

Los escapes de vapor de agua, estarán orientados en condiciones tales que no puedan ocasionar accidentes.

Las válvulas de seguridad de cualquier tipo de caldera deberán estar dispuestas de forma que por medio de canalización adecuada, el vapor o agua que por ellas pueda salir, sea conducido directamente a la atmósfera, debiendo de ser visible su salida en la sala de máquinas.

6.3. CANALIZACIONES.

6.3.1. Normas generales.

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas a una escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximas al techo o al suelo, dejando espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

La holgura entre estas, y los parámetros, una vez colocado el aislamiento necesario no será inferior a tres cm. La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del Director de Obra de Edificación.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

La conexión de las bombas a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos de torsión o flexión.

6.3.2. Curvas.

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en su sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de los codos. Los cintrados de los tubos, hasta 50 mm, se podrán hacer en frío, realizándose el resto en caliente.

En ningún caso, la sección de las tuberías en sus tramos curvos será inferior a la sección en sus tramos rectos.

6.3.3. Alineaciones.

En las alineaciones rectas, las desviaciones serán inferiores al dos por mil.

6.3.4. Pendientes.

Las tuberías de agua caliente irán colocadas de manera que no se formen en ellas bolsas de agua. Para la evacuación automática del aire

hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, los tramos horizontales deberán tener una pendiente mínima del 0.2%. Cuando debido a las características de la obra haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de tubería inmediatamente superior al necesario.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, y con preferencia en sentido de circulación del agua.

6.3.5. Anclajes y suspensiones.

Los apoyos de las tuberías, en general serán los suficientes para que, una vez calorifugadas, no se produzcan flechas superiores al 2 por 1000, no ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidos, como calderas, intercambiadores, bombas, etc.

La sujeción se hará con referencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento tales como curvas. Cuando por razones de diversa índole, sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, tales como desplazamiento transversales o giros en uniones, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los elementos de sujeción y guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicarán el aislamiento de la misma.

Las distancias entre soportes para tuberías de cobre serán como máximo las indicadas a continuación:

- En tramos verticales: Para diámetros de menos de 10 mm será de 1,8 m y para diámetros entre 12 y 20 mm será de 2,4 m.
- En tramos horizontales: Para diámetros de menos de 10 mm será de 1,2 m y para diámetros entre 12 y 20 mm será de 1,8 m.

Los soportes de madera o alambre serán admisibles únicamente durante la colocación de la tubería, pero deberán ser sustituidos por las piezas indicadas en estas prescripciones.

Los soportes tendrán la forma adecuada para ser anclados a la obra de fábrica o a dados situados en el suelo.

Se evitará anclar la tubería a paredes con espesor menor de 8 cm., pero en el caso en que fuese preciso, los soportes irán colocados a la pared por medio de tacos de madera u otro material apropiado.

Los soportes en las canalizaciones verticales sujetarán la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados colocar o quitarla tubería, con un movimiento incluso perpendicular al eje de la misma.

Cuando exista peligro de corrosión de los soportes de las tuberías enterradas, estos y las guías deberán de ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

La tubería estará anclada de modo que los movimientos sean absorbidos por las juntas de dilatación y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes serán lo suficientemente robustos para resistir cualquier empuje normal.

Es aconsejable que sean galvanizados y se evitará que cualquier parte metálica del anclaje esté en contacto con el suelo de una galería de conducción.

Los colectores se soportarán debidamente y en ningún caso deben descansar sobre generadores u otros aparatos.

Queda prohibido el soldado de la tubería a los soportes o elementos de sujeción o anclaje.

6.3.6. Pasos por humos, tabiques, forjados, etc.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados... se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm de la parte posterior de los pavimentos.

6.3.7. Uniones.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, son objeto de reducir al mínimo el número de uniones.

Las uniones se realizarán por medio de piezas de unión, manguitos o curvas, de fundición maleable, bridas o soldaduras.

Los manguitos de reducción de tramos horizontales, serán excéntricos y enrasados por la generatriz superior.

En las uniones soldadas en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

Antes de efectuar la unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que pueden haberse formado al cortar o aterrajar los tubos.

Cuando las uniones se hagan con bridas se interpondrá entre ellas una junta de amianto. Al realizar la unión entre dos tuberías no se forzarán estas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc. todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramiento de uniones metálicas.

6.3.8. Tuberías ocultas.

Las canalizaciones ocultas en albañilería, si la naturaleza de esta no se permite su empotramiento, irán alojadas en cámaras ventiladas tomando medidas adecuadas (pintura, aislamiento con barrera de vapor...) cuando las características del lugar sean propicias a la formación de condensaciones en las tuberías de calefacción, cuando estas estén frías.

Las tuberías enterradas y ocultas en forjados deberán disponer de un adecuado tratamiento anticorrosivo y estar envueltas con una protección adecuada, debiendo estar suficientemente resuelto la libre dilatación de la tubería y el contacto de esta con los materiales de construcción.

Se evitará en todo lo posible la utilización de materiales deferentes en una canalización de manera que no se formen pares galvánicos. Cuando ello sea necesario, se aislarán eléctricamente unos de otros, o se hará una protección catódica adecuada.

6.3.9. Purgas.

En la parte más alta de cada circuito se pondrá una purga para eliminar el aire que pudiera allí acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a 15 mm con un purgador y conducción de la posible agua que se eliminase por la purga.

Esta conducción irá en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá de ser visible.

Se colocarán además purgas, automáticas o manuales, en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías o aparatos en los que por su disposición fuese previsible.

6.3.10. Filtros.

Todos los filtros de malla y/o tela metálica que se instalen en circuitos de agua con el propósito de proteger los aparatos de la suciedad acumulada durante el montaje, deberán de ser retirados una vez terminada de modo satisfactorio la limpieza del circuito.

6.3.11. Relación con otros servicios.

Las tuberías no estarán en contacto directo con ninguna conducción de energía eléctrica o de telecomunicación, con el fin de evitar los efectos de la corrosión que una derivación pueda ocasionar, debiendo preverse una distancia mínima de 30 cm a las conducciones eléctricas y de 3 cm a las tuberías de gas más cercanas desde el exterior de la tubería o desde el aislamiento.

Se tendrá especial cuidado en que las canalizaciones de agua fría no sean calentadas por las canalizaciones de agua caliente, bien por radiación directa o por conducción a través de los soportes, debiéndose prever siempre una distancia mínima de 25 cm entre exteriores de tuberías.

Las tuberías no atravesarán las chimeneas, conductos de aire acondicionado ni chimeneas de ventilación.

6.3.12. Válvulas.

Todas las válvulas serán de fácil acceso. Se recomienda disponer de una tubería de derivación con sus llaves, rodeando a aquellos elementos básicos, como válvulas de control, etc., que se puedan averiar y necesiten ser retirados de la red de tuberías para su reparación o mantenimiento.

Se recomienda el empleo de los siguientes tipos de válvulas según su función a desempeñar:

- Para aislamiento: Válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: Válvulas de equilibrado.
- Para vaciado: Válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: Válvulas de esfera.
- Para purga de aire: Válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: Válvula de resorte.
- Para retención: Válvulas de clapeta.

No existirá ninguna válvula ni elemento que pueda aislar las válvulas de seguridad de las tuberías o recipientes a que sirven.

6.3.13. Bombas de circulación.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser suficiente para asegurar que no se produzcan fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedarán bien alineados, y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por una tubería, las bombas no ejercerán

ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará perfectamente al suelo y no a las paredes.

Todas las bombas instaladas en el suelo, incluida la bomba de llenado, tendrá una bancada que evite su contacto directo con el suelo y por tanto eventuales humedades.

La bomba y su motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficientes para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista, será conducida al agua correspondiente.

6.3.14. Elementos de regulación y control.

Los elementos de control y regulación serán los apropiados para los campos de temperatura, humedades, presiones,..., en que normalmente va a trabajar la instalación.

Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que den indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular, sin que esta indicación esté afectada por algún fenómeno extraño a la magnitud que se quiere medir o controlar.

De acuerdo con esto, los termómetros y termostatos, hidrómetros y manómetros, deberán poder dejarse fuera de servicio o sustituirse con la instalación en marcha.

Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

6.3.15. Alimentación y vaciado.

En toda instalación de agua existirá un circuito de alimentación que dispondrá de una válvula e retención y otra de corte antes de la conexión a la instalación, recomendándose, además la instalación de un filtro.

La alimentación de agua podrá realizarse al depósito de expansión o a una tubería de retorno.

En cada ramal de la instalación que pueda aislarse, existirá un dispositivo de vaciado. La alimentación de agua al sistema no podrá realizarse por motivos de salubridad, con una conexión directa a la red de distribución urbana. Será necesaria la separación física de ambos circuitos.

6.3.16. Depósito de expansión.

Los circuitos de agua caliente deberán equiparse con el correspondiente vaso de expansión, pudiendo ser abierto o cerrado. No se emplearán vasos de expansión cerrados con colchón de aire en contacto directo con el agua del vaso. El vaso de expansión cerrado deberá colocarse preferentemente en la sala de máquinas.

Estos vasos irán calorifugados y no expuestos a congelación y colocados en un lugar accesible en todo momento al personal de mantenimiento. El dispositivo de rebose estará especialmente diseñado para evitar la congelación del agua en su interior cuando exista esta posibilidad por el equipo de clima.

La instalación estará equipada con un dispositivo que permita comprobar en todo momento el nivel de agua de la instalación.

Si se coloca un vaso de expansión cerrado debe colocarse preferentemente en la aspiración de la bomba evitando la formación de una bolsada aire en el mismo.

7. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS INSTALACIONES.

7.1. GENERALIDADES.

Con el fin de evitar consumos de energía superfluos, los aparatos, equipos y conducciones que contengan fluido a temperatura inferior a la ambiente o superior a 40°C dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía.

El aislamiento térmico de aparatos, equipos y conducciones metálicas cuya temperatura de diseño sea inferior a la del punto de rocín del ambiente en el que se encuentre, será impermeable al vapor de agua, o al menos quedará protegido, una vez colocado, por una capa que constituya una barrera de vapor.

Los aparatos, equipos y conducciones de la instalación deberán quedar aislados de acuerdo con las exigencia de carácter mínimo que a continuación se indicarán, entendiéndose que en cualquier caso las pérdidas térmicas globales horarias no superen lo estipulado en la IT.IC.04.

7.2. MATERIALES.

El material de aislamiento no contendrá sustancias que se presten a la formación de microorganismos en él. No desprenderá olores a las temperaturas a las que va a ser sometido, no sufrirá deformaciones como consecuencia de las temperaturas ni debido a una accidental formación de condensaciones.

Será compatible con las superficies a las que va a ser aplicado, sin provocar corrosión de las tuberías en las condiciones de uso.

La conductividad térmica del aislamiento será la especificada en el nuevo código técnico de edificación. El aislamiento de las calderas, o partes de la instalación que van a estar próximos a focos de fuego, será de materiales incombustibles.

7.3. COLOCACIÓN.

La aplicación del material aislante deberá cumplir las siguientes exigencias:

- Antes de su colocación deberá haberse quitado de la superficie aislada toda materia extraña, herrumbre...
- A continuación se dispondrán dos capas de pintura antioxidante u otra protección similar en todos los elementos metálicos que no está debidamente protegidos contra la oxidación.
- El aislamiento se efectuará a base de mantas, filtros, placas, segmentos, coquillas soportadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que haga un asiento compacto y firme en las piezas aislantes y de que se mantenga uniforme el espesor.

- Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de este, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las distintas capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.
- El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios, para que no se deteriore con el paso del tiempo.
- El recubrimiento o protección del aislamiento se realizará de manera de que quede firme y lo haga duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste.
- La barrera de anti vapor, si es necesaria, deberá de estar situada en la cara exterior de aislamiento, con el fin de garantizar la ausencia de agua condensada en la masa de aislante.
- Todas las piezas de materiales de aislante, así como su recubrimiento protector y demás elementos, se presentarán sin defectos ni exfoliaciones.

7.4. AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

Hasta diámetros de 150 mm., el aislamiento se realizará siempre con coquillas.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán preferentemente con casquetes aislantes desmontables, de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos se puedan desmontar.

8. RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

8.1. GENERALIDADES.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y las especificaciones de las instrucciones técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de ellas se realizarán en presencia del Director de Obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito.

8.1.1. Pruebas parciales.

A lo largo de la ejecución deberá haberse hecho las pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado el Director de Obra.

Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de descubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

8.1.2. Pruebas finales.

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el Director de Obra.

8.1.3. Recepción provisional.

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el Director de Obra, se procederá en el acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

8.1.4. Recepción definitiva.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido éstos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya sido cursado aviso en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

8.2. PRUEBAS FINALES.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el Director de Obra tales como limpieza, suministro de energías, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

8.2.1. Pruebas específicas.

- Rendimiento de calderas: Se realizarán las pruebas térmicas de calderas de combustión comprobando como mínimo el gasto de combustible, temperatura, contenido enCO₂ y pérdidas de calor por la chimenea.
- Seguridad: Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

8.2.2. Pruebas globales.

Se realizarán como mínimo las siguientes pruebas globales, independientemente de aquellas otras que desee el Director de Obra.

- Comprobación de materiales, equipos y ejecución. Independientemente de pruebas parciales, o controles de recepción realizados durante la ejecución se comprobará, por el Director de Obra, que los materiales y equipos instalados se corresponden con los especificados en el proyecto y contratados con la empresa instaladora, así como la correcta ejecución del montaje.

Se comprobará en general la limpieza y cuidado del buen acabado de la instalación.

- Pruebas hidráulicas. Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, todos los equipos y conducciones deberán someterse a una prueba de estanqueidad, como mínimo a una presión interior de prueba en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 kPa y una duración no inferior a 24 horas.

Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua en circuitos (bombas en marcha), comprobación de la limpieza de los filtros de agua y medida de presiones. Por último se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a temperatura de régimen.

- Prueba de libre dilatación. Una vez las a pruebas anteriores hayan sido satisfactorias, se dejará enfriar bruscamente la instalación hasta una temperatura de 60°C de salida de calderas, manteniendo la regulación anulada y las bombas en funcionamiento.

A continuación se volverá a calentar hasta la temperatura de régimen de salida de la caldera.

Durante la prueba se comprobará que no ha habido deformación apreciable visualmente en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

- Pruebas de conductos. Se realizarán de acuerdo con la norma UNE 100.104, para los conductos de chapa.
- Pruebas de prestaciones térmicas. Se realizarán las pruebas que a criterio del Director de Obra sean necesarios para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno o de verano, obteniendo un estadillo de condiciones higrotérmicas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas.

Cuando la temperatura media en las habitaciones sea igual o superior a la contractual corregida, como se especifica más adelante en función de las condiciones meteorológicas exteriores, se dará como satisfactoria la eficacia térmica de la instalación.

Las condiciones climatológicas exteriores: la mínima del día no será inferior en 2°C o superior en 10°C a la contractual exterior.

La temperatura de las habitaciones se corregirá como sigue: se disminuirá en 0,5°C, por cada grado centígrado que la temperatura mínima del día haya sido inferior a la exterior contractual. O bien se aumentará en 0,15°C por cada grado centígrado que la temperatura mínima del día haya sido superior a la exterior contractual.

- Otras pruebas.

Por último se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía que se dictan en esta instrucción técnica.

Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

8.3. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Antes de realizar el acto de recepción provisional deberán haberse cumplido los siguientes requisitos previos:

- Realización de las pruebas finales a perfecta satisfacción del Director de Obra.
- Presentación del certificado de la instalación según el modelo, ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

8.3.1. Documentación de recepción.

Una vez cumplimentados los requisitos anteriores, se realizará el acto de recepción provisional, en el que el Director de Obra, en presencia de la firma instaladora, entregará al titular de la misma, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

- Acta de recepción, suscrita por todos los presentes (por duplicado).
- Resultados de las pruebas.
- Manual de instrucciones, según lo especifica en la IT.IC.22.1.
- Libro de mantenimiento, según se especifica en al IT.IC.22.3.
- Proyecto de ejecución, en el que junto a una descripción de la instalación, se relacionan todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como los planos definitivos de lo ejecutado, como mínimo un esquema de principio, esquema de control y esquemas eléctricos.
- Esquemas de principio de control y seguridad debidamente enmarcado para su colocación en la sala de máquinas.

- Copia del certificado de la instalación presentado a la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

8.3.2. Responsabilidad.

Una vez realizado el acto de recepción provisional, la responsabilidad de la conducción y mantenimiento de la instalación se transmite íntegramente a la propiedad, sin perjuicio de las responsabilidades contractuales que en concepto de garantía hayan sido pactadas y obliguen a la empresa instaladora.

9. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

9.1. GENERALIDADES.

Para la puesta en funcionamiento de las instalaciones de Calefacción y A.C.S., será necesaria la presentación en la Delegación del Ministerio de Industria y Energía de un Certificado suscrito por el técnico, bajo cuya dirección se ha realizado el montaje y visado por el Colegio Profesional correspondiente.

En el Certificado se expresará que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado y registrado en el Ministerio de Industria y Energía y cumple con todos los requisitos exigidos por el Reglamento e Instrucciones técnicas de las Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria y con las que en su caso les sean de aplicación. Se harán constar en el mismo los resultados de las pruebas a que hubiere lugar.

En el caso de que el Director de Obra en el curso de la misma apreciase que la instalación no se realiza de acuerdo con el proyecto registrado y con la reglamentación vigente exigirá, bajo su responsabilidad, las modificaciones oportunas.

En las instalaciones en las que se hubiese sustituido el proyecto específico por la documentación presentada por el instalador, este Certificado, en el que se harán constar los mismos extremos exigidos al Director, podrá ser sustituido por otro suscrito por el instalador.

9.2. INSPECCIONES.

Las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, podrán disponer cuantas inspecciones de las instalaciones sean necesarias con el fin de comprobar y vigilar el cumplimiento de las Instrucciones Técnicas.

9.3. SANCIONES.

El incumplimiento de las condiciones impuestas en este Documento por el titular de la instalación, además de las sanciones que en su caso correspondan, podrá dar lugar a la paralización inmediata del funcionamiento de la misma.

El Certificado de la instalación, expedido por el Director de Obra, tendrá el contenido mínimo que se señala en el modelo que se indica en el capítulo 9 de este pliego de condiciones.

El cumplimiento de este requisito no eximirá al director de Obra o al instalador de expedir aquellas otras certificaciones que le pudieran ser exigidas por los respectivos Reglamentos de combustibles.

9.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA.

El titular de la instalación presentará ante la empresa suministradora de energía junto con su solicitud, copia del Certificado del Director de Obra, con fecha de registro de entrada en la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

Con independencia de lo señalado en el presente Documento deberá cumplirse cuanto se disponga en los Reglamentos correspondientes a las energías empleadas.

10. MANTENIMIENTO.

10.1. GENERALIDADES.

Uno de los factores de ahorro de energía más importantes es el mantenimiento constante a lo largo de todo el funcionamiento de las características técnicas de la instalación y los equipos que la forman. De aquí la necesidad de que las instalaciones sean objeto de una adecuada atención para obtener de ellas el mejor rendimiento energético posible, observando la seguridad y máxima eficiencia de sus prestaciones.

10.2. MANUAL DE INSTRUCCIONES Y NORMAS DE SEGURIDAD.

Al terminar la instalación en el momento que se indica en la IT.IC.21., el instalador viene obligado a entregar al titular de la misma o al Director de la Obra un “Manual de Instrucciones” de la instalación, que será aprobado como correcto por el director de Obra, y si no procediese, por incorrecto, será rehecho por el instalador.

En este “Manual de Instrucciones” se incluirá un esquema de la instalación en el cual los aparatos sean de fácil e inequívocamente identificados con los de la instalación.

El “Manual de Instrucciones” deberá contener:

- Características, marca, dimensiones de todos los elementos que componen la instalación tanto el planta generadora como en las redes de tuberías exteriores, distribución interior, regulación, etc.
- Instrucciones concretas de manejo y maniobra de la instalación y de seguridad previstas.
- Instrucciones sobre las operaciones de conservación a realizar sobre los elementos más importantes de la instalación: quemadores, calderas, bombas, aparatos de regulación, etc..
- Instrucciones sobre las operaciones mínimas de mantenimiento para el conjunto de la instalación.

- Frecuencia y forma de la limpieza de los equipos de producción de calor.
- Frecuencia y forma de limpieza y engrase de las partes móviles de la instalación.
- Frecuencia y forma de limpieza de intercambiadores de calor.
- Límites de dureza del agua de alimentación de la instalación e Instrucciones de Mantenimiento y Comprobación del equipo de tratamiento, cuando éste exista.

Este Manual de Instrucciones se encontrará preferentemente en la sala de máquinas a disposición del encargado de la instalación.

Además de lo indicado en el Manual de Instrucciones, las Normas que afecten al a seguridad se colocarán próximas al aparato o aparatos de los que se trate, con preferencia en una placa metálica y hoja plastificada que garantice la fácil lectura y la permanencia en el tiempo del escrito.

10.3. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento de la instalación será en todo caso el adecuado para asegurar que las características de las variables de funcionamiento sean tales que se mantengan dentro de los límites indicados en la IT.IC.04.

Las comprobaciones mínimas a realizar para el mantenimiento son las siguientes:

1. Medida de la temperatura de los gases de combustión.
2. Medida del contenido de CO₂ en los humos.
3. Tiro en la salida de humos de la caldera.
4. Limpieza de la caldera y de su circuito de humos y chimenea.
5. Limpieza de los filtros y baterías de equipos unitarios.
6. Comprobación de la estanqueidad del cierre de la caldera y de la unión al quemador.
7. control de consumo de energía en relación con la potencia de equipo.
8. Control de temperatura de ida respecto a lo que debería ser según la regulación automática que exista.

9. Control de la temperatura de distribución del agua caliente sanitaria.
10. Control de la temperatura de precalentamiento del combustible de acuerdo con su viscosidad.
11. Tolerancia de las variables que controlan los termostatos y presostatos.
12. Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

Se tomarán las medidas necesarias para corregir las vibraciones, fugas de agua, vapor, etc. Que con el uso de la instalación se vayan produciendo y en particular se mantendrá el goteo de los prensaestopas de las bombas cuando estas existan y lo requieran en sus justos límites.

Las operaciones 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10 deberán llevarse a cabo mensualmente.

Las operaciones señaladas en los puntos 11 y 12 se comprobarán dos veces por temporada o semestre.

Las operaciones de limpieza 4, 5 y 6 deberán llevarse a cabo al principio de temporada de calefacciones, salvo los filtros, que se limpiarán y renovarán mensualmente.

Independientemente de las verificaciones periódicas anteriores, se tomarán las medidas necesarias para que los valores límites normales, cuando existan señales claras de que existe un funcionamiento irregular de la instalación.

Los espacios ocupados por la instalación se mantendrán limpios, no permitiéndose el almacenamiento de material, residuos o deshechos.

Absolutamente se impedirá el almacenamiento de materiales combustibles.

Periódicamente se procederá a la inspección visual de los circuitos a presión, comprobándose su estanqueidad, y si esta resulta dudosa, se realizarán las pruebas que fueran necesarias.

10.4. LÍMITES.

El titular del Libro de Mantenimiento será responsable de mantener las pérdidas de calor por la chimenea por debajo de los límites señalados en la IT.IC.04.

Igualmente será responsable de mantener los valores señalados de las variables, para defensa del medio ambiente, por debajo de lo indicado en IT.IC.02

El contenido de CO no deberá superar en ningún caso el 0,1% del volumen de los humos secos y sin excesos de aire.

10.5. SANCIONES.

Cuando los titulares no tengan el Libro de Mantenimiento al día, o no procedan a mantener los límites de pérdidas de calor y de variables de funcionamiento anteriormente indicados, las empresas suministradoras de energía, cuando tengan conocimiento de ello, informarán a la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía, quien ordenará la suspensión del suministro.

10.6. INSPECCIONES PERIÓDICAS.

Las instalaciones serán revisadas por personal facultativo de la Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, siempre que por causas justificadas, y para prevenir posibles peligros, las citadas Delegaciones, por sí mismas, por disposición gubernativa, por denuncia de terceros, o por resultados desfavorables apreciados en el Libro de Mantenimiento, juzguen oportuna o necesaria esta revisión.

El personal facultativo podrá ordenar su inmediata reparación, dando cuenta de ello a la empresa suministradora de energía para que suspenda los suministros, que no deberán ser reanudados hasta que medie la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

Los propietarios o usuarios de las instalaciones, podrán solicitar en todo momento, justificando la necesidad, que sus instalaciones sean reconocidas por la Delegación Provincial correspondiente, y que del resultado de esta inspección sea expedido el oportuno dictamen.

PLIEGO DE CONDICIONES DEL SUELO RADIANTE.

1. CONDICIONES GENERALES.

1.1. OBJETO.

El objeto de este pliego de condiciones será el de establecer las exigencias de índole técnicas para la ejecución y el mantenimiento de las instalaciones de suelo radiante de este proyecto.

Este pliego de condiciones formará parte de la documentación del proyecto y regirá en la obra de ejecución del mismo.

1.2. APLICACIÓN.

Las prescripciones citadas en el presente pliego de condiciones se aplicarán totalmente en todos los aspectos del proyecto, los cuales serán:

- Ejecución de la obra.
- Medición.
- Valoraciones de las mediciones.
- Aspectos económicos.
- Aspectos administrativos.

Se supondrá que la contrata conocerá y admitirá el contenido de dicho pliego de condiciones, y las dudas que se pudieran plantear en su aplicación e interpretación serán dilucidadas por el director de obra.

Cualquier variación que se pretenda realizar sobre lo proyectado, deberá ser puesta previamente en conocimiento del director de la obra, sin cuya autorización no podrá ser ejecutada. Dichas variaciones en caso de ser realizadas deberán de reflejarse en el libro de obra, procediéndose inmediatamente a la correspondiente variación del presupuesto en caso de estimarse necesario.

El incumplimiento de estos requisitos, hará a la contrata responsable de las consecuencias que las variaciones de lo proyectado pudiesen originar.

1.3. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.

En la ejecución del presente proyecto, se tendrá en cuenta todo lo dispuesto en las normas y reglamentaciones vigentes:

- Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE).
- Instrucciones Técnicas y Complementarias (IT.IC). Orden Ministerial del 16 de Julio de 1981.
- Real decreto 2946/1982 del 1 de Octubre, por el que se añade una disposición transitoria al Real Decreto 16 18/1980 del 4 de Julio y se modifica su disposición final quinta.
- Reglamento de actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (Decreto 2414/1961 del 30/11/1961, BOE del 7/12/1961).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M del 9/3/1971).
- Reglamento de Instalaciones de Calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.
- Ley de prevención de riesgos Laborales 3 1/1995 del 8 de Noviembre. (B.O.E. del 10/11/95) y la Instrucción 26/02/96 para aplicación de la anterior en la Administración del Estado. (B.O.E. del 8/3/96).
- R.E.13.T (Decreto 2414/73 del 20 de Septiembre).
- Instrucciones complementarias del R.E.B.T. (Orden del 31 de octubre de 1973).
- Hojas de interpretación del Ministerio de Industria sobre el R.E.B.T.

- Modificaciones y ampliaciones a las instrucciones del R.E.B.T.
- Normas particulares de la Compañía suministradora de energía eléctrica.
- Normas UNE de AENOR relativas a instalaciones eléctricas.
- R.V.E (Decreto 1725/84 del 18 de Junio).

2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

2.1. CONTRAINDICACIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.

Lo mencionado en este pliego y omitido en los demás documentos del proyecto o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en todos los documentos.

En caso de contradicciones prevalecerá lo prescrito en este pliego de condiciones.

Las omisiones en este pliego de condiciones o en el resto de los documentos del proyecto, o las prescripciones erróneas de los detalles de obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención de las obras, y por uso o costumbre deban ser realizados, no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos ó erróneamente descritos, si no que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completamente y correctamente especificados en todos los documentos.

2.2. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS.

El contratista deberá confrontar inmediatamente después de adjudicada la obra, todos los planos y medidas, y deberá informar por escrito a la Dirección Facultativa en el plazo mínimo de diez días de cualquier contradicción o error.

Las cotas de los planos deberán en general, ser predefinidas a la medida de escala.

Se preferirán los planos con la mayor ampliación posible.

2.3. PROGRAMA DE TRABAJO.

El contratista presentará en un plazo de siete días posteriores a la adjudicación de las obras y antes del comienzo de las mismas, el programa de trabajo con especificaciones de los plazos parciales de las distintas unidades de la obra. Dicho programa, para que sea vigente, deberá de ser aprobado por la Dirección Facultativa, la cual, en caso de discrepancia, fijará el orden y el plazo de ejecución de los distintos trabajos.

El plan de obra, una vez aprobado, se incorporará a este pliego y adquirirá por tanto carácter contractual.

Así mismo, el contratista deberá presentar una relación completa de los servicios, equipos y planos de detalle necesarios para una correcta ejecución de las obras y se comprometerá a realizar la misma en las etapas previstas.

2.4. REPLANTEO DE LAS OBRAS.

Antes de iniciar la ejecución de las obras se procederá al replanteo de las mismas sobre el terreno.

Durante la ejecución de las obras se realizarán los replanteos que interesen al contratista o a la dirección de la obra.

Todos los replanteos deberán de ser realizados en presencia de la dirección facultativa, así mismo esta deberá de dar su aprobación a los mismos por escrito.

El replanteo inicial de la obra se realizará dentro de los diez días siguientes de la adjudicación.

2.5. ACTA DE REPLANTEO.

Realizado el replanteo, se procederá a levantar el Acta de Replanteo, en la que se recogerán todas las observaciones que se consideren necesarias

y oportunas. Este deberá de ser firmado por duplicado por la Dirección Facultativa y el contratista en el referido plazo de diez días siguientes a la adjudicación.

El Acta de Replanteo será requisito indispensable para el comienzo de las obras.

2.6. INICIACIÓN Y PROSECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Una vez firmado por ambas partes el Contrato y el Acta de Replanteo, el contratista deberá comenzar las obras dentro de un plazo máximo de siete días y en ningún caso la finalización de las mismas deberá de superar el plazo de ejecución previsto.

2.7. RESPONSABILIDADES DEL REPLANTEO.

El contratista será el único y exclusivo responsable de que desaparezca o se modifique alguna de las condiciones señaladas en el replanteo, así como, de las consecuencias que pudieran derivar las modificaciones o la errónea interpretación del Acta de Replanteo.

2.8. GASTOS DEL MATERIAL Y PERSONAL DE REPLANTEO.

Serán por cuenta del contratista todos los gastos que se pudieran originar en la realización de las Actas de Replanteo.

Así mismo, será por su cuenta todo el material que se precise utilizar y deberá poner a disposición de la Dirección Facultativa el personal que se estime necesario utilizar para llevar a cabo adecuadamente los replanteamientos.

3. MEDICIONES Y ABONADOS.

3.1. ENSAYOS.

Durante la ejecución de las obras y antes de proceder a la recepción de las mismas, la Dirección de Obra podrá ordenar la realización de cuantas pruebas y ensayos oficiales estime o no realizar para una buena marcha de los trabajos y verificación de las calidades y prestaciones exigidas a los materiales.

Los medios necesarios para ello, y los gastos que se pudieran derivar de dichas pruebas, serán por cuenta del contratista, hasta un importe máximo equivalente al uno por ciento del presupuesto de la ejecución de la contrata.

3.2. MEDICIONES Y ABONOS DE LAS OBRAS TERMINADAS.

Las unidades de obra totalmente terminadas y recepcionadas se medirán y abonarán de acuerdo con el proyecto y las condiciones económicas del mismo.

La medición será realizada por la dirección de obra y tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista o de quien el delegue, entendiéndose que este renuncia a tal derecho si, avisándosele oportunamente no compareciese a tiempo. En tal caso se tomará por válido el resultado que la dirección de obra logre en las pruebas.

Los precios a que se abonarán serán los correspondientes a los precios unitarios del presupuesto o precios unitarios contratados. Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, la manipulación y el empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes. Así se entenderá que todos los precios que comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas y toda clase de operaciones directas e indirectas necesarias para dejar las unidades de obra total y correctamente terminadas.

También se entenderán incluidas cualquier norma de seguridad, señalización, mantenimiento de condiciones de servicio, desvíos, seguros de accidente y de responsabilidad civil.

3.3. ABONO DE OBRAS DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.

Si alguna unidad de obra no se ejecutase debidamente con sujeción estricta a las condiciones del contrato, y fuese sin embargo admitida, podrá ser provisional o definitivamente recibida, pero el contratista estará obligado a aceptar la rebaja que la dirección de obra aplique por este concepto, salvo en el caso de que el contratista prefiera rectificar a cuenta

suya, según condiciones del proyecto y dentro de los plazos de ejecución previstos.

3.4. ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS.

Si por rescisión de contrato o por otra causa cualquiera, fuera preciso valora obras incompletas, el contratista deberá de atender a la tasación que realice la dirección de obra, sin que tenga derecho a reclamación alguna.

3.5. ABONO DE LAS OBRAS ACCESORIAS.

La adjudicación adquiere la obligación de ejecutar todos los trabajos que se le ordenen, aún cuando no se hallen expresamente estipulados en el proyecto, siempre que lo disponga así la dirección de obra, sin que ello dé lugar a reclamación alguna por parte del contratista. Estas obras se ejecutarán con arreglo a los proyectos de detalle en caso de que su importancia lo exija, o con arreglo a las instrucciones de la dirección de obra.

Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista se abonarán a los precios contratados si fueran estos aplicables. Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto y que por tanto, no tienen precio señalado en el presupuesto, la dirección de obra determinará los costes antes de la ejecución de los trabajos.

3.6. MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO.

Si antes de iniciar las obras o durante su ejecución se acordase introducir en el proyecto modificaciones que impongan aumento o reducción y aún supresión de las cantidades de obra o materiales previstos en el presupuesto, estas serán obligatorias para el contratista, abonándosele en caso de aumento los precios contratados y no teniendo derecho en caso de reducción o supresión a indemnización alguna.

3.7. VICIOS O DEFECTOS DE CONSTRUCCIÓN.

Cuando la administración o dirección de obra presumesen la existencia de vicios o defectos de construcción, estando en curso la ejecución de las obras o antes de su recepción definitiva, se podrá ordenar la reconstrucción de las partes defectuosas de la instalación.

3.8. MATERIALES SOBANTES.

La administración no adquiere compromiso alguno ni obligación de comprar o conservar los materiales sobrantes después de haberse ejecutado las obras o los no empleados en caso de declararse la rescisión del contrato.

3.9. RECLAMACIONES.

En caso de que el contratista adjudicatario formulase reclamaciones contra las valoraciones efectuadas por la dirección de obra, esta pasará dichas reclamaciones con su informe correspondiente, a la administración, quien con ayuda de asesoramiento exterior a la obra, resolverá como estime oportuno. Contra esta resolución cabrán recursos propios de las vías administrativas.

4. CONSIDERACIONES GENERALES.

4.1. SUBCONTRATOS.

Sin necesidad de especificación vienen comprendidas en el presente Pliego de Condiciones las prestaciones auxiliares para la realización y determinación de la obra de conformidad del proyecto.

La utilización por el Contratista de prestaciones y servicios auxiliares por parte de terceros no implica conformidad con ellos ni subroga a este, frente a la Administración de los derechos de aquel ni revela a dicho Contratista de sus obligaciones y responsabilidades.

El Adjudicatario realizará los trabajos con el personal necesario para el desarrollo del programa y plazos de la obra, mediante las relaciones de trabajo o vinculo profesional establecidos por la legislación vigente.

Las disposiciones sobre remuneración y demás condiciones de trabajo, seguridad e higiene y previsión laboral afectarán inexcusablemente al contratista y su incumplimiento, a parte de la jurisdicción a la que corresponda su conocimiento, implicará el de este contrato.

La subcontratación de una parte o la totalidad de la obra no podrá realizarse sin la debida revisión y autorización de ésta por parte de la Dirección Facultativa.

4.2. PERSONAL DEL CONTRATISTA.

El Contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico necesario.

La Dirección Facultativa podrá prohibir la permanencia en las obras del personal del Contratista, por motivos de falta de obediencia y respeto o por otra causa de actos que comprometan la marcha de los trabajos.

4.3. LIBRO DE OBRA.

Con el fin de lograr una correcta coordinación de la obra y el de evitar dudas y malos entendidos que se pudieran causar, el Contratista tendrá a su disposición de parte de la Dirección Facultativa, un libro de obra en el que se anotarán en forma de diario las ejecuciones y las variaciones que en la obra puedan ocurrir, debiendo ser firmado por la Dirección Facultativa y por parte del Contratista por el responsable de la obra en cada visita que se realice por esta Dirección.

Este libro constará de páginas numeradas y selladas, y deberá permanecer en la obra mientras dure la misma. En él se deberán anotar todas las variaciones y modificaciones que surjan durante el desarrollo de la obra.

Cuando las modificaciones o variaciones se detallen en croquis o planos, estos se fecharán y firmarán por ambas partes, además de indicarse en el mismo la página y correspondiente referencia del libro de obra.

4.4. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

El plazo para la completa ejecución de las obras será de dos meses a partir de la fecha de adjudicación definitiva de las mismas.

Este plazo de ejecución total de las obras así como los plazos parciales que se determinen en el programa de trabajo se realizarán de mutuo acuerdo entre el Contratista y La Dirección Facultativa, antes de la adjudicación de la obra.

4.5. PERMISOS Y LICENCIAS.

El contratista deberá obtener a su costa todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, corriendo a su cargo la confección de todos los documentos y trámites necesarios para la legalización de cada instalación ante la Delegación de Industria, debiendo gestionar las instancias de solicitud de aprobación y puesta en marcha necesarias.

Las instalaciones no se considerarán concluidas hasta que dichos trámites estén totalmente cumplimentados.

4.6. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos perjuicios, directos o indirectos que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público o privado, como consecuencia de los actos, u omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

Durante el periodo de garantía, será responsable de los perjuicios que puedan derivarse de materiales o trabajos incorrectos.

Las personas que resulten perjudicadas deberán de ser compensadas a su costa, adecuadamente.

Los servicios o propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparados a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados, de forma aceptable.

4.7. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Terminadas las obras e instalaciones y como requisito previo a la recepción de las mismas, la Dirección Facultativa procederá a realizar los ensayos y medidas necesarias para comprobar que los resultados y condiciones de la instalación son satisfactorios. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el Contratista realizará cuantas operaciones y modificaciones sean necesarias para lograrlos.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma del documento de recepción provisional, al que se acompañarán dos actas firmadas por la Dirección Facultativa y visadas por el Colegio Oficial.

4.8. SANCIONES.

4.8.1. Por plazo de ejecución de las obras.

La demora encomenzar o terminar las obras en su ejecución parcial o total será sancionada con una multa de veinte mil pesetas diarias y si el retraso llegase a quince días sin causa justificada, se procederá a la rescisión de contrato por parte de la Dirección Facultativa si esta lo considera oportuno.

No podrá considerarse como causa de fuerza mayor la escasez de materiales, la falta de medios de transporte, medios auxiliares, mano de obra, etc. Por lo que el Contratista deberá asegurarse los medios necesarios antes de presentar su aprobación.

4.8.2. Por incumplimiento de los resultados de la instalación.

Terminada la obra y antes de proceder a su recepción provisional, serán realizadas las comprobaciones necesarias de los resultados de la instalación proyectados y exigidos.

Si estos resultados presentasen una dispersión inferior al 10% en relación a los valores exigidos, se considerarán como validos a consecuencia de los lógicos errores de montaje.

En el caso de que la dispersión alcance valores comprendidos entre un 10% y un 25% de los exigidos, se aplicará una sanción del 20% del costo total de la instalación en la que no se obtengan los resultados previstos.

En el caso de que las dispersiones sean superiores a un 25% de los valores exigidos, la instalación deberá ser modificada hasta que cumpla los valores exigidos.

Todos los gastos de modificación de la instalación, incluida la sustitución de los materiales, serán por cuenta del contratista.

4.9. PLANOS DEFINITIVOS DE OBRA.

En el plazo de un mes, contando a partir de la fecha de la recepción provisional, el Contratista estará obligado a entregar los planos generales definitivos de obra, en los cuales se recogerá la situación definitiva de los elementos de la instalación y sus características.

Así mismo, el Contratista facilitará sin cargo los planos de cuantos detalles de obra se consideren necesarios.

4.10. PLAZO DE GARANTÍA.

A partir de la fecha de finalización de las obras, comenzará a contarse el plazo de garantía, que será de un año, durante el cual el Contratista vendrá obligado a conservar la instalación en perfectas condiciones, reponiendo los materiales defectuosos, deteriorados o rotos.

Si en el plazo requerido no son reparadas las posibles anomalías existentes, la propiedad podrá encargar su reparación a otro Contratista, y descontar el valor de ellas en las retenciones practicadas.

4.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Transcurrido el plazo de garantía y antes de proceder a la recepción definitiva de las instalaciones, se efectuará una comprobación de todos los elementos integrantes de la misma y en caso de no observarse anomalías ni disfunciones se procederá a la realización de la recepción definitiva.

5. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.

5.1. EXIGENCIAS DE RENDIMIENTO Y AHORRO DE ENERGÍA.

5.1.1. Generalidades.

Las posibilidades de utilización eficaz de la energía dependen en gran parte del tipo de instalación que se proyecte y del sistema de regulación de que esté equipada, de las condiciones climáticas, de las características térmicas del edificio y del tipo de ocupación de este.

Para ello deberá elegirse adecuadamente el sistema de calefacción o climatización y respetar las Instrucciones Técnicas en todos sus aspectos, especialmente en los que inciden en el consumo de energía, fraccionamiento de potencia, flexibilidad del servicio de la instalación, anulación del servicio en zonas o edificios inoculados, aislamiento térmico, etc.

5.1.2. Condiciones ambientales.

Temperatura de los locales

Quedan excluidos de cualquier tipo de calefacción o climatización todos aquellos locales que no son normalmente habitados, tales como: garajes, trasteros, archivos no institucionales, rellanos de ascensores, cuartos varios de servicios (contadores, basura, limpieza, etc.), salas de máquinas, etc.

Para los locales calefactados, la temperatura media interior no rebasará nunca los 200 C, a menos que las condiciones térmicas resultantes se obtengan sin gasto alguno de energía de tipo convencional.

Humedad relativa de los locales

No se permitirá la utilización de sistemas con consumo de energía convencional para modificar la humedad relativa de los espacios interiores cuando ésta se mantenga en un valor superior al 30% en invierno.

En ningún caso se podrá aplicar un proceso de recalentamiento con consumo de energía convencional para mantener en los locales, relativas inferiores al 65%.

5.1.3. Aislamiento térmico.

A efectos de ahorro de energía, deberán tenerse en cuenta las prescripciones establecidas en la IT.IC. 19.

5.1.4. Regulación.

Las instalaciones de calefacción estarán dotadas de los equipos de regulación necesarios que permitan ajustar los consumos de energía térmica a las variaciones de las cargas.

Las instalaciones deberán disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio la totalidad o parte de la misma en función del régimen de ocupación.

5.1.5. Instalaciones en las viviendas.

Estarán dotadas de, al menos, un dispositivo de regulación con un termostato situado en el local de mayor carga térmica o más característica.

Los restantes locales tendrán dispositivos por lo menos manuales para poder modificar las aportaciones térmicas de la instalación e incluso dejarla fuera de servicio. Se instalará en un lugar accesible un dispositivo de parada del generador, independiente del mando de impulsión de aire si lo hubiese.

Se recomienda dividir la instalación en dos zonas independientes, correspondientes a dormitorios y zona de día.

5.1.6. Interrupción del servicio.

En edificios de uso residencial como viviendas, hoteles y similares, las instalaciones de calefacción, excepto en la zona climática con más de 1800 grados - día, en base 15 — 15, no podrán funcionar en el periodo comprendido entre las 22 y las 7horas.

5.2. RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

5.2.1. Generalidades.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la Reglamentación vigente y las especificaciones de las Instrucciones Técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del director de obra de la instalación, quién dará fe de los resultados por escrito.

Pruebas parciales

A lo largo de la ejecución deberá haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción etc., de todos los elementos que haya indicado el director de obra.

Pruebas finales

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican sin perjuicio de aquellas otras que solicite el director de obra.

Recepción provisional

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el director de obra, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

Recepción definitiva

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habido siendo estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya sido cursado aviso en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

5.2.2. Pruebas finales.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el director de obra tales como limpieza, suministro de energías, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la

energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

5.2.3. Pruebas globales.

Se realizarán como mínimo las siguientes pruebas globales, independientemente de aquellas otras que deseará el director de obra.

Comprobación de materiales, equipos y ejecución

Independientemente de las pruebas parciales, o controles de recepción realizados durante la ejecución se comprobará, por el director de obra, que los materiales y equipos instalados se corresponden con los especificados en el proyecto y contratados con la empresa instaladora, así como la correcta ejecución del montaje.

Se comprobará en general la limpieza y cuidado del buen acabado de la instalación.

Pruebas de prestaciones térmicas

Se realizarán las pruebas que a criterio del director de obra sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno o verano, obteniendo en estadillo de condiciones higrotermas interiores para unas condiciones exteriores registradas.

Cuando la temperatura media en las habitaciones sea igual o superior a la contractual corregida, como se especifica más adelante en función de las condiciones meteorológicas exteriores, se dará como satisfactoria la eficacia térmica de la instalación.

Condiciones climatológicas exteriores

La mínima del día registrada no será inferior en 2° C o superior en 10 °C a la contractual exterior.

La temperatura en las habitaciones se corregirá como sigue:
Se disminuirá en 0,5° C por cada °C que la temperatura mínima del día haya sido inferior a la exterior contractual.

Se aumentará en 0,15° C por cada °C que la temperatura mínima del día haya sido superior a la exterior contractual.

Otras pruebas

Por último se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía que se dictan en estas instrucciones técnicas.

Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

5.2.4. Recepción provisional.

Antes de realizar el acto de recepción provisional deberán haberse cumplido los siguientes requisitos previos:

- Realización de las pruebas finales a perfecta satisfacción del director de obra.
- Presentación del certificado de la instalación según el modelo adjunto ante la
- Delegación del Ministerio de industria y Energía.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.

1. GENERALIDADES.

1.1. AMBITO DE APLICACIÓN.

El ámbito de aplicación de las prescripciones Técnicas, se extiende a todas aquellas unidades y partidas que figuren en la presente licitación o a aquellas instalaciones que imponga el criterio de la propiedad en la fase de ejecución.

1.2. MEDICION Y VALORACION.

Se realizará con arreglo a las especificaciones desarrolladas en el documento de medición presupuesto y en su defecto se seguirán las directrices del Pliego de condiciones Administrativas.

En los casos donde aparezcan en el presupuesto unidades que no figuren en el referido capítulo o que por sus características especiales no puedan considerarse suficientemente definidas, la medición se realizará de acuerdo con los criterios generales seguidos en la confección de la Medición y Presupuesto y con arreglo a las condiciones técnicas particulares de la instalación.

1.3. MATERIALES Y APARATOS.

Todos los materiales y equipos suministrados por la Empresa Instaladora deberán ser nuevos y de la calidad exigida por el Pliego de Condiciones.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

Se preestablecerá un lugar adecuado para el almacenamiento de los materiales, donde se encuentren debidamente preservados de los agentes externos.

1.4. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

Se cumplirá con lo establecido por el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo y demás normativa en materia de seguridad.

1.5. RESPONSABILIDADES.

La Empresa Instaladora será responsable de la perfecta ejecución de la instalación proyectada de acuerdo al presente Pliego de Condiciones y memoria específica.

1.6. NORMAS.

Será de general aplicación la Normativa legal recogida la presente memoria que le es de aplicación a la instalación proyectada en el mismo.

2. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

2.1. PROCEDENCIA Y CONDICIONES DE LOS MATERIALES.

Todos los equipos y materiales que intervengan en las instalaciones objeto de esta licitación procederán de factorías que merezcan plena garantía, de primera calidad.

Cumplirán con las condiciones que para cada uno de ellos se especifiquen en los artículos que siguen.

El contratista presentará con la debida antelación a la propiedad cuantos materiales se vayan a emplear, para su reconocimiento y aprobación, sin la cual no se autorizará su colocación y puesta en obra, debiéndose demoler lo ejecutado con ellos.

2.2. BOMBA DE CALOR.

Serán de un tipo registrado por el ministerio de Industria y Energía, y deberán ir provistas de los siguientes elementos:

- Utensilios necesarios para limpieza.
- Aparatos de medida de temperatura y altura que irán colocados en lugar visible.
- Termostato manual y de seguridad.
- Orificios de conexión de tuberías de ida y retorno.

2.3. SONDA GEOTÉRMICA.

Serán de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de etiqueta de identificación energética.

No presentarán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras, ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.

Sus piezas y uniones serán perfectamente estancas.

2.4. REGULACIÓN Y CONTROL.

Termostatos y reguladores de temperatura ambiente conectados a un sistema de control centralizado.

Los actuadores serán del tipo proporcional.

Los reguladores tendrán salida proporcional y permitirán regulación entre 10 y 30 °C.

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la indicada por el regulador una vez alcanzado el equilibrio, será como máximo de 1 °C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5 °C.

El termostato resistirá sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura-cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.

2.5. RECONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES.

Los equipos y materiales serán reconocidos por la Propiedad, antes de su empleo en la instalación, no constituyendo este reconocimiento aprobación definitiva.

Independientemente de lo explícitamente indicado en cada clase de material, el instalador presentará oportunamente ante la propiedad muestras para su aprobación, las cuales se conservarán para comprobación en su día de los materiales que se empleen en la instalación.

3. EJECUCION Y CONTROL DE INSTALACION.

3.1. TECNICO ENCARGADO DE LA INSTALACION.

El instalador está obligado a proponer un Técnico responsable de la ejecución de la instalación que mantendrá informada a la propiedad del desarrollo de la misma.

3.2. CONDICIONES DE LA MANO DE OBRA.

Con independencia de las estipulaciones del presente Pliego de Condiciones se exigirán las siguientes condiciones a todo el personal que trabaje en la obra:

3.2.1 Sanitarias.

No padecer enfermedades infecto-contagiosas y estar física y mentalmente preparado para la ejecución de los trabajos que se le encomienden.

3.2.2 Profesionales.

Todo el personal cualificado acreditará su categoría profesional, avalada por las corporaciones sindicales y colegiales competentes. Todo el personal pertenecerá a una empresa que tenga la calificación de instaladora por el ministerio de industria y energía.

3.2.3 Asistenciales.

Estar debidamente asegurado según la legislación vigente.

3.3 NORMAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

Las instalaciones se realizarán teniendo fundamentalmente que obtener un buen funcionamiento durante el período de vida de los equipos, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de los equipos.

La ejecución de la instalación se ajustará a planos y a las condiciones del presente documento, respetando marcas, modelos y tipo de equipos propuestos.

Se protegerán todos los equipos contra entrada de cuerpos extraños.

En los circuitos de fluidos caloportadores se indicará el sentido de circulación de los mismos mediante el código de colores normalizados.

Las válvulas de seguridad serán conducidas para evitar daños personales hacia sumideros visibles.

Los aparatos se conectarán de forma que queden orientados adecuadamente y que no supongan un riesgo por su normal funcionamiento.

3.4 SONDA GEOTÉRMICA.

Se debe respetar una distancia mínima de 2 m con respecto a los edificios.

Las sondas no deben comprometer la estabilidad de los edificios. Cuando se instalen varias sondas geotérmicas, la separación entre las mismas deberá ser de mín. 5m para las longitudes de sonda inferiores a 50 m y de mín. 6 m para las sondas de más de 50 m de longitud.

En el caso de las sondas geotérmicas utilizadas para cubrir demandas de refrescamiento, la disposición de las mismas se debería diseñar lo más abierta posible, con el fin de prevenir afectaciones mutuas.

La distancia de tendido con respecto a otras conducciones de suministro debe ser 70 cm. Si la distancia es menor, se deberán proteger las conducciones con un aislamiento suficiente.

En el caso de pozos secos se deberá llenar la sonda a más tardar en el momento de poner bajo presión el pozo, con el fin de prevenir un desplazamiento por ascensión de la sonda. El tubo de llenado se introduce en el pozo junto con la sonda. Cuando la profundidad es importante puede resultar necesario un tubo de llenado adicional, con el fin de asegurar un llenado uniforme.

Por regla general se introduce la sonda en el pozo con ayuda de un mecanismo desbobinador fijado a la máquina para sondeos. También se puede extender la sonda previamente, para introducirla en el pozo a partir

de un bucle que se fija a la máquina para sondeos. El desbobinado del tubo de sonda reduce algo la curvatura residual del mismo.

Una vez rellenado el pozo se llevan a cabo las pruebas finales: prueba de funcionamiento de la sonda llena de agua y prueba de presión a una presión mín. de 6bar; carga previa: 30 min.; duración de la prueba: 60 min.; caída de presión tolerada: 0,2bar.

En caso de existir riesgo de temperaturas bajo 0, vaciar la sonda a hasta 2 m por debajo de la rasante. Esto se puede conseguir mediante una toma de aire comprimido abaja presión conectada en uno de los extremos. De esta forma se expulsa el agua por el extremo contrario. Cuando se reduce la presión, la columna de agua se desequilibra dentro de la sonda.

Los tubos de la sonda deben permanecer herméticamente cerrados hasta que se efectúa la conexión. Para llenar completamente el intersticio anular se utilizarán materiales que se deberán determinar en función de los modos operativos respectivos y dependiendo de las condiciones geológicas.

Tender los tubos de la sonda geotérmica hasta el distribuidor mediante circuitos conectados en paralelo. El distribuidor se instalará en el punto más alto. Se deberá prever un dispositivo de desaireación en una ubicación adecuada. Los distribuidores podrán equiparse con un caudalímetro para efectuar el reglaje de las sondas.

Antes de entrar en funcionamiento todo el sistema se deberá realizar una prueba depresión con una presión 1,5 veces la presión de servicio.

Se deberá comprobar que el flujo es uniforme en todas las sondas.

3.5 RECEPCION DE MATERIALES.

A lo largo de la ejecución de la instalación se realizarán pruebas parciales, controles de recepción, etc. De todos los elementos que indique la propiedad.

Terminada la instalación, será sometida en parte o en su conjunto a las pruebas que indique la propiedad, y que serán como mínimo las siguientes:

- Rendimiento.
- Funcionamiento de motores eléctricos.
- Comprobación de elementos de seguridad.

Ejecutadas las mencionadas pruebas se realizará la recepción provisional de la instalación con la cumplimentación de los siguientes documentos:

- Acta suscrita por director de obra y empresa instaladora.
- Resultado de las pruebas.
- Libro de mantenimiento.
- Copias del certificado de la instalación.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA.

1. OBJETO.

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Se valorará la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica proporcionado (eficiencia energética, correcto dimensionado, etc.) y por su integración en el entorno.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este PCT está asociado a las líneas de ayuda para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Energías Renovables.

1.1 GENERALIDADES.

Este Pliego es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a:

- Electrificación de viviendas y edificios.
- Alumbrado público.
- Aplicaciones agropecuarias.
- Bombeo y tratamiento de agua.

- Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

1.2 DEFINICIONES.

1.2.1. Radiación solar.

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

1.2.2. Irradiancia.

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

1.2.3. Irradiación.

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en MJ/m² o kWh/m².

1.2.4. Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT).

Conjunto de valores de la irradiación horaria correspondientes a un año hipotético que se construye eligiendo, para cada mes, un mes de un año real cuyo valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal coincida con el correspondiente a todos los años obtenidos de la base de datos.

1.2.5. Célula solar o fotovoltaica.

Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.

1.2.6. Célula de tecnología equivalente (CTE).

Célula solar cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman el generador fotovoltaico.

1.2.7. Módulo fotovoltaico.

Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

1.2.8. Rama fotovoltaica.

Subconjunto de módulos fotovoltaicos interconectados, en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

1.2.9. Condiciones estándar de medida (CEM).

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos y definidos del modo siguiente:

- Irradiancia (GSTC): 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Incidencia normal
- Temperatura de célula: 25 °C

1.2.10. Potencia máxima del generador (potencia pico).

Potencia máxima que puede entregar el módulo en las CEM.

1.2.11. TONC.

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a

una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento de 1 m/s.

1.2.12. Acumulador.

Asociación eléctrica de baterías.

1.2.13. Batería.

Fuente de tensión continua formada por un conjunto de vasos electroquímicos interconectados.

1.2.14. Autodescarga.

Pérdida de carga de la batería cuando ésta permanece en circuito abierto. Habitualmente se expresa como porcentaje de la capacidad nominal, medida durante un mes, y a una temperatura de 20 °C.

1.2.15. Capacidad útil.

Capacidad disponible o utilizable de la batería. Se define como el producto de la capacidad nominal y la profundidad máxima de descarga permitida, PD_{max} .

1.2.16. Estado de carga.

Cociente entre la capacidad residual de una batería, en general parcialmente descargada, y su capacidad nominal.

1.2.17. Profundidad de descarga (PD).

Cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal. Se expresa habitualmente en %.

1.2.18. Régimen de carga (o descarga).

Parámetro que relaciona la capacidad nominal de la batería y el valor de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Se expresa normalmente en horas, y se representa como un subíndice en el símbolo de la capacidad y de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga).

Por ejemplo, si una batería de 100 Ah se descarga en 20 horas a una corriente de 5 A, se dice que el régimen de descarga es 20 horas ($C_{20} = 100 \text{ Ah}$) y la corriente se expresa como $I_{20} = 5 \text{ A}$.

1.2.19. Regulador de carga.

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas.

1.2.20. Voltaje de desconexión de las cargas de consumo.

Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo.

1.2.21. Voltaje final de carga.

Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

1.2.22. Inversor.

Convertidor de corriente continua en corriente alterna.

1.2.23. VRMS.

Valor eficaz de la tensión alterna de salida.

1.2.24. Potencia nominal (VA).

Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

1.2.25. Capacidad de sobrecarga.

Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.

1.2.26. Rendimiento del inversor.

Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

1.2.27. Factor de potencia.

Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.

1.3 DISEÑO.

1.3.1 Orientación, inclinación y sombras.

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 I.

Pérdidas de radiación del generador. Valor máximo permitido (%)	
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

Tabla 1.3.1.1 Limitación en porcentaje sobre el diseño de los paneles.

En aquellos casos en los que, por razones justificadas, no se verifiquen las condiciones del apartado 1.3.1, se evaluarán las pérdidas totales de radiación, incluyéndose el cálculo en la Memoria de Solicitud.

1.3.2 Dimensionado del sistema.

Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este PCT.

Se realizará una estimación del consumo de energía.

Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido ($P_{mp,min}$) para cubrir las necesidades de consumo.

El instalador podrá elegir el tamaño del generador y del acumulador en función de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad

de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar. El tamaño del generador será, como máximo, un 20% superior al Pmp, min calculado anteriormente. En aplicaciones especiales en las que se requieran probabilidades de pérdidas de carga muy pequeñas podrá aumentarse el tamaño del generador, justificando la necesidad y el tamaño en la Memoria de Solicitud.

Como norma general, la autonomía mínima de sistemas con acumulador será de tres días. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido. En aplicaciones especiales, instalaciones mixtas eólico-fotovoltaicas, instalaciones con cargador de baterías o grupo electrógeno de apoyo, etc. que no cumplan este requisito se justificará adecuadamente.

Como criterio general, se valorará especialmente el aprovechamiento energético de la radiación solar.

1.3.3 Sistema de monitorización.

El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Tensión y corriente CC del generador.
- Potencia CC consumida, incluyendo el inversor como carga CC.
- Potencia CA consumida si la hubiere, salvo para instalaciones cuya aplicación es exclusivamente el bombeo de agua.
- Contador volumétrico de agua para instalaciones de bombeo.
- Radiación solar en el plano de los módulos medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación de las mismas se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for

the Assessment of Photovoltaic Plants – Document A”, Report EUR16338 EN.

1.4 COMPONENTES Y MATERIALES.

1.4.1 Generalidades.

Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 VRMS o 120 VCC.

Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

1.4.2 Generadores fotovoltaicos.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitarlas posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.

Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán

conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

1.4.3 Estructura de soporte.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados,

exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces del a cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

1.4.4 Acumuladores de Li-ion.

Se recomienda que los acumuladores sean de Li-ion, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.

Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor (por existir el apoyo de un generador eólico, cargador de baterías, grupo electrógeno, etc.), se justificará adecuadamente.

La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 %.

Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.

La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.

El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

Cada batería, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V).
- Polaridad de los terminales.
- Capacidad nominal (Ah).
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.

1.4.5 Reguladores de carga.

Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida (ver 5.4.3). La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de $-4 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ a $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ por vaso, y estar en el intervalo de $\pm 1 \%$ del valor especificado.
- Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:

- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.
- Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria de Solicitud.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Corriente máxima (A)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad de terminales y conexiones

1.4.6 Inversores.

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fija). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas, de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

$V_{NOM} \pm 5 \%$, siendo $V_{NOM} = 220 \text{ VRMS}$ o 230 VRMS

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2% de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la tabla II.

Tipo de Inversor		Rendimiento al 20% de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
Onda senoidal	$P_{nom} \leq 500 \text{ VA}$	> 85%	> 75%
	$P_{nom} > 500 \text{ VA}$	> 90%	> 80%
Onda no senoidal		> 90%	> 85%

Tabla 1.4.6.1 Rendimiento de los inversores según potencia y tipo de onda.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

1.4.7 Cargas de consumo.

Se recomienda utilizar electrodomésticos de alta eficiencia.

Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia.

No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

En ausencia de un procedimiento reconocido de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro debe asegurar un encendido seguro en el margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambientes previstas.
- La lámpara debe estar protegida cuando:
 - Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
 - La salida del balastro es cortocircuitada.
 - Opera sin tubo.
- La potencia de entrada de la lámpara debe estar en el margen de $\pm 10\%$ de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara debe tener una duración mínima de 5000 ciclos cuando se aplica el siguiente ciclado: 60 segundos encendido/150 segundos apagado, y a una temperatura de 20 °C.

- Las lámparas deben cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.

Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superiora 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.

Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

1.4.8 Cableado.

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

1.4.9 Protecciones y puesta a tierra.

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magneto térmico u otro elemento que cumpla con esta función.

1.5 RECEPCIÓN Y PRUEBAS.

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Entrega de la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.

No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

1.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.

1.6.1 Generalidades.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

1.6.2 Programa de mantenimiento.

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado Planos, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.

- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

1.6.3 Garantías.

Ámbito general de la garantía:

Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

Plazos:

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Condiciones económicas:

La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía:

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Lugar y tiempo de la prestación:

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

Pamplona, 22 de Junio de 2012.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN.

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO.

Título del proyecto:

MICRORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR
MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE
VIABILIDAD.

6- BIBLIOGRAFÍA.

Sergio Garay Pérez.

Tutor: Jorge Odériz.

Pamplona, 22 de Junio de 2012.

1- LIBROS Y CATALOGOS.

- Guía de la Energía Geotérmica de la Comunidad de Madrid.
- Catalogo de energías renovables 2010. GREENHEISS 2010.
- Guía técnica. Instalaciones de climatización con equipos autónomos. Asociación Técnica de Climatización y Refrigeración (ATECYR); Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2008.
- Guía técnica. Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto. Asociación Técnica de Climatización y Refrigeración (ATECYR); Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2010.
- Apuntes del Ciclo Formativo de Grado Medio en técnico de Montaje y Mantenimiento de instalaciones de frío, climatización y producción de calor.
- Manual de energía solar fotovoltaica. Manual del proyectista. Ed. Eren 2003.
- Instrucción Técnica Complementaria para Instalaciones de Baja Tensión.
- Catálogos de inversores de la casa Ingecom.
- Catálogos de Baterías de la casa Saft.
- Catálogos de paneles fotovoltaicos de la casa Isofoton.

2- INTERNET.

- www.unavarra.es
- www.upcomillas.es
- www.upc.edu
- www.isofoton.com
- www.saft.es
- www.ingecom.net
- www.grupovisiona.com
- www.cener.com
- www.iberdrola.es
- www.gasnaturalfenosa.es
- www.fagor.es
- www.idae.es
- www.meteonavarra.es
- www.pamplona.es
- www.codigotécnico.org

MICRORRED APLICADA A UNA UNIFAMILIAR MEDIANTE EERR. PROYECTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD.

1. MICRORRED.

▶ 1.1 ¿Qué es una microrred?

- Sistema pequeño.
- Producción y Distribución de energía.
- Totalmente autogestionado.



1. MICRORRED.

▶ Ventajas:

- Mayor calidad de suministro.
- Mayor Ahorro.
- Mayor eficiencia energética.
- Optimización máxima de los excedentes y los déficits.
- Menor Contaminación.
- Dependencia 0 de la red de distribución.

▶ Inconvenientes:

- Tecnológicamente no desarrollado.
- Alta Inversión Inicial.
- Falta de Normativa generalizada.

1. MICRORRED.

- ▶ 1.2 Aplicación de una microrred a una vivienda.
 - Fuentes de energía para producción y distribución.
 - Abastecimiento eléctrico y térmico.
 - Necesidad de acumuladores energéticos.

2. OBJETO A ESTUDIO.

▶ 2.1 Situación y emplazamiento.

- Paseo Belzeta 25 (parcela M-20) de Cizur Menor.

OBJETIVO APLICAR
MICRORRED A LA VIVIENDA

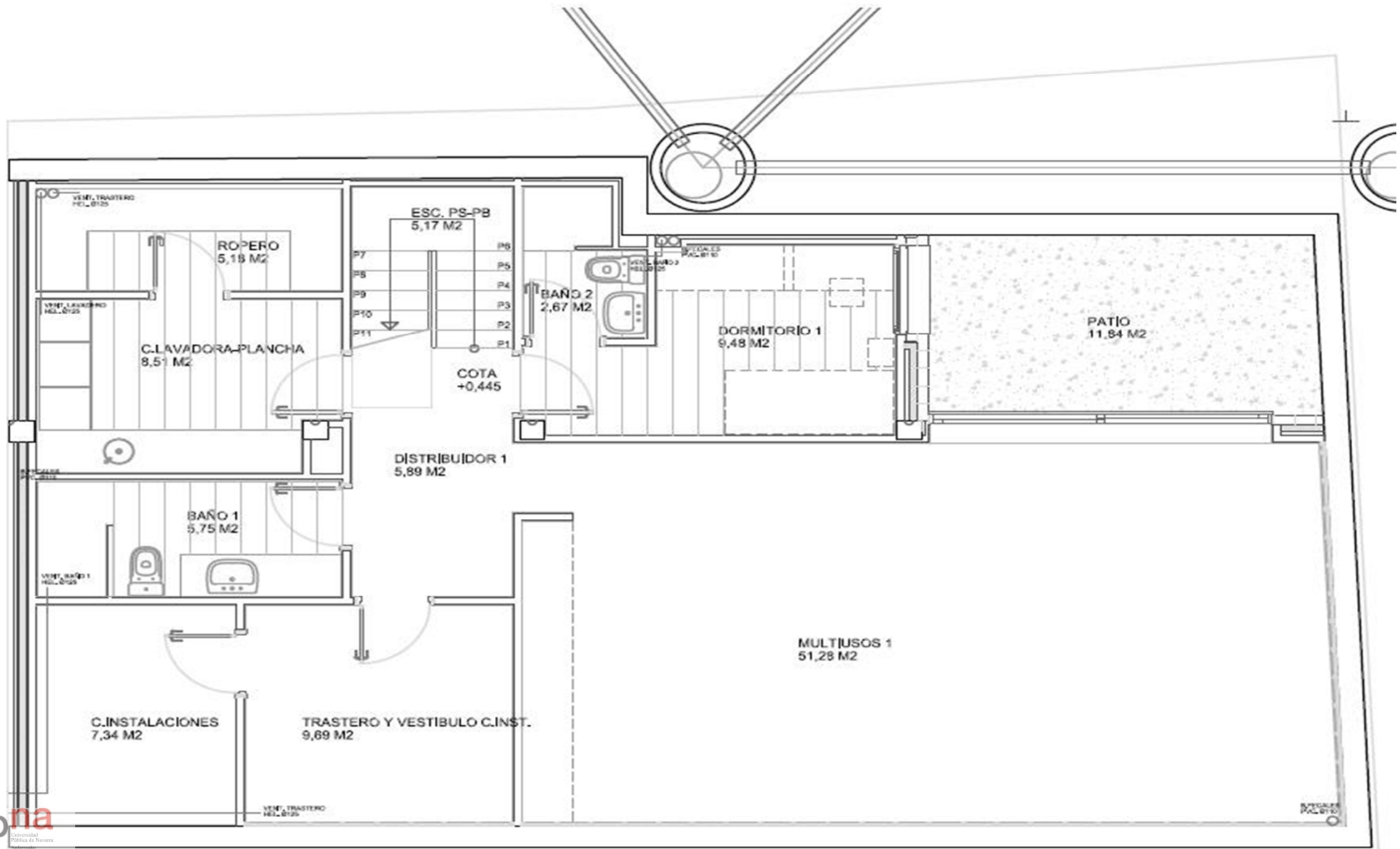


2. OBJETO A ESTUDIO.

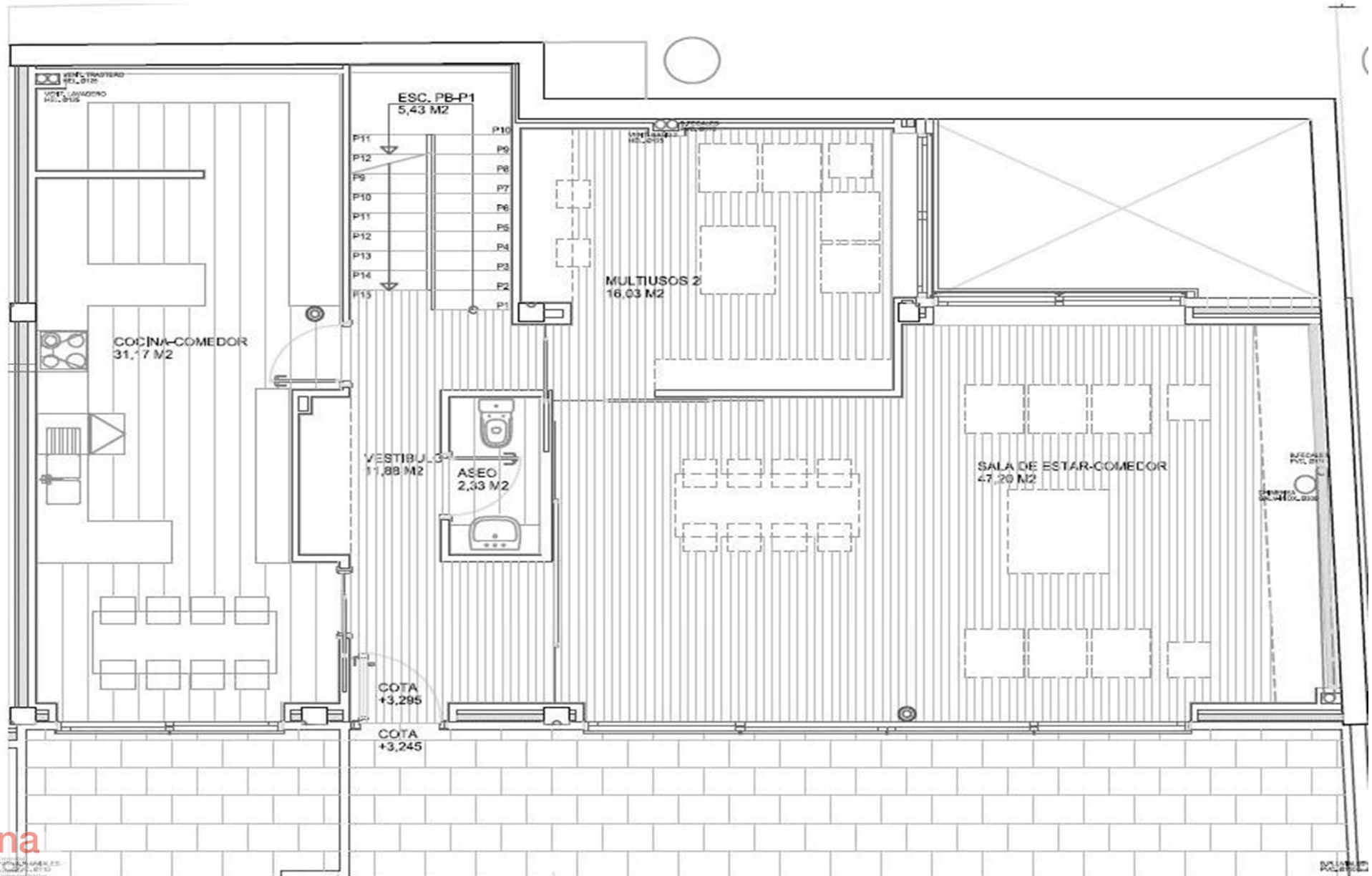
▶ 2.1 Características físicas del inmueble.

DESCRIPCIÓN	SUP. ÚTIL (m ²)
Planta Sótano	110,96
Planta Baja	114,04
Planta Primera	109,46
Planta Segunda	33,16
Total Vivienda	367,62

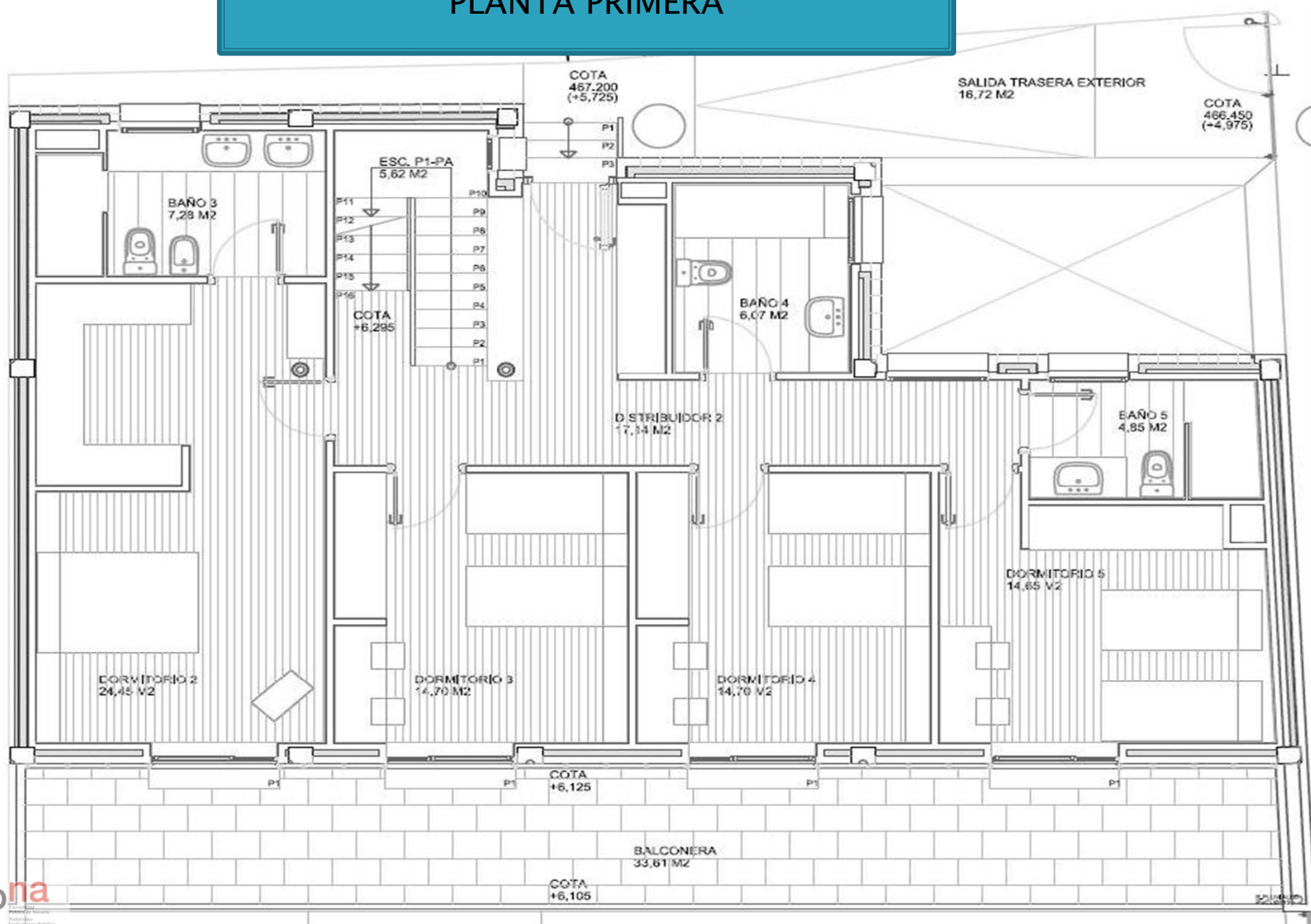
PLANTA SOTÁNO



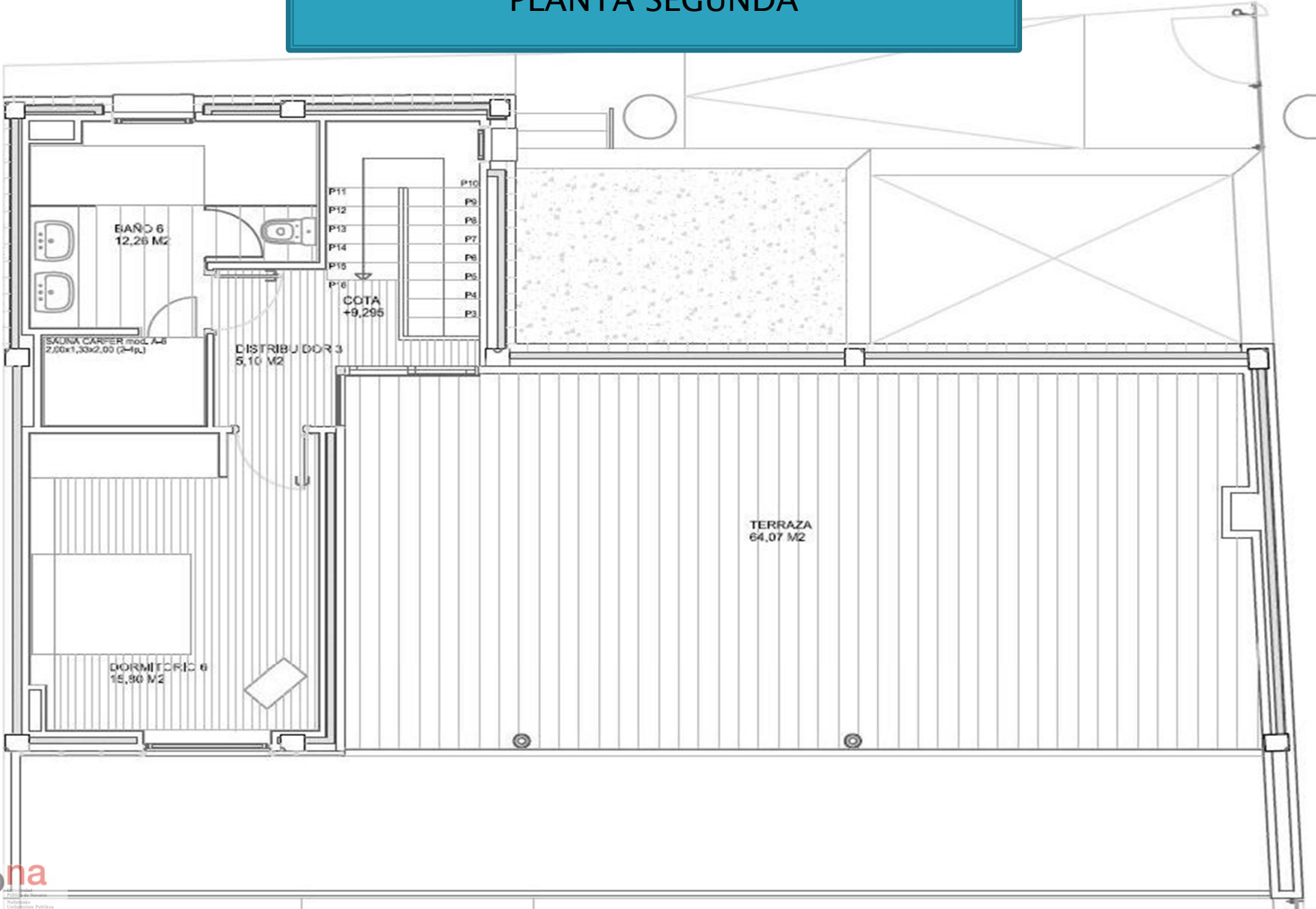
PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA



PLANTA SEGUNDA



2.OBJETO A ESTUDIO.

- ▶ 2.3 Resumen de la demanda térmica del inmueble (calefacción).

PLANTA	kCal/h
Planta Sótano	4.238,851
Planta Baja	4.178,853
Planta Primera	4.397,169
Planta Segunda	2.098,089
Total Vivienda	14.193,76

2.OBJETO A ESTUDIO.

- ▶ 2.4 Resumen de la demanda térmica del inmueble (refrigeración).

PLANTA	kCal/h
Planta Sótano	4.663,23
Planta Baja	5.600,03
Planta Primera	4.481,56
Planta Segunda	1.655,19
Total Vivienda	16.400,01

2. OBJETO A ESTUDIO.

- ▶ 2.5 Resumen de la demanda eléctrica del inmueble.
 - Se aplica un porcentaje según su rendimiento medio.

MODELO	UD	POTENCIA (W)	USO DIARIO (h)	CONSUMO ESTIMADO (kWh)
Cocina + Horno+ Microondas	1	4.830	1,55	3,5315
Lavadora + Secadora	1	3.290	0,75	1,2075
Lavavajillas	1	1.505	0,25	0,37625
Frigorífico	1	45	24	1,08
Congelador	1	70	24	1,68
TV 22"	4	19,6	1	0,0448
TV 42 "	1	58,8	4	0,2352
Computadora	3	140	2	0,84
Otros	1	1.225	0,25	0,30625
Puerta	1	350	0,05	0,0175
Bomba Calor	1	2.800	0,25	0,7
Bomba Pozo	1	210	0,25	0,0525
Bomba Suelo radiante	4	140	0,25	0,14
Alumbrado	1	1.050	6	6,3
TOTAL		15.751,4		16,5115

3. SISTEMAS PARA ABASTECER LA DEMANDA.

▶ 3.1 Abastecimiento mediante EERR.



3. SISTEMAS PARA ABASTECER LA DEMANDA.

▶ 3.2 Elección de fuentes de energía.

- Geotermia → Energía Térmica.
- Solar Fotovoltaica → Energía Eléctrica.

3. SISTEMAS PARA ABASTECER LA DEMANDA.

➤ 3.3 Geotermia.

▶ Ventajas.

- No CO2.
- Eficiencia energética.
- Rápida Amortización.
- Larga vida útil.
- Ausencia de ruidos.

▶ Inconvenientes.

- Necesidad de gran espacio.
- Alta inversión inicial.

3. SISTEMAS PARA ABASTECER LA DEMANDA.

➤ 3.4 Solar Fotovoltaica.

▶ Ventajas.

- No CO₂.
- Fiabilidad.
- Sistema no costoso.
- Fácil Instalación.

▶ Inconvenientes.

- Bajo η .
- Elevado impacto ambiental.
- Residuo peligroso.

4. SISTEMA PARA LA ACUMULACIÓN ENERGÉTICA.

- ▶ 4.1 Elección del tipo de acumulador.
 - Baterías de Li-Ion.



4. SISTEMA PARA LA ACUMULACIÓN ENERGÉTICA.

▶ Ventajas:

- Elevada densidad de energía
- Poco Peso
- Gran capacidad de descarga
- Poco espesor
- Carecen de efecto Memoria
- Larga vida útil
- Baja Tasa de Autodescarga

▶ Inconvenientes:

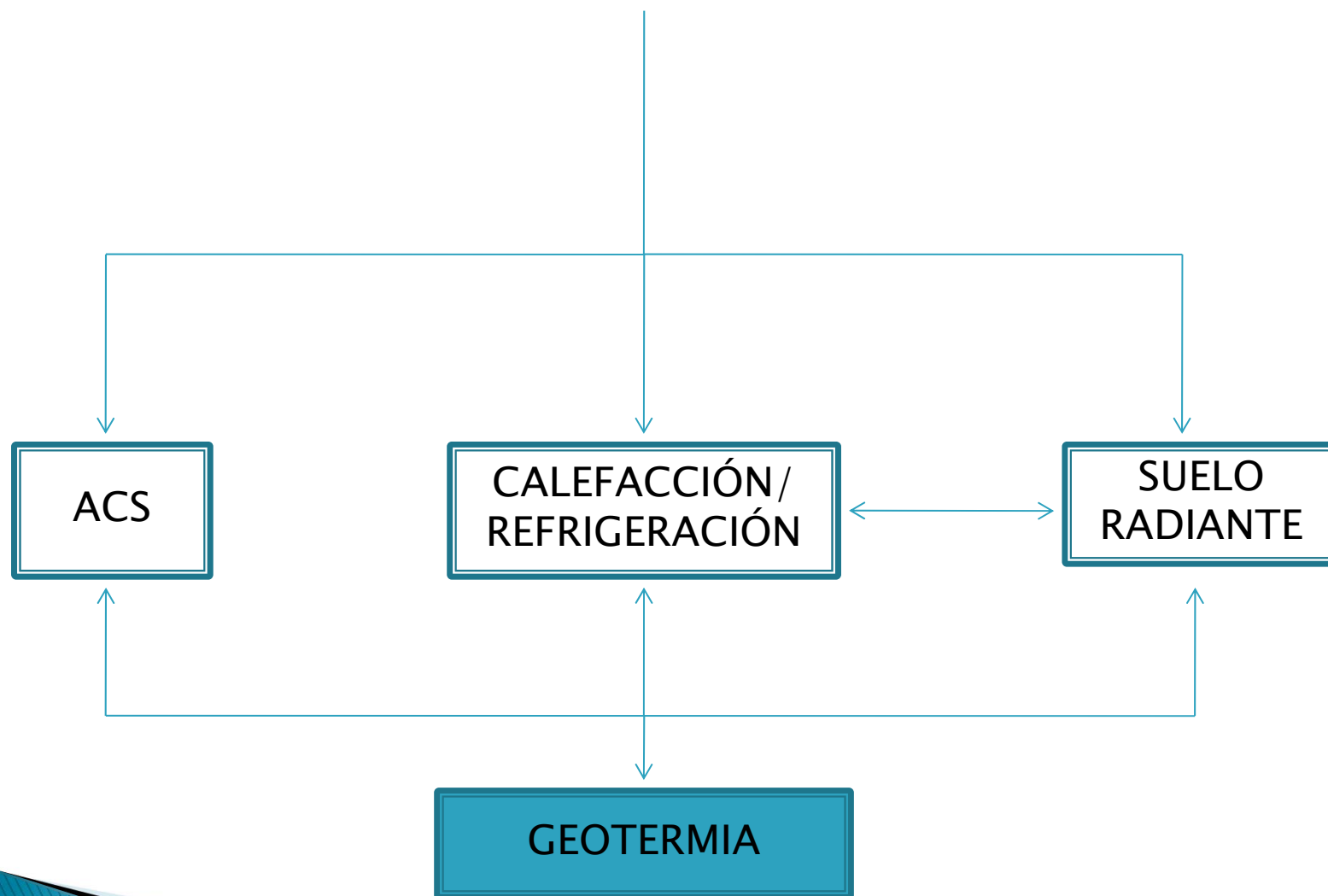
- Reducida comercialización
- Poca Capacidad de carga
- Elevado Coste

4. SISTEMA PARA LA ACUMULACIÓN ENERGÉTICA.

▶ 4.2 ¿Por qué elegimos este tipo de baterías?

- Desarrollo Tecnológico.
- Proyección Futura.
- Idea de Negocio.

5. INSTALACIÓN TÉRMICA.



5. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 5.1 Consumo ACS.

- Depósito de acumulación de 280 l.
- Producción mediante bomba de calor.
- Calentamiento por geotermia.
- Instalación con puntos de retorno.

5. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 5.2 Calefacción/Refrigeración.

◦ Generación de calor:

- Calefacción mediante suelo radiante (35°C).
- Bomba de calor eléctrica agua- agua.

Marca	RHOSS
Modelo	THHE 114
Pot. Nominal Térmica	19,1 kW
COP	5,34

5. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 5.2 Calefacción/Refrigeración.

○ Generación de frío:

- Refrescamiento por suelo radiante con bomba de calor.
- Sistema suplementario mediante fancoils, 3 interiores (dos de 2,7 kW y uno de 5,7 kW) y 1 exterior (6,84 kW).

5. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 5.3 Suelo Radiante.

- Calefacción a 35 °C.
- Permite calefactar diferentes espacios.
- Mejor sensación térmica.
- Disminución de pérdidas de calor.
- Ahorro energético.
- Regulable mediante termostatos.

5. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 5.5 Geotermia.

◦ 5.5.1 Tipos de Geotermia:

- Geotermia de alta temperatura.
- Geotermia de media temperatura.
- **Geotermia de baja temperatura.**
- Geotermia de muy baja temperatura.

5. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 5.5 Geotermia.

◦ 5.5.2 Tipos de Captadores:

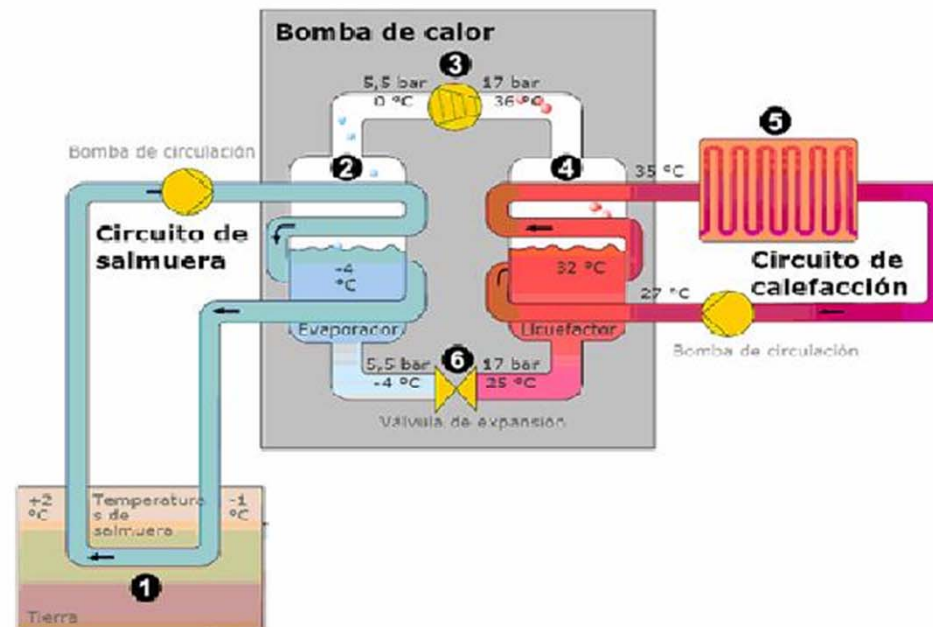
- **Captador Vertical.**
- Captador Horizontal.
- Captador Freático.



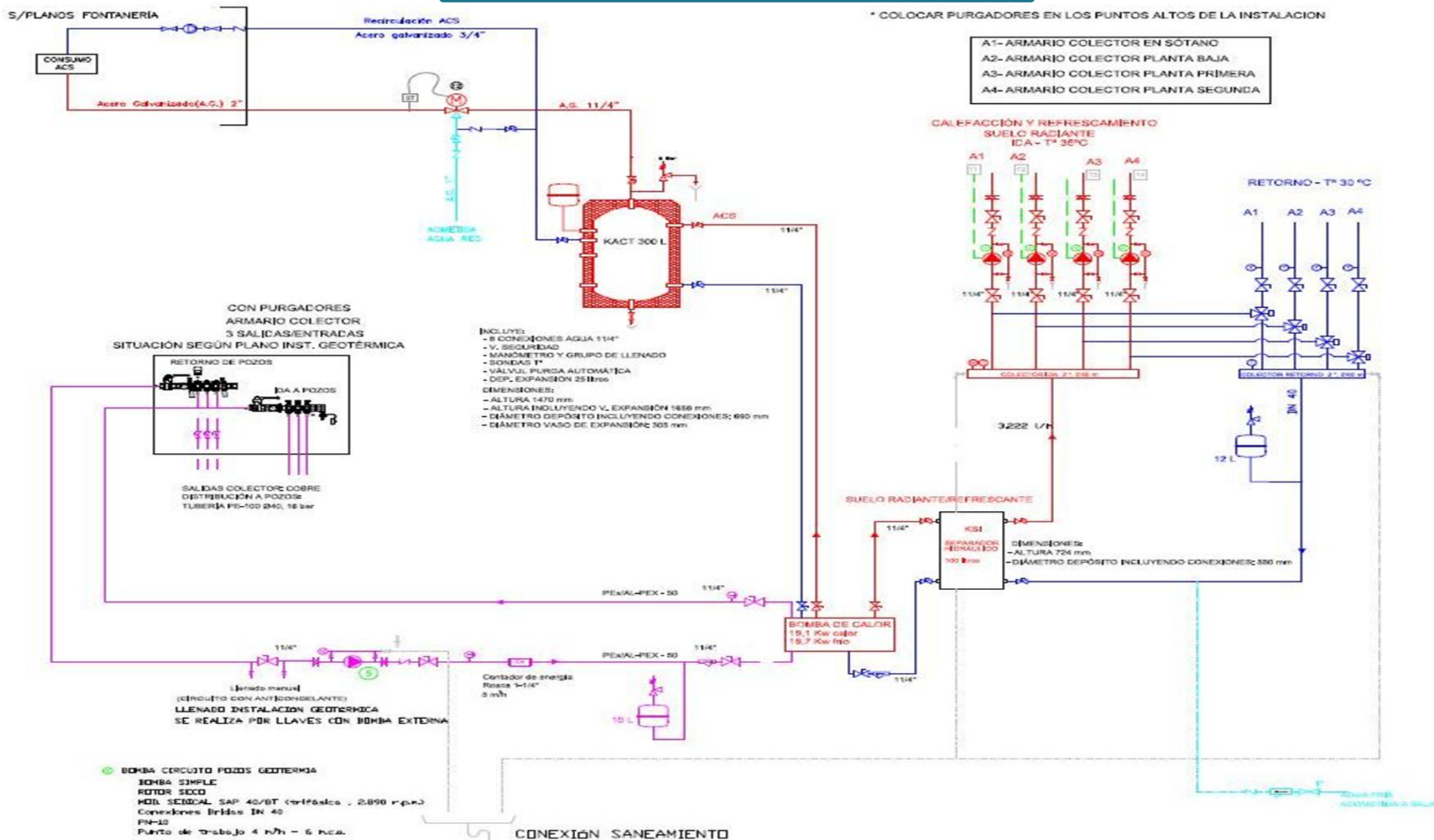
5. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 5.5 Geotermia.

◦ 5.5.2 Esquema geotermia.



ESQUEMA HIDRÁULICO GEOTERMIA

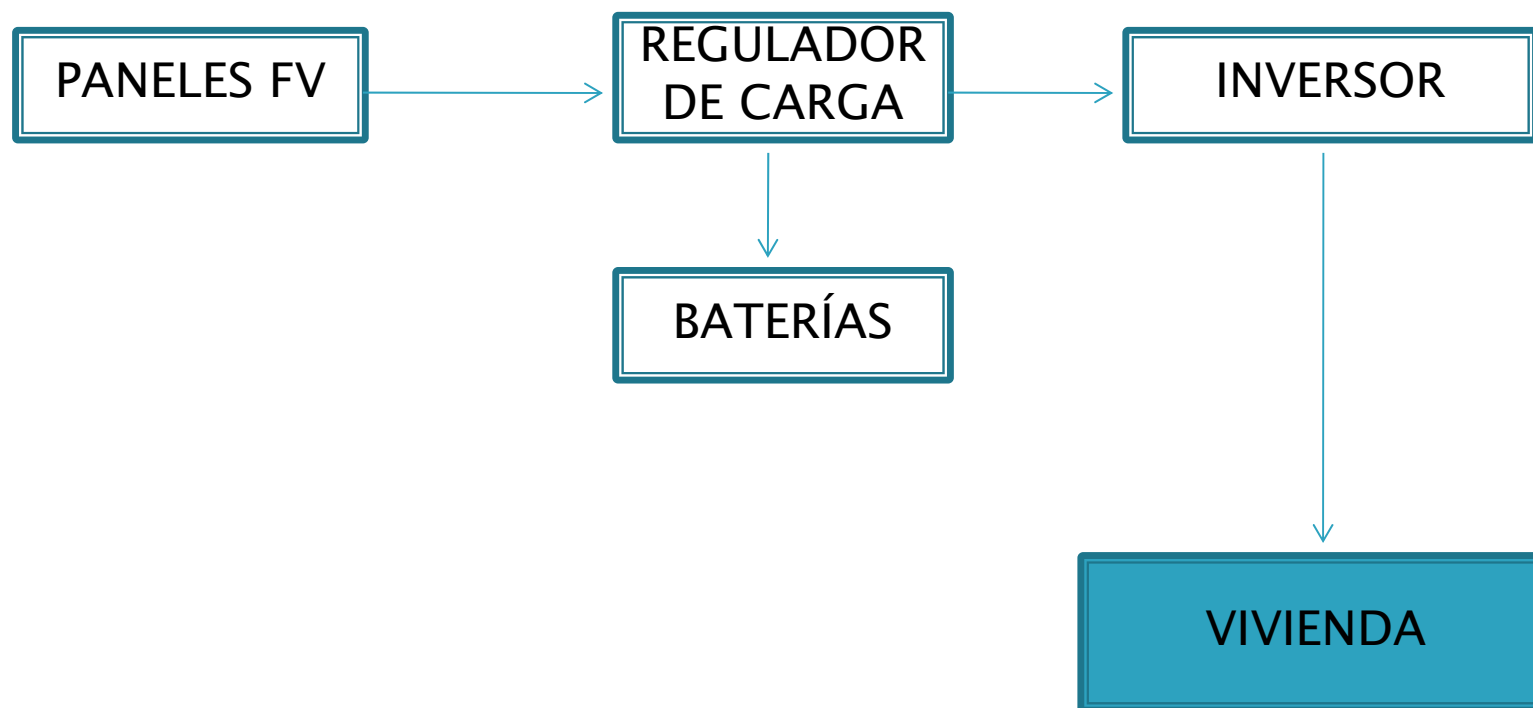


5. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 5.6 Resumen del presupuesto.

DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
Calefacción	57.158,60
Ventilación	4.109,72
Climatización	5.415,50
Total importe	66.683,82

6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.



6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

▶ 6.1 Descripción de los equipos.

- Módulos fotovoltaicos ISOFOTON UL IS-150/12.
 - Dispositivo encargado de transformar energía solar en energía eléctrica.



6. INSTALACIÓN TÉRMICA.

▶ 6.1 Descripción de los equipos.

- Regulador de carga MPS 80 de 240V.
 - Dispositivo encargado de regular la tensión de entrada y salida de la instalación.



6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

▶ 6.1 Descripción de los equipos.

- Baterías Li-ion INTENSIUM FLEX ENERGY.

- Dispositivo encargado de acumular el excedente energético.



6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

▶ 6.1 Descripción de los equipos.

- Inversor INGECOM SUN 6 TL.
 - Dispositivo encargado de transformar corriente continua en alterna para entregar la corriente a la casa.



6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

▶ 6.2 Colocación y disposición de los paneles.

- Conectados 3 packs en paralelo con 15 módulos conectados en serie cada uno.
- Dispuestos sobre la cubierta en tres filas de 15.
- Orientados hacia el Sur.
- Colocados a 30° respecto de la H.
- Colocados sin estructura portante → Modificación de la estructura de la vivienda.

buscar:

42.7896797, -1.6798835

42° 47' 22.847" N -1° 40' 47.581" W

SunRise: 05:27:49 * 56.65° | SunSet: 20:45:43 * 303.41°

Camino Viejo de Cizur, 31010 Cizur, España

Name:

Solar Disk Analemma Solstice

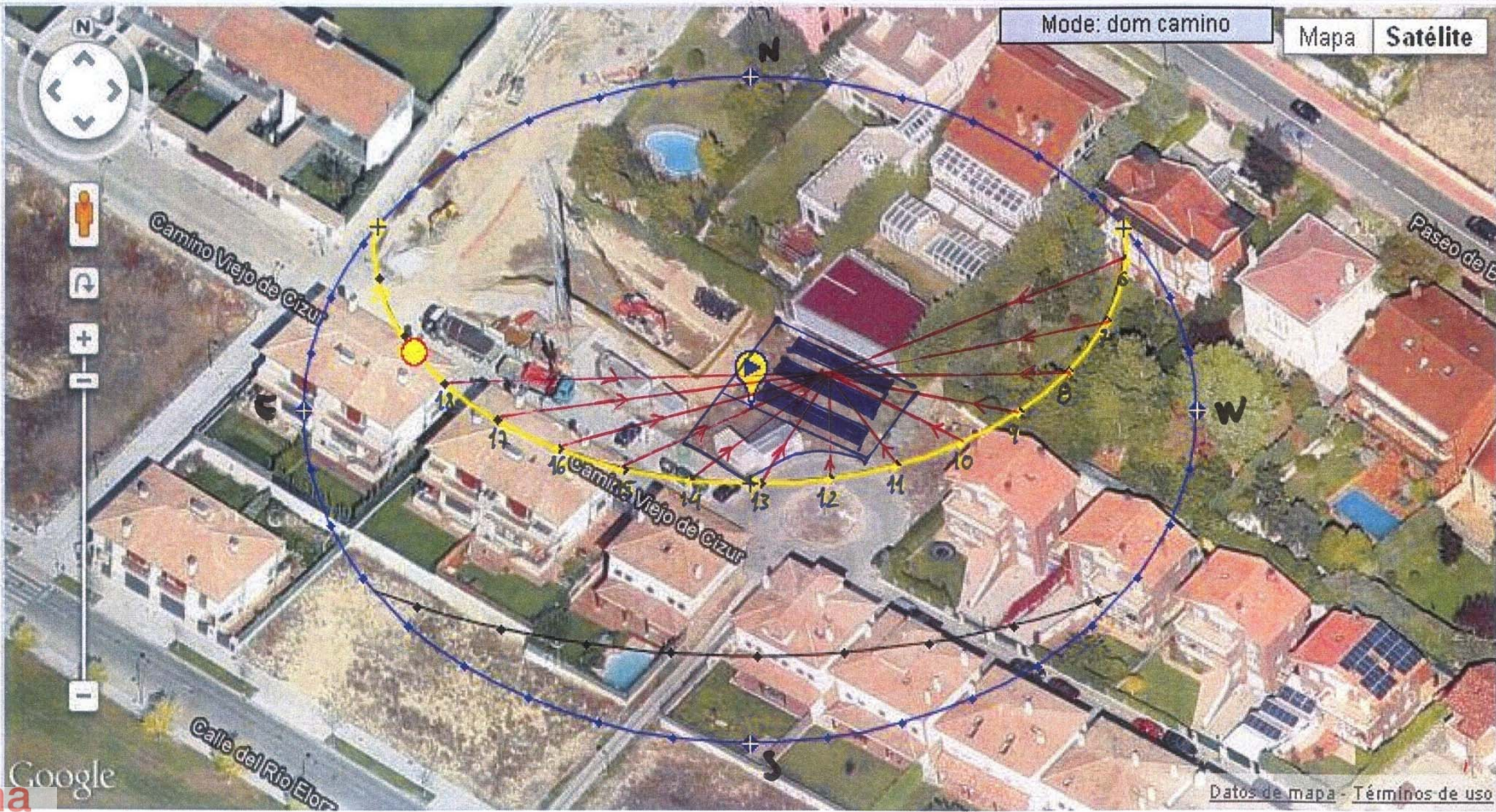
Tu instalación solar
 Genera tu propia electricidad con minijoule: por solo 449€!
www.minijoule.com

Anuncios Google

año mes día hora minutos

2012 06 12 18 41

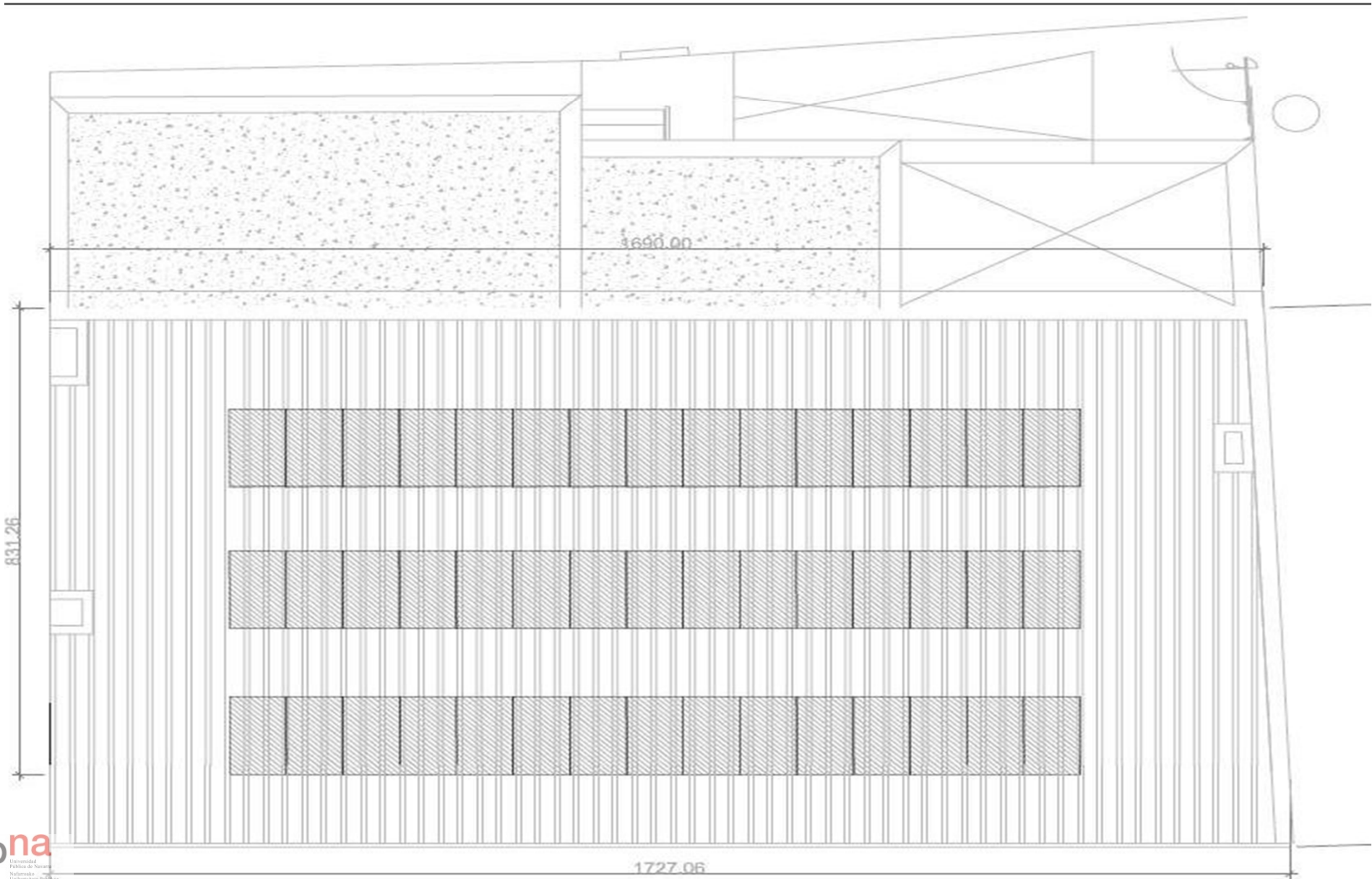
Time zone GMT 0 DST Default



Mode: dom camino Mapa

Google

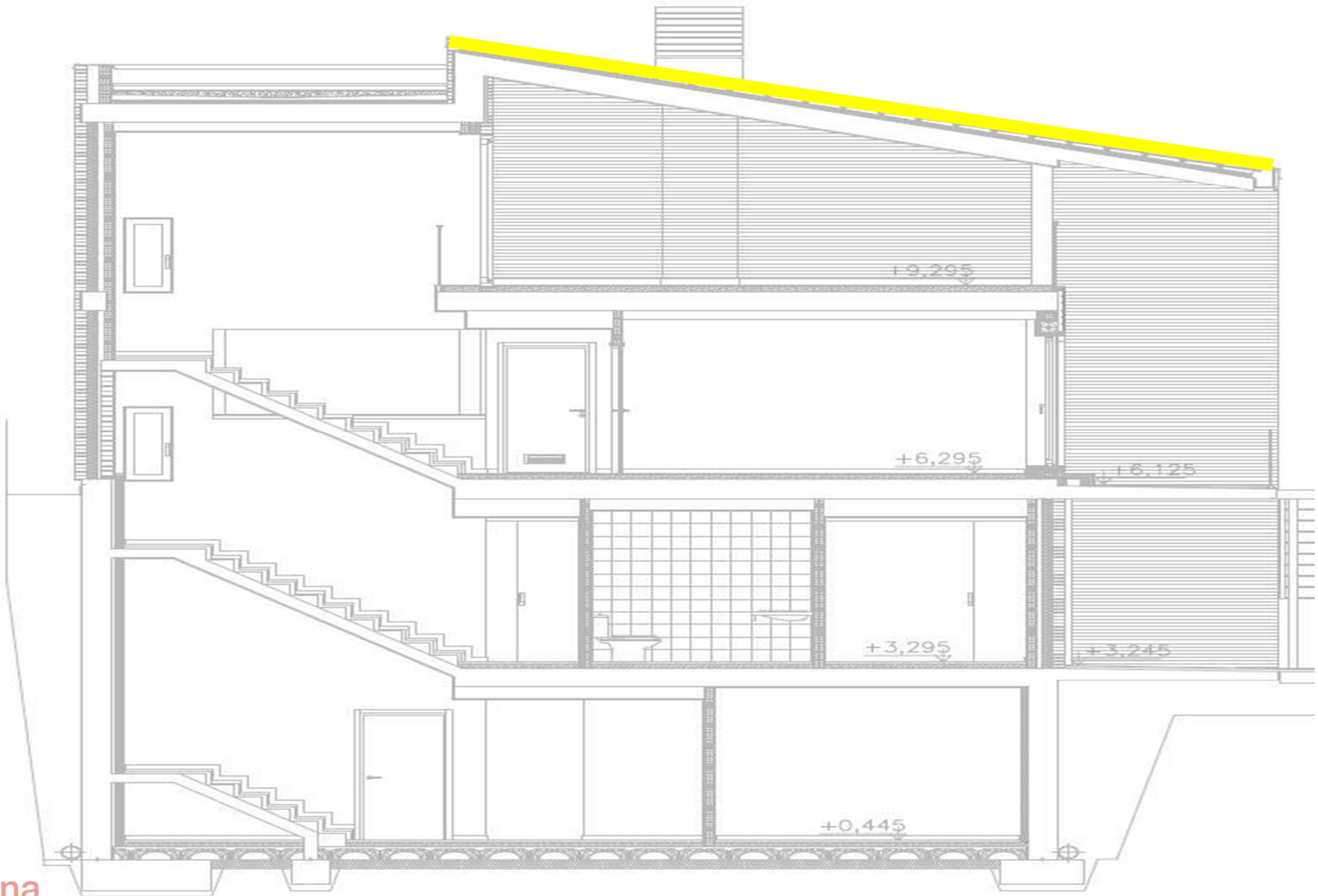
[Datos de mapa](#) - [Términos de uso](#)

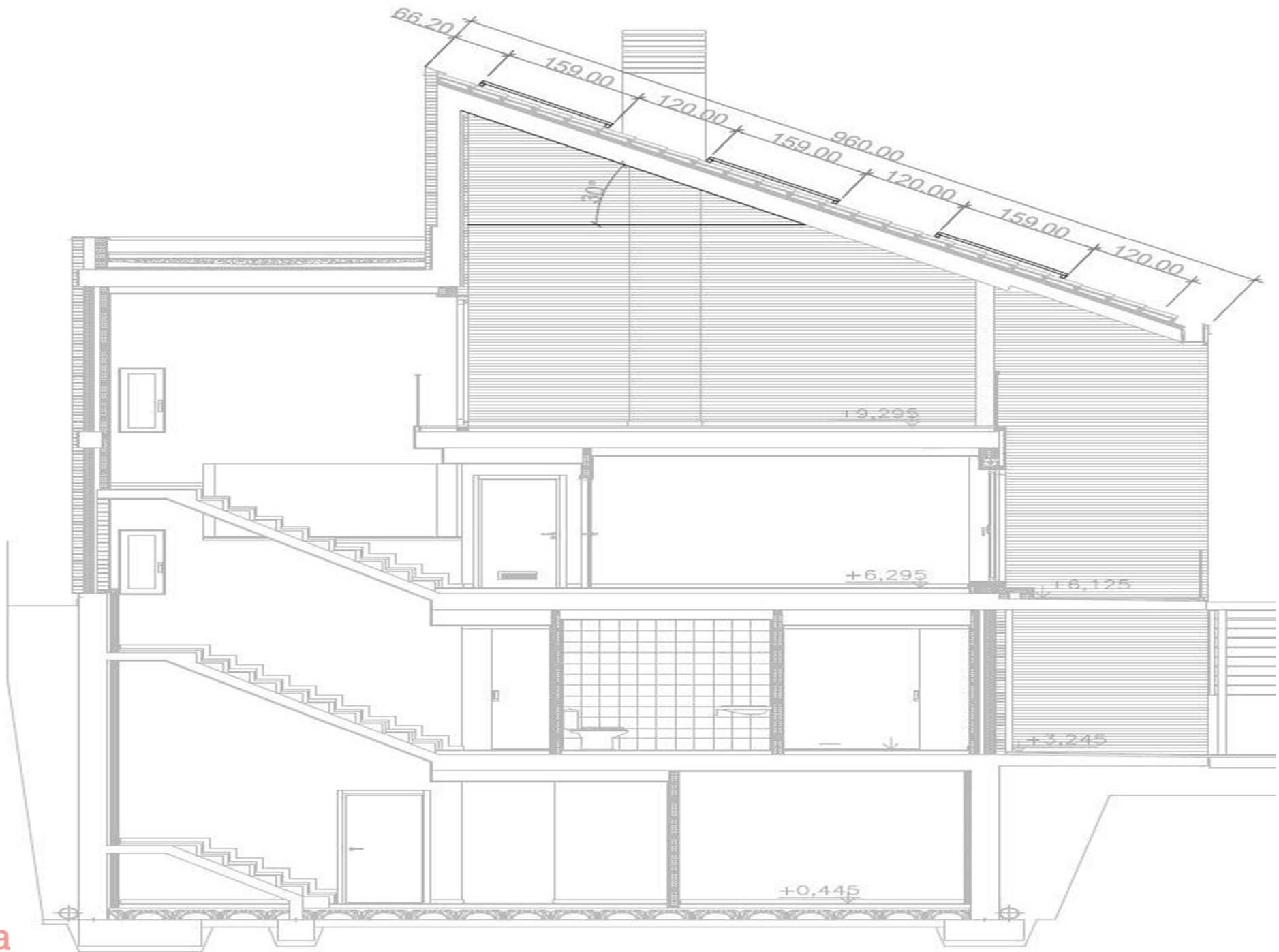


3690.00

831.26

1727.06

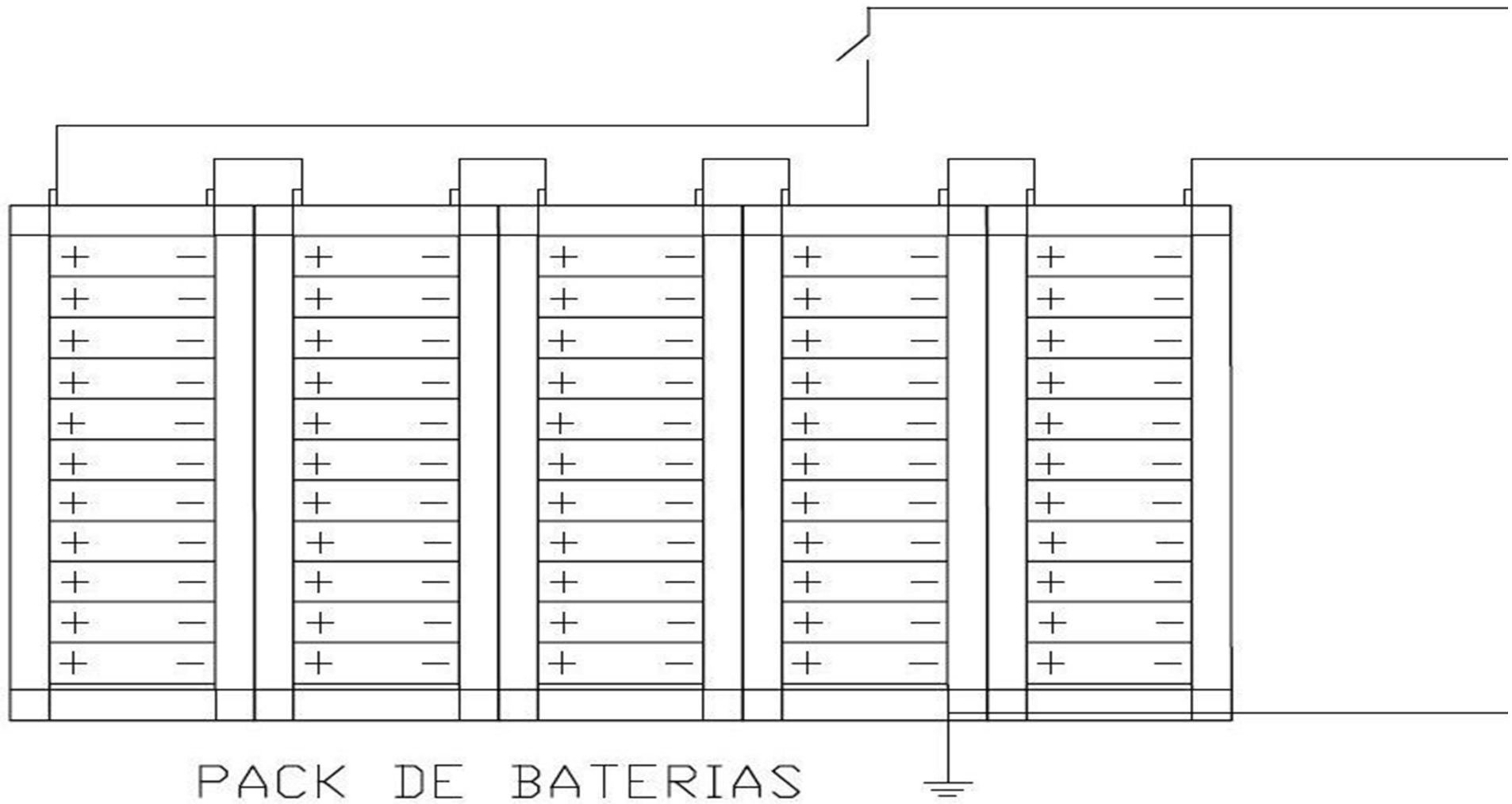




6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

▶ 6.3 Configuración de las baterías.

- Se conectan 11 baterías en paralelo por cada uno de los 5 armarios conectados en serie. 55 baterías.
- Tensión de salida 240 V.



6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

▶ 6.4 Interconexión de los equipos.

- Evitar sobretensiones y cortocircuitos.
- Evitar deterioro de los equipos.
- Permitir que funcionen al máximo η .
 - Tensión de trabajo del regulador (240 V).
 - Tensión de trabajo del inversor (125-450 V).
 - Configuración serie-paralelo de los módulos y baterías para alcanzar esos valores de trabajo.

6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

▶ 6.5 Resumen del presupuesto.

DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
Módulos Fotovoltaicos	11.385
Regulador de carga	540
Baterías de Li-ION	145.200
Inversor 6 TL	1.817,20
Cableado	250
TOTAL	159.192,20

7. ESTUDIO DE LOS ACUMULADORES.

▶ 7.1 Dimensionado de las baterías.

- 7.1.1 Días de autonomía.
- 7.1.2 Déficit del consumo y captación en los meses críticos.
- 7.1.3 Efecto día-noche.

7. ESTUDIO DE LOS ACUMULADORES.

- ▶ 7.1 Dimensionado de las baterías.
 - 7.1.1 Días de autonomía.

- Dos expresiones:

$$L(Wh) = \frac{L_{cc}}{\eta_g} + \frac{L_{ca}}{\eta_g \times \eta_{inv}}$$

$$C_b = \frac{L(Ah) \times N}{P_d \times PD_{max}}$$

L → Consumo energético.

L_{cc} → Consumo en CC

L_{ca} → Consumo en CA

η_g → Eficiencia de carga.

η_{inv} → Rend. Inversor

C_b → Número de baterías.

N → Autonomía

P_d → Pérdidas del cable.

P_{dmax} → Profundidad de descarga.

7. ESTUDIO DE LOS ACUMULADORES.

- ▶ 7.1 Dimensionado de las baterías.
 - 7.1.2 Déficit del consumo y captación en los meses críticos.
 - Comprobar consumo en meses críticos de irradiación solar.
 - Verificar que la diferencia entre la energía acumulado y consumo es positiva.

7. ESTUDIO DE LOS ACUMULADORES.

- ▶ 7.1 Dimensionado de las baterías.
 - 7.1.3 Efecto día-noche.
 - Nivel de carga de la instalación > Consumo diario estimado (16,51 kWh).

7. ESTUDIO DE LOS ACUMULADORES.

▶ 7.2 Resultados.

- Número de baterías estimado para abastecer la autonomía de 4 días= 40 → No supe el déficit de los meses críticos.
- Se sobredimensiona a 55 baterías.
- 55 baterías → supe el déficit → supe el efecto día-noche.

7. ESTUDIO DE LOS ACUMULADORES.

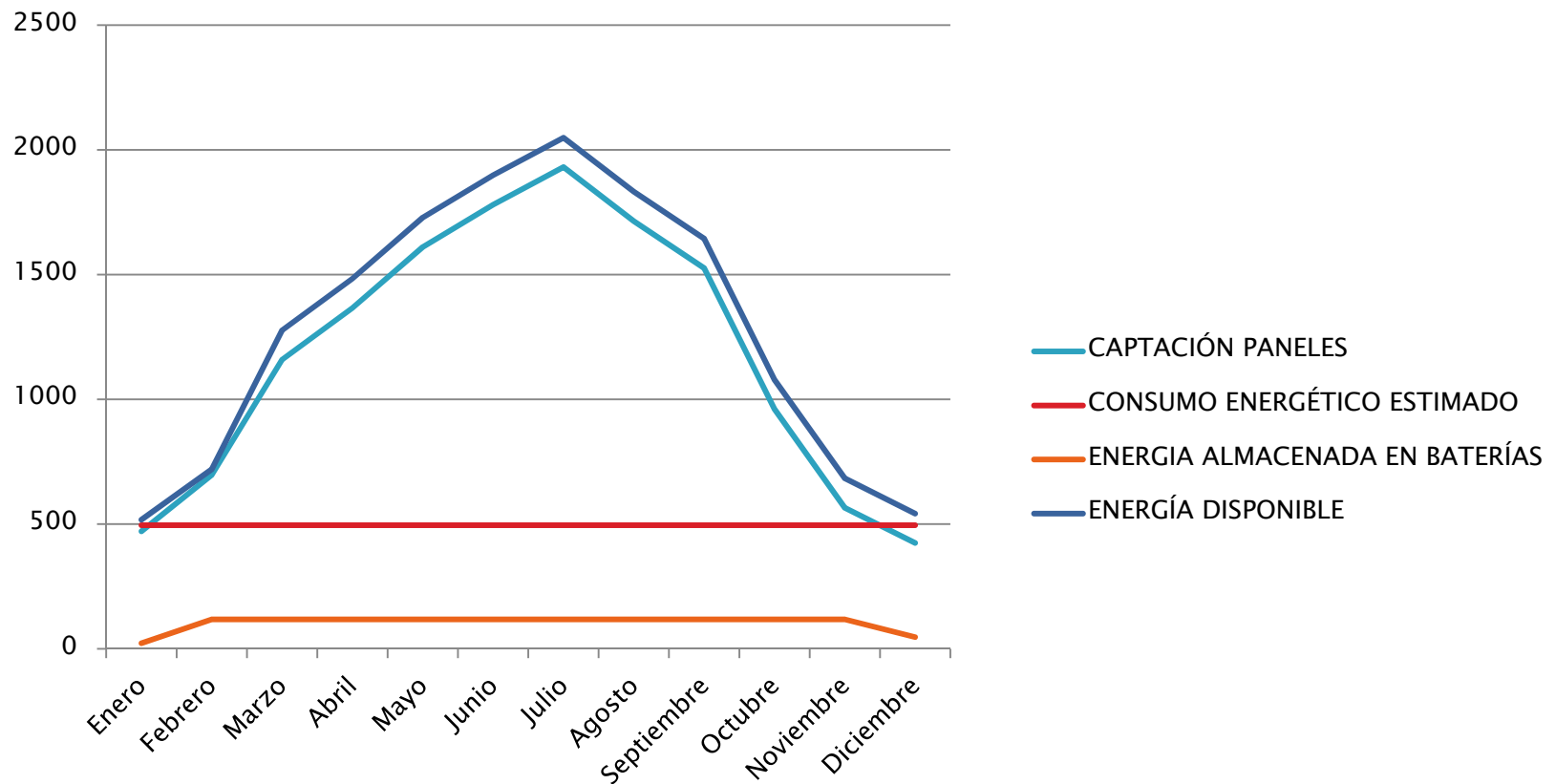
▶ 7.2 Datos.

- Capacidad energética de cada batería = 2,2kWh.
- Capacidad total de la instalación =123,2 kWh.
- Aplicando factores de seguridad = 118 kWh

7. ESTUDIO DE LOS ACUMULADORES.

Carga teórica (kWh)	Carga real (kWh)
22,21	22,21
223,945	118
781,315	118
988,555	118
1233,475	118
1403,035	118
1553,755	118
1337,095	118
1148,695	118
583,495	118
187,855	118
46,555	46,555

7. ESTUDIO DE LOS ACUMULADORES.



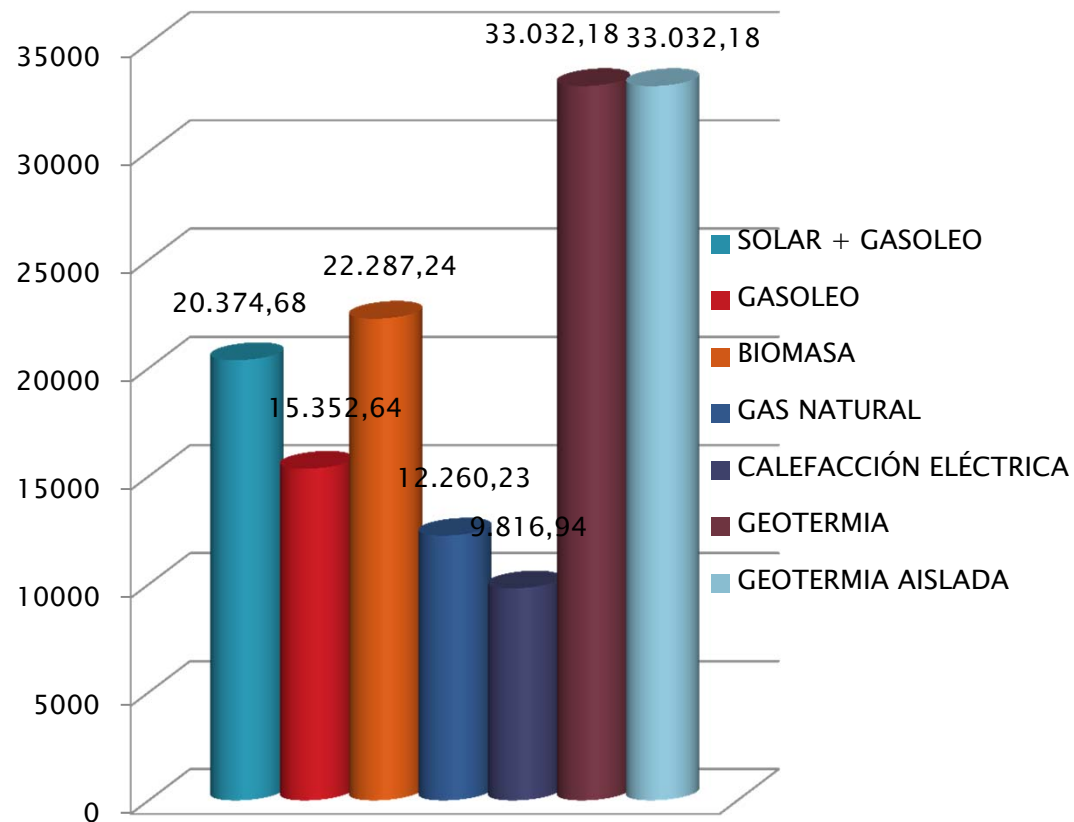
8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

▶ 8.1 VAN y TIR de la geotermia **aislada** respecto otras instalaciones térmicas:

- Solar + Gasóleo.
- Gasóleo.
- Biomasa.
- Gas Natural.
- Calefacción eléctrica.
- Geotermia.

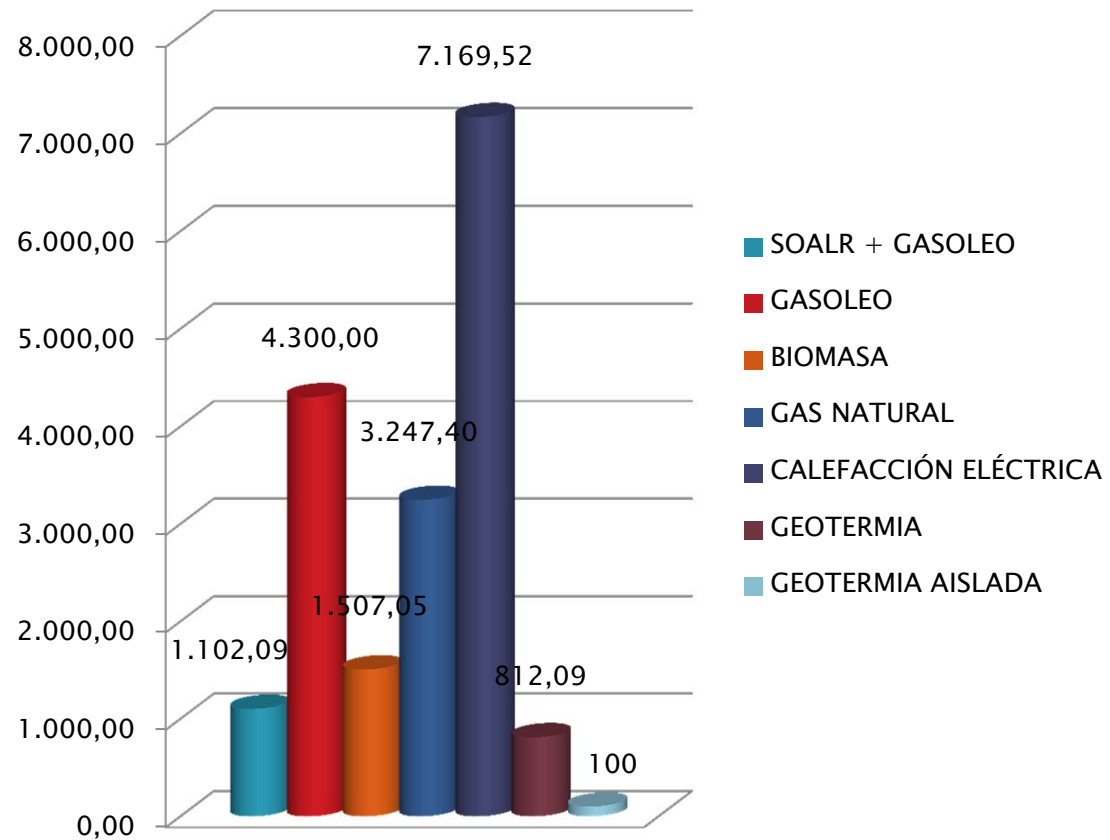
8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

▶ 8.1.1 Inversión Inicial.



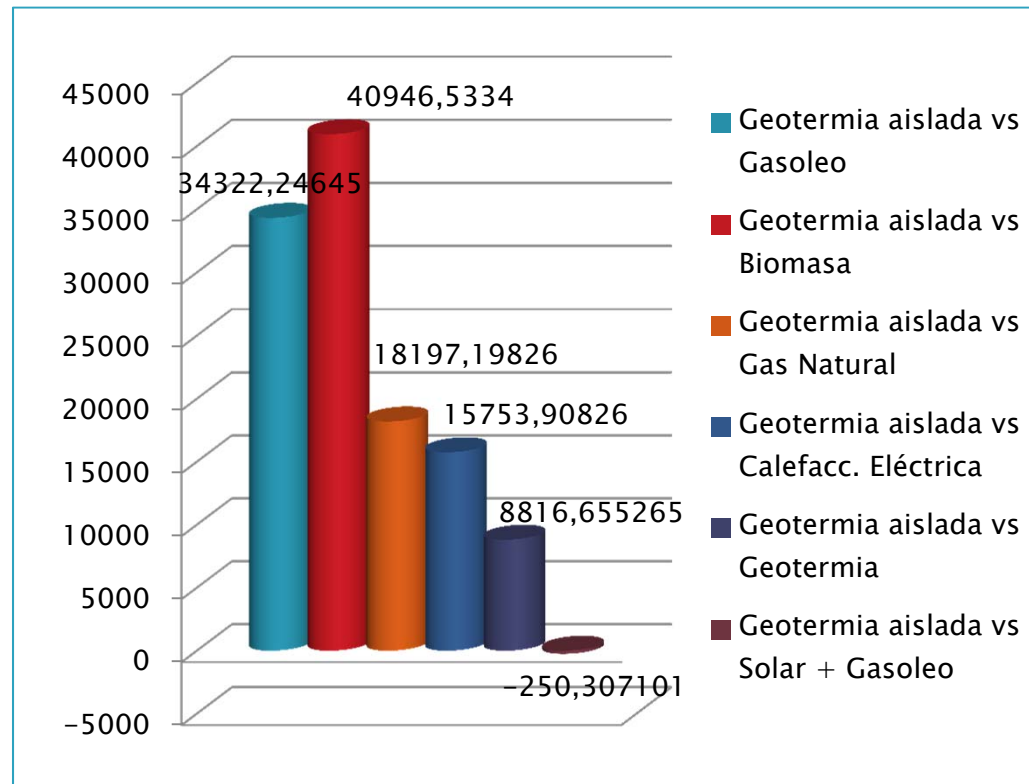
8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

▶ 8.1.2 Gasto anual.



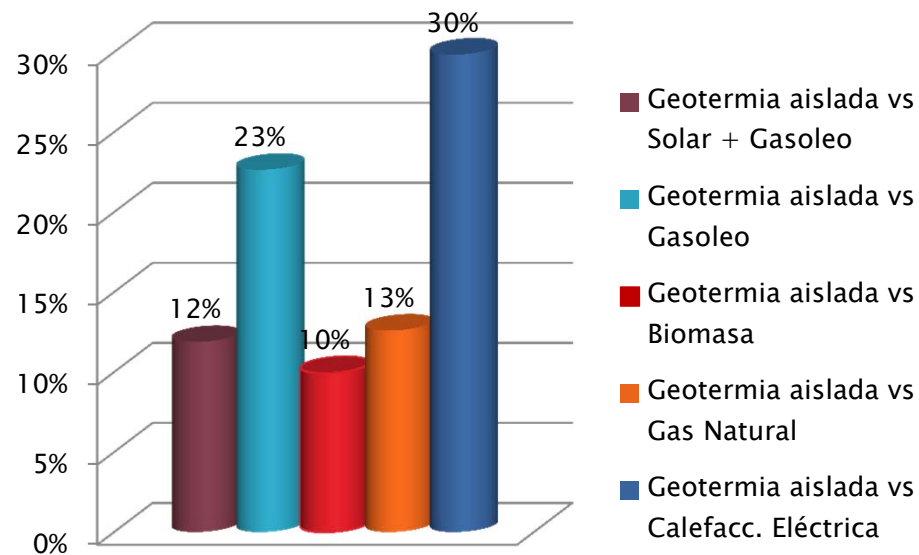
8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

- ▶ VAN. (no sé tiene en cuenta el aumento anual del gasóleo).



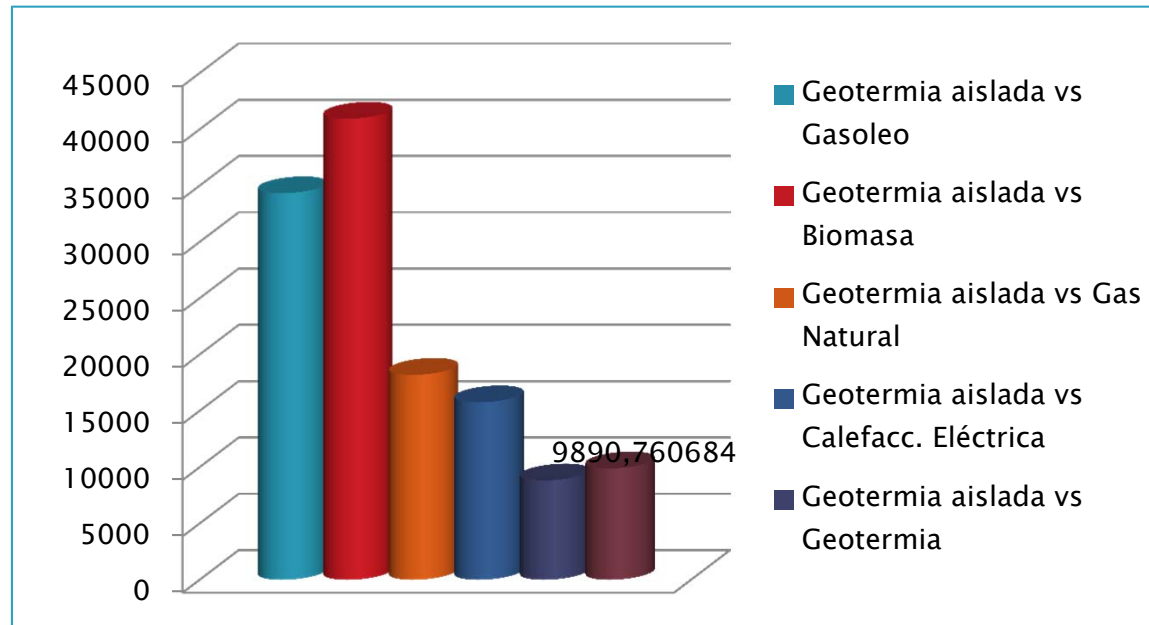
8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

- ▶ TIR. (no sé tiene en cuenta el aumento anual del gasóleo).



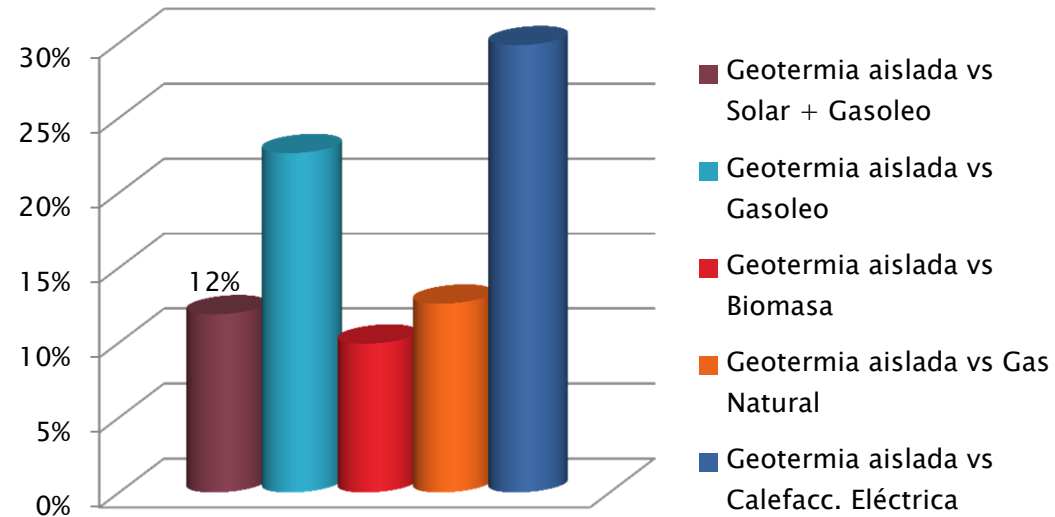
8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

- ▶ VAN. (se tiene en cuenta el aumento anual del gasóleo).



8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

- ▶ TIR. (Se tiene en cuenta el aumento anual del gasóleo).



8. ESTUDIO DE VIABILIDAD.

▶ 8.2 Amortización de la instalación eléctrica.

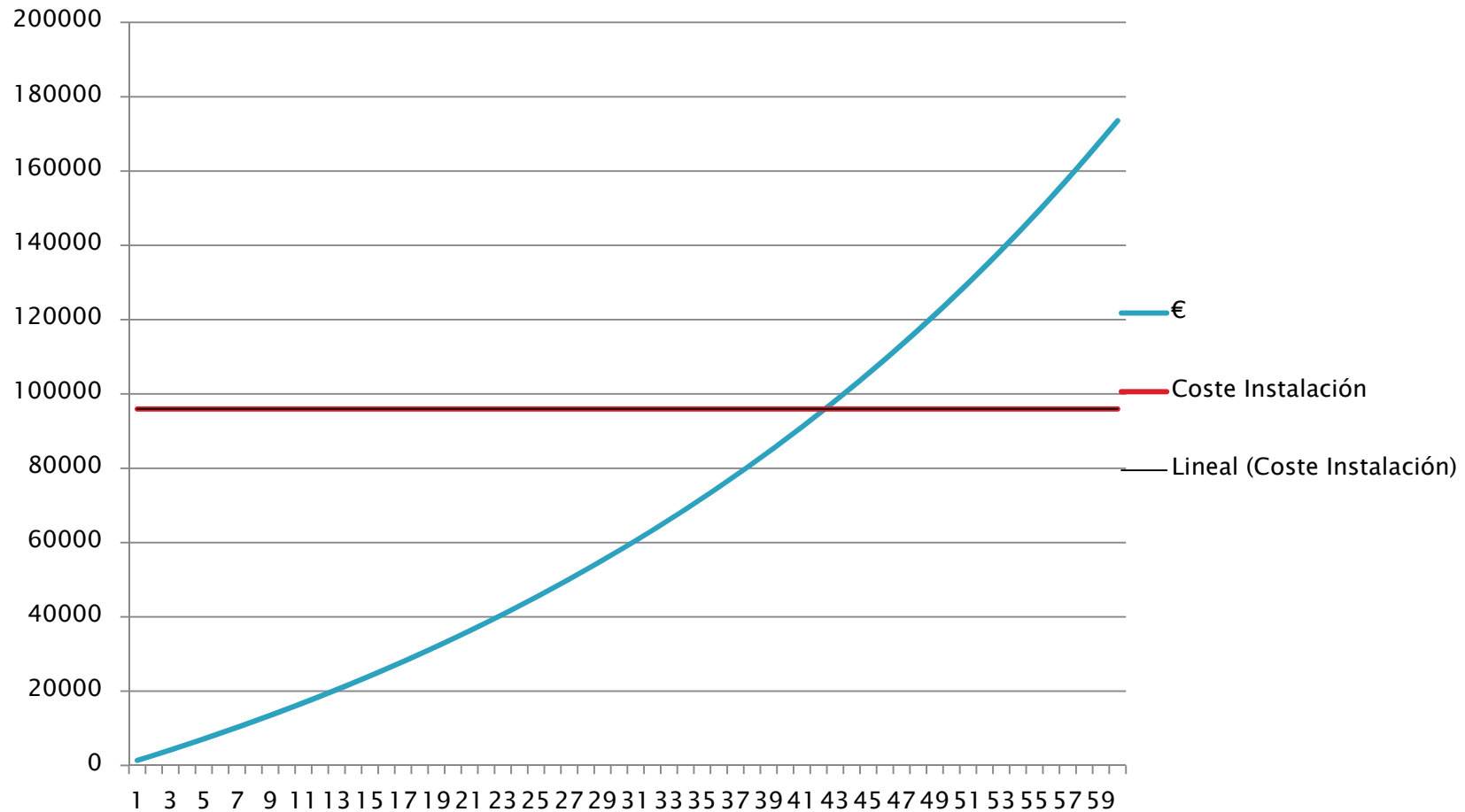
◦ Datos a tener en cuenta:

- Evolución anual del consumo eléctrico.
- Gasto del consumo eléctrico anual
- Aumento del precio del kWh eléctrico (1,8%).

8. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD.

AÑOS	EVOLUCIÓN CONSUMO ELÉCTRICO (kWh)	GASTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL SIN I.V.A (€)	GASTO DEL CONSUMO ELECTRICO ANUAL CON I.V.A (€)	GASTO DEL CONSUMO ANUAL (AUMENTO DEL PRECIO DEL kWh en 1,8% ANUAL) (€)	AMORTIZACIÓN (€)	COSTE DE LA INSTALACIÓN (€)
1	5.944,14	1.146,52	1.352,8	1.352,8	1.352,8	95.965
2	6.095,71	1.171,13	1.381,9	1.406,81	2.759,7	95.965
3	6.251,15	1.196,37	1.411,7	1.437,12	4.196,83	95.965
...
42	16.689,80	2.891,23	3.411,6	3.473,064	94.572	95.965
43	17.115,39	2.960,33	3.493,1	3.556,07	9.8128,1	95.965
44	17.551,83	3.031,19	3.576,8	3.641,19	101.769	95.965

8. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD.



9. CONCLSIONES.

- ▶ Actualmente se puede llevar a cabo.
- ▶ Tiene un coste inicial asumible elevado.
- ▶ No está totalmente desarrollado.
 - Pérdida de eficiencia.

10. PROPUESTAS DE FUTURO.

▶ 10.1 Futuro Cercano.

- Reciclaje de las baterías de Li-ion de los coches eléctricos.

▶ 10.2 Futuro Lejano.

- Acumulación del excedente energético mediante el H₂. (INTERNET DE LA ENERGÍA).