



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN GEOTÉRMICA PARA CLIMATIZACIÓN Y ACS DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL MUNICIPIO DE O PORRIÑO (PONTEVEDRA).

León, Julio de 2015

Autora: Gloria Bastos González
Tutor: Antonio Bernardo Sánchez

El presente proyecto ha sido realizado por Dña. Gloria Bastos González, alumna de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería de Energía.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por Antonio Bernardo Sánchez, profesor/a del Grado en Ingeniería de Energía

Visto Bueno

Fdo.:Dña. Gloria Bastos González
El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D. Antonio Bernardo Sánchez
El Tutor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

El presente proyecto surge de la necesidad del ahorro energético, y tiene por objeto una instalación para el aprovechamiento de la energía geotérmica para la climatización y abastecimiento de ACS en una vivienda unifamiliar en el municipio de O Porriño (Pontevedra).

Para conseguirlo, se realizarán los cálculos de las necesidades térmicas y de refrigeración de la vivienda y una vez calculadas poder dimensionar y seleccionar las distintas alternativas de los componentes de la instalación.

Una vez estudiadas las alternativas posibles, se obtendrán unas conclusiones acerca de que componentes tendrá la instalación.

Finalmente se evaluará el coste económico que supone realizar la instalación del presente proyecto así como la viabilidad del mismo.

ABSTRACT

This Project arises in the energy efficiency needs; the main purpose is an installation to use geothermal energy for the heating, cooling and Domestic Hot Water (DHW) production in an average family home in O Porriño town (Pontevedra).

With this purpose, the thermal needs for heating and cooling the house have been calculated in order to size and select the different components alternatives for the installation. Once the different possibilities have been studied, some conclusions about the different components of the installation are obtained.

Finally, an economical study is realized to evaluate the total cost of the installation and its viability.

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABLAS	IV
1 Introducción. Concepto de energía geotérmica	1
1.1 Clasificación de los recursos geotérmicos	1
1.1.1 Recursos de alta temperatura	2
1.1.2 Recursos de media temperatura	3
1.1.3 Recursos de baja temperatura	4
1.2 Ventajas de la energía geotérmica	4
2 Componentes de la climatización geotérmica	6
2.1 Sistemas de captación	6
2.2 Bomba de calor geotérmica	7
2.2.1 Clasificación de las bombas de calor	8
2.2.2 Componentes más importantes de las bombas de calor	10
2.2.3 Ciclo termodinámico de una bomba de calor	12
2.2.4 Esquema de un ciclo de refrigeración real	15
2.3 Sistemas de emisión	17
2.3.1 Suelo radiante	17
2.3.2 Fan coils	19
3 Descripción del objeto de estudio	21
3.1 Localización de la vivienda	22
3.2 Descripción del medio físico	24
3.2.1 Geología y geotécnica	24
3.2.2 Hidrogeología	26
3.2.3 Climatología	26
3.3 Potencial geotérmico de la zona	27
4 Instalación de energía geotérmica	30
4.1 Descripción de la vivienda	30
4.2 Cargas térmicas de la vivienda	30
4.3 Estudio geotérmico	32
4.3.1 Energía geotérmica y recurso geotérmico	32
4.3.2 Potencial geotérmico	33

4.4	Diseño del intercambiador de calor enterrado	36
4.4.1	Elección de la bomba de calor	37
4.4.2	Elección del fluido circulante	39
4.4.3	Elección de la configuración de emplear	40
4.4.4	Elección de la tubería colectora	42
4.4.5	Dimensionamiento del intercambiador de calor enterrado	43
4.4.6	Cálculo de la longitud de perforación	44
4.4.7	Selección de la bomba de circulación	44
4.5	Perforación del sondeo geotérmico	45
4.5.1	Perforabilidad	46
4.5.2	Métodos de perforación	47
4.5.3	Ejecución de la instalación	51
4.5.4	Introducción de la sonda geotérmica	55
4.6	Fancoils.....	56
4.6.1	Recomendaciones para la instalación	58
4.6.2	Recomendaciones para el mantenimiento	58
5	ANEXOS	60
5.1	ANEXO I. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS	60
5.2	ANEXO II. CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR ENTERRADO.....	62
5.3	ANEXO III. CÁLCULO DEL SUELO RADIANTE	69
5.4	ANEXO IV. CÁLCULO DE FANCOILS	90
5.5	ANEXO V. FICHAS TÉCNICAS.....	92
5.6	ANEXO VI. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	96
5.7	ANEXO VII. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA. DIAGRAMA GANTT	111
5.8	ANEXO VIII. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	114
6	PLANOS.....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
7	PLIEGO DE CONDICIONES.....	158
7.1	Pliego de prescripciones técnicas para instalaciones de geotermia.	158
7.2	Instalación de intercambiadores geotérmicos vivienda unifamiliar en la provincia de Pontevedra	159
8	PRESUPUESTO.....	214
	Lista de referencias	219

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura interna de la Tierra	1
Figura 1.2 Esquema de funcionamiento planta eléctrica con vapor seco.....	2
Figura 1.3 Esquema de funcionamiento planta eléctrica con vapor flash	3
Figura 1.4 Esquema de funcionamiento planta eléctrica con ciclo binario.....	3
Figura 2.1 Sistemas de captación.....	7
Figura 2.2 Esquema de funcionamiento de una bomba de calor geotérmica	7
Figura 2.3 Esquema de sistema básico de refrigeración por compresión.....	12
Figura 2.4 Ciclo real de refrigeración. Diagrama log P-h	15
Figura 2.5 Detalle de instalación de suelo radiante	17
Figura 2.6 fan coil en posición horizontal y en posición vertical	20
Figura 3.1 Localización de la parcela dentro de la península	23
Figura 3.2 Localización dentro de la provincia de Pontevedra.....	23
Figura 3.3 Vista aérea de la parcela.....	24
Figura 3.4 Aguas termales, granitos y granitos orogénicos en Galicia	28
Figura 3.5 Potencial geotérmico en la Península.....	28
Figura 4.1 Mapa de tipos de clima.....	31
Figura 4.2 unidades litológicas más importantes en Galicia	34
Figura 4.3 imagen aérea donde se evidencia la prsesencia de granitos en la zona	35
Figura 4.4 Bomba de calor seleccionada (ecoGEO c2)	39
Figura 4.5 sistema de intercambio en paralelo vertical	41
Figura 4.6 sistema en paralelo vertical	42
Figura 4.7 Bomba de circulación integrada en la bomba de calor	45
Figura 4.8 Primeros metros de un sondeo realizado con martillo en fondo.....	48
Figura 4.9 Esquema de perforacón por rotopercusión	49
Figura 4.10 Esquema de un martillo en fondo	50
Figura 4.11 Maquinaria de rotopercusión con martillo en fondo	52
Figura 4.12 Martillo de la máquina de rotopercusión	53
Figura 4.13 Emboquille	54
Figura 4.14 prueba de estanqueidad de la sonda	56
Figura 5.1 tabla de la guía idae para elegir diámetros normalizados.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Tabla resumen de los recursos geotérmicos	4
Tabla 2.1 Clasificación según el medio de origen y destino de la energía	9
Tabla 3.1 Coordenadas UTM de la parcela en la que se ubica la vivienda.....	22
Tabla 3.2 Uso térmico del suelo	27
Tabla 4.1 Cuadro de superficies de la vivienda	30
Tabla 4.2 Cargas térmicas de los distintos espacios de la vivienda.....	32
Tabla 4.3 valores estandarizados de la capacidad térmica de extracción de algunas rocas según la norma VDI4640-sección 2	36
Tabla 4.4 características técnicas de la bomba de calor seleccionada.....	38
Tabla 4.5 propiedades físicas de distintos fluido circulantes	40
Tabla 4.6 peso total mínimo sobre el tallante.....	51
Tabla 4.7 velocidad de rotación. Gama de trabajo en rpm	51
Tabla 4.8 características técnicas de los fancoils.....	57
Tabla 5.1 tabla resumen de los datos empleados para la elección de la bomba de calor...	63
Tabla 5.2 fancoils elegidos	91

1 Introducción. Concepto de energía geotérmica

La palabra Geotérmico tiene su origen en el griego: geo, "Tierra", y thermos, "calor", por lo que significa literalmente "calor de la Tierra"

Como consecuencia de la estructura interna de la Tierra (Figura 1.1), se puede observar que en el interior de la Tierra se encuentra el núcleo que está a muy alta temperatura y a medida que vamos avanzando hacia la superficie nos vamos encontrando capas que se encuentran sucesivamente a una menor temperatura. Es por tanto evidente que la Tierra experimenta un aumento de temperatura al aumentar la profundidad en dirección al núcleo e igualmente evidente la existencia de transferencia de calor asociada a ese gradiente de temperatura.

Esta energía existente como transferencia térmica es la que se conoce como geotérmica y a su uso se le conoce como aplicaciones geotérmicas.

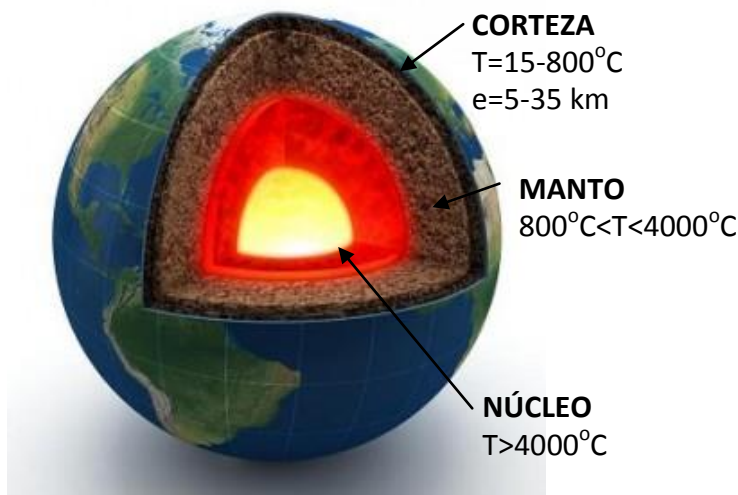


Figura 1.1 Estructura interna de la Tierra

1.1 Clasificación de los recursos geotérmicos

La clasificación de los recursos geotérmicos viene condicionada a la temperatura y profundidad a la que se encuentren, por lo que tendremos:

- Recursos de alta temperatura
- Recursos de media temperatura
- Recursos de baja temperatura

Otra posible clasificación sería en función del uso directo de fluidos termales o por el contrario de la temperatura constante que existe a una determinada profundidad y de su invariabilidad frente a las condiciones exteriores, así se clasificarían en:

- Usos directos

- Usos indirectos

En este proyecto, se considerará la versión clásica relacionada con la temperatura del yacimiento.

1.1.1 Recursos de alta temperatura

Se consideran recursos de alta temperatura aquellas en la que la temperatura del fluido termal, por lo general agua, este por encima de los 150 °C. Esta energía solamente se da en zonas activas de la corteza y la temperatura se encuentra entre 150 y 400 °C.

La aplicación principal de la energía geotérmica de alta temperatura es la generación de electricidad, esta puede ser producida en tres tipos de plantas eléctricas:

- **Vapor seco:** en este tipo de plantas se toma el vapor de las fracturas en el suelo y se pasa directamente por una turbina, para mover un generador. Este es el procedimiento llevado a cabo solamente en las instalaciones geotérmicas de “The Geysers” en Estados Unidos desde que Yellowstone, también en los EEUU, está protegido.
- **Flash:** en las plantas flash se obtiene agua muy caliente, generalmente a más de 200 °C, se separa la fase vapor en separadores vapor/agua, y esta se hace pasar por una turbina. Este tipo son las más utilizadas.
- **Ciclo binario:** en estas plantas el agua caliente fluye a través de intercambiadores de calor, haciendo hervir un fluido orgánico que posteriormente hará girar la turbina.

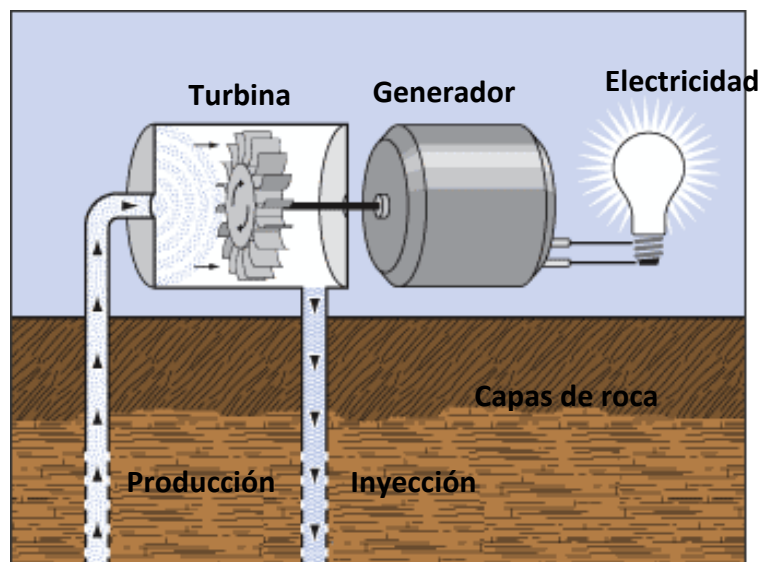


Figura 1.2 Esquema de funcionamiento planta eléctrica con vapor seco

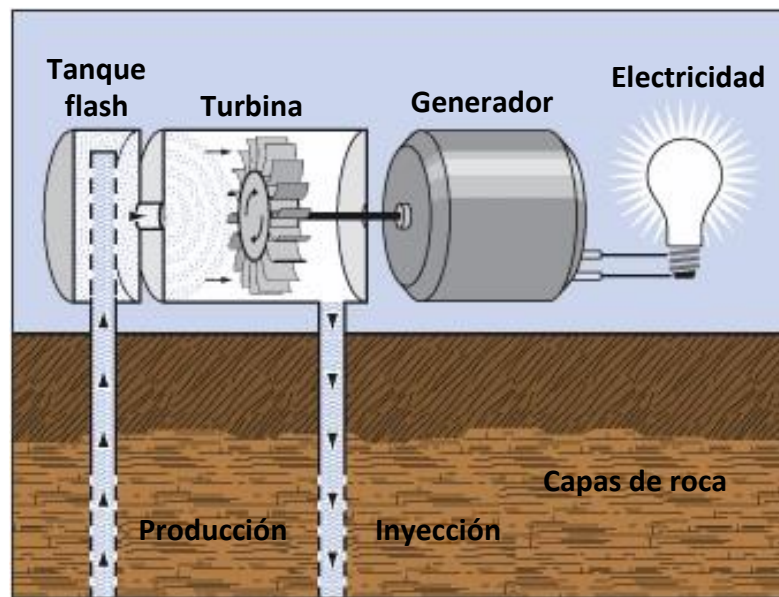


Figura 1.3 Esquema de funcionamiento planta eléctrica con vapor flash

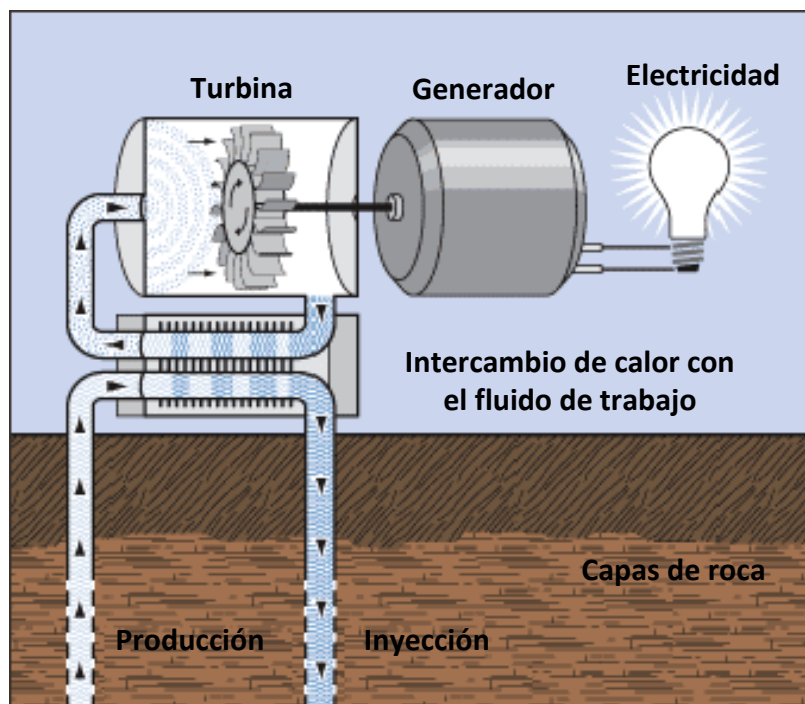


Figura 1.4 Esquema de funcionamiento planta eléctrica con ciclo binario

1.1.2 Recursos de media temperatura

Se consideran recursos de media temperatura aquellos en la que la temperatura del fluido termal, por lo general agua, se encuentra entre los 50 y los 150 °C. Este rango de temperaturas presenta una mayor variedad de aplicaciones a las que puede estar destinada.

Con temperaturas entre 70 y 150 °C permite explotar pequeñas centrales eléctricas con la condición de que la conversión vapor-electricidad por medio de un fluido volátil y con rendimiento menor. El aprovechamiento puede hacerse de forma directa mediante sistemas urbanos de reparto de calor para su en calefacción y en producción de frío por absorción.

1.1.3 Recursos de baja temperatura

Se consideran recursos de baja temperatura aquellos en la que la temperatura del fluido termal, por lo general agua, se encuentra entre los 20 y los 50 °C. Las aplicaciones a las que están destinados este tipo de recursos son las necesidades domésticas, urbanas y agrícolas.

El aprovechamiento de la energía geotérmica de baja temperatura basa su principio en que la tierra tiene una temperatura más constante que el aire exterior, cuanto mayor sea la profundidad a que se mida la temperatura, menos fluctuaciones se observarán, es por tanto una aplicación geotérmica indirecta, pues no aprovecha directamente un fluido termal caliente.

Debido a esta diferencia de temperaturas entre el ambiente y el terreno (en invierno el suelo está más caliente que el ambiente y en verano a la inversa, más frío que el ambiente), con la ayuda de los equipos adecuados, como bombas de calor geotérmicas e intercambiadores de calor enterrados, se conseguirá climatizar con un rendimiento mayor que cualquier sistema convencional.

Tabla 1.1 Tabla resumen de los recursos geotérmicos

Recursos energéticos	Tª del yacimiento	Aplicaciones principales
Alta temperatura	150-400 °C	Generación de electricidad
Media temperatura	50-150 °C	Pequeñas centrales eléctricas(70-150 °C)
Baja temperatura	20-50 °C	Necesidades de climatización domésticas, urbanas y agrícolas

1.2 Ventajas de la energía geotérmica

La energía geotérmica, independientemente del sistema de aprovechamiento o de la aplicación a la que esté destinada presenta una serie de ventajas sobre otras formas de energía.

Sus principales ventajas son:

- **Fuente de energía renovable:**

Está catalogada como energía renovable en el libro blanco de las energías renovables de la Unión Europea y por lo tanto se acoge a ayudas gubernamentales para subvencionar las instalaciones.

- **Independencia energética exterior:**

A diferencia de otras fuentes de energía renovable que dependen directamente o indirectamente de la influencia de factores externos, como el sol o el viento, la energía geotérmica proviene del interior del planeta, siendo por lo tanto una fuente de energía más estable.

- **Cantidad de recurso:**

Energía virtualmente inagotable, si bien es cierto que no todas las localizaciones están dotadas de la misma cantidad por lo que algunas de sus aplicaciones como por ejemplo la generación de electricidad sólo está disponible en localizaciones privilegiadas.

Los recursos geotérmicos son mayores que los recursos de carbón, petróleo, gas natural y uranio combinados.

- **Eficiencia:**

Sistema de gran ahorro tanto económico como energético debido a su gran eficiencia. Permite ahorros de energía de 30 a 70% en calefacción y de 20 a 50% en climatización.

- **Terreno requerido:**

Puede obtenerse y utilizarse prácticamente en cualquier emplazamiento y lugar del mundo.

Además, el área de terreno requerido por las plantas geotérmicas por megavatio es menor que otro tipo de plantas y no requiere construcción de represas, tala de bosques, ni construcción de tanques de almacenamiento de combustibles.

- **Economía:**

La instalación se amortiza en un periodo estimado de entre 6 y 12 años. Los costes de explotación y mantenimiento son muy reducidos.

- **Mix energético:**

Contribuye a diversificar y optimizar la base del suministro energético actual, reduciendo el consumo de combustible fósiles y la dependencia de importaciones energéticas, asegurando la regularidad en el abastecimiento y disminuyendo las pérdidas energéticas del transporte de electricidad.

- **Ecológica, limpia y segura:**

Ahorra una gran cantidad de energía primaria y no contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero. Se reduce también la producción de residuos y la contaminación en el transporte de combustibles.

Además se ajusta a los requisitos de ahorro energético especificados en el CTE (código técnico de la edificación).

2 Componentes de la climatización geotérmica

2.1 Sistemas de captación

Para el aprovechamiento de esta energía geotérmica o energía del suelo es necesario un sistema de captadores o intercambiadores enterrados para los que existen tres tipos de configuraciones básicas:

- **Captación horizontal:**

Es la instalación más sencilla, no es necesaria mucha profundidad, entre 1-5 metros, sin embargo requiere de una gran disponibilidad de superficie de terreno.

- **Captación vertical:**

Consiste en una o varias perforaciones verticales cuyas profundidades oscilan entre los 80 y los 150 metros en las que se introducen los captadores.

Se trata de una instalación sencilla y económica, ampliamente utilizada, ya que requiere de muy poca superficie disponible y su eficiencia es muy elevada.

- **Captación freática:**

Este tipo de captación puede ser una opción a considerar cuando existe un pozo, un manantial o una fuente de agua subterránea.

En este caso el agua es bombeada hacia la bomba de calor, donde cede su energía para ser posteriormente devuelta al terreno mediante un pozo de inyección.

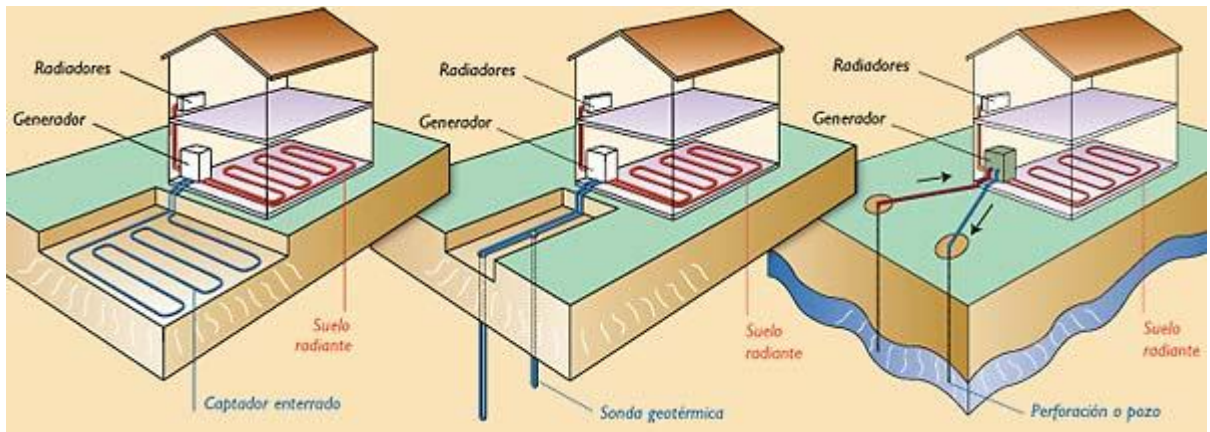


Figura 2.1 Sistemas de captación

2.2 Bomba de calor geotérmica

El principio de funcionamiento de las Bombas de Calor no es reciente, sus orígenes provienen del establecimiento de los conceptos de ciclo y reversibilidad por Carnot en 1824, y por la concepción teórica posterior de Lord Kelvin, un gas evolucionaba cíclicamente, era comprimido y posteriormente expandido, obteniendo frío y calor.

El calor fluye de forma natural desde las altas temperaturas a las bajas temperaturas. Sin embargo, la Bomba de Calor es capaz de forzar este flujo de calor en la dirección contraria, utilizando para ello una determinada cantidad de trabajo.

Las Bombas de Calor necesitan para operar dos focos, un denominado foco frío del que la Bomba de Calor extrae calor y un foco caliente al que le es cedido el calor extraído anteriormente.



Figura 2.2 Esquema de funcionamiento de una bomba de calor geotérmica

En algunas ocasiones, el calor extraído en el enfriamiento es utilizado para cubrir una demanda simultánea de calor, de forma que mejora el rendimiento del sistema.

Para transportar calor desde la fuente de calor al sumidero de calor, se requiere aportar un trabajo. Teóricamente, el calor total aportado por la Bomba de Calor es el extraído de la fuente de calor más el trabajo externo aportado.

Su utilización en equipos de refrigeración tuvo un rápido progreso, en aplicaciones como la conservación de alimentos y el aire acondicionado. Sin embargo las posibilidades de utilizar la otra fuente térmica, el calor o el frío y calor simultáneamente no se aprovecharon. Esto fue debido por una parte a dificultades tecnológicas presentes en la construcción de las Bombas de Calor, y por otra parte el precio de la energía que hacía que esta tecnología no fuera competente frente a los sistemas tradicionales de calefacción basados en el carbón, fuel-oil o gas.

La crisis del petróleo y el alza de los precios de los combustibles a partir de 1973, impulsó las investigaciones en nuevos equipos de alta eficiencia, además de cambiar el posicionamiento de los costes de calefacción, situación que benefició el desarrollo de la Bomba de Calor.

Además del ahorro energético que suponen, en el momento actual su utilización se justifica por su contribución a la reducción de las emisiones de CO₂. Las Bombas de Calor consumen menos energía primaria que los medios tradicionales de calefacción, aunque debe tenerse en cuenta de qué forma se ha generado esa energía eléctrica. Si esta energía eléctrica proviene de fuentes renovables, como la hidroeléctrica ó eólica, es clara la reducción de las emisiones, pero incluso cuando la electricidad que alimenta las bombas es generada mediante centrales térmicas de combustibles fósiles, se demuestra que la reducción total de emisiones es importante.

2.2.1 Clasificación de las bombas de calor

Las bombas de calor se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios, algunos de los más utilizados son:

- **Según el tipo de proceso:**
 - **Compresión mecánica del vapor:** el compresor es accionado por un motor eléctrico, o de combustión de gas, diesel, o de otro tipo.
 - **Absorción:** son de accionamiento térmico, el ciclo se impulsa mediante calor a temperaturas elevadas.
 - **De Efecto Peltier:** son Bombas de Calor electrotérmicas.

- **Según el medio de origen y destino de la energía:**

Esta es la clasificación más utilizada. La Bomba de Calor se denomina mediante dos palabras: la primera corresponde al medio del que absorbe el calor (foco frío) y la segunda al medio receptor (foco caliente).

Tabla 2.1 Clasificación según el medio de origen y destino de la energía

Medio del que se extrae la energía	Medio al que se cede la energía
AIRE	AIRE
AIRE	AGUA
AGUA	AIRE
AGUA	AGUA
TIERRA	AIRE
TIERRA	AGUA

- **BC aire-aire:** Muy utilizadas, principalmente en climatización, el calor que se toma del aire y se transfiere directamente al aire del local que debe calentarse o enfriarse.
 - **BC aire-agua:** Se utilizan para producir agua fría para refrigeración o agua caliente para calefacción y agua sanitaria, tomando el calor del aire.
 - **BC agua-aire:** Permiten aprovechar la energía contenida en aguas subterráneas, residuales, ríos, mares, etc. Poseen un rendimiento energético mayor que las que utilizan aire exterior, debido a la mayor uniformidad de la temperatura del agua a lo largo del año.
 - **BC tierra-aire y tierra-agua:** Aprovechan el calor contenido en el terreno. Son instalaciones poco habituales, debido a su coste y a la necesidad de disponer de grandes superficies de terreno.
 - **BC agua-agua:** Son una adaptación del sistema anterior. El calor se toma de un circuito de agua en contacto con un elemento que le proporcionará el calor (la tierra, capa freática) para transferirlo a otro circuito de agua. Es el sistema generalmente adoptado por las bombas de calor geotérmicas
- **Según su construcción:**
 - **Compacta:** Todos los elementos que constituyen la Bomba de Calor se encuentran alojados dentro de una misma carcasa.

- **Split o partidas:** Están constituidas por dos unidades separadas. Una exterior donde se aloja el compresor y la válvula de expansión y una unidad interior. De esta manera se evitan los ruidos en el interior local.
- **Multi-split:** Están constituidas por una unidad exterior y varias unidades interiores.
- **Según su funcionamiento:**
 - **Reversibles:** Pueden funcionar tanto en ciclo de calefacción como en ciclo de refrigeración invirtiendo el sentido de flujo del fluido frigorífico gracias a una válvula de 4 vías.
 - **No reversibles:** Únicamente funcionan en ciclo de calefacción.
 - **Termofrigobombas:** Producen simultáneamente frío y calor.

2.2.2 Componentes más importantes de las bombas de calor

A continuación se mencionarán y se analizarán brevemente los componentes más importantes de las bombas de calor:

- **Compresor:**

Su misión es elevar la presión del vapor refrigerante desde una presión de aspiración a una presión de descarga más alta. Es por tanto un punto de división entre el lado de baja presión y el lado de alta presión del circuito de la bomba de calor.

Por tanto su función es doble, por un lado es el encargado de retirar los vapores que se producen en el evaporador a medida que se van produciendo, y, por otro lado, comprime un vapor saturado (o recalentado si existe recalentamiento) a baja temperatura y presión llevándolo a un estado de mayor presión y entalpía, a expensas de un trabajo externo suministrado al compresor por un elemento motriz, que puede ser un motor eléctrico, un motor de explosión, una turbina de vapor u otro.

- **Condensador:**

El condensador es un elemento intercambiador térmico, en el cual se pretende que el gas refrigerante sobrecalentado transfiera la carga térmica a un medio exterior, el medio condensante. Este vapor se encuentra sobrecalentado ya que contiene el calor recogido por el evaporador del medio a enfriar más el equivalente en calor del trabajo efectuado por el compresor para comprimirlo.

Se puede considerar el funcionamiento de un condensador dividido en tres zonas fundamentales.

1. El refrigerante que ingresa al condensador en forma de vapor sobrecalentado y para poder ser condensado debe eliminar el exceso de calor sensible de modo que debe disminuir su temperatura hasta la de saturación.

2. Una vez lograda la temperatura de vapor saturado se produce la condensación, o sea el cambio del estado de vapor a líquido sin variación de temperatura.
3. Luego de condensado el líquido sufre un subenfriamiento para lograr reducir la reevaporación del refrigerante en la línea de líquido antes de que éste alcance el dispositivo de expansión y aumentar el efecto refrigerante neto.

- **Dispositivo de expansión:**

El líquido refrigerante que se encuentra a elevada presión y temperatura debe ser devuelto al evaporador para continuar el proceso cíclico, pero en ese estado no está listo para ser evaporado, pues su presión y su temperatura son muy altas.

Por ello, se utilizan los dispositivos de expansión, de forma que disminuya la presión del líquido de forma brusca, de modo que se produzca la repentina formación de vapor denominado flash-gas, que para generarse absorbe calor latente de la misma masa del líquido en forma de calor sensible y por lo tanto disminuye la temperatura.

De esa manera, se produce la entrada de refrigerante líquido al evaporador a baja presión y temperatura, listo para absorber calor del aire ambiente y reiniciar el ciclo.

Los dispositivos de expansión constituyen pues otro punto de división entre el lado de alta y baja presión.

- **Evaporador:**

Los evaporadores son unos intercambiadores de calor en los que tiene lugar una transmisión del flujo calorífico que procede del medio que se enfría al refrigerante, absorbiendo éste dicho flujo a temperatura constante por liberación de su calor latente de evaporación. La absorción de este flujo calorífico provoca, por tanto, la evaporación del refrigerante líquido contenido en el interior del evaporador.

- **Refrigerante:**

Un refrigerante es un compuesto químico fácilmente licuable, que se utiliza para servir de medio transmisor de calor entre otros dos en una máquina térmica, y concretamente en aparatos de refrigeración. Los fluidos refrigerantes deben tener ciertas propiedades termodinámicas de tal manera que condensen y evaporen a las temperaturas adecuadas, para lograr su objetivo. Un fluido puede evaporar a mayor temperatura cuando se eleva su presión, pero los compresores no pueden alcanzar cualquier presión y los evaporadores y condensadores no deben trabajar a sobrepresiones ni depresiones elevadas respectivamente.

Por otra parte, los fluidos refrigerantes no deben ser tóxicos, ni inflamables, ni reaccionar con los materiales que constituyen la máquina.

Los fluidos halogenados presentan las mejores propiedades ya que trabajan en las temperaturas y presiones adecuadas para esta aplicación y no son tóxicos ni inflamables. No obstante, pueden contribuir a la destrucción de la capa de ozono. Si al final de su vida útil se liberan en el ambiente, la incidencia de rayos ultravioleta sobre estas sustancias hace que se fotodisocien quedando libres radicales de cloro, que acaban siendo transportados a la estratosfera donde reaccionan con el ozono destruyéndolo. Por estas razones, la utilización de estos refrigerantes está restringida por ley.

El desarrollo de la tecnología frigorífica y de la Bomba de Calor ha estado siempre ligado a la investigación en el campo de los refrigerantes.

2.2.3 Ciclo termodinámico de una bomba de calor

El ciclo termodinámico realizado por una bomba de calor es un ciclo de refrigeración, por lo tanto se estudiará como tal, la diferencia se encuentra en la posibilidad del aprovechamiento del calor o frío en función de las necesidades. Podemos tener distintos tipos de ciclos como el de refrigeración saturado simple y el de refrigeración simple con recalentamiento y subenfriamiento pero estos dos ciclo no son circuitos reales sino teóricos por lo que el ciclo termodinámico a tener en cuenta será el **ciclo real de refrigeración**.

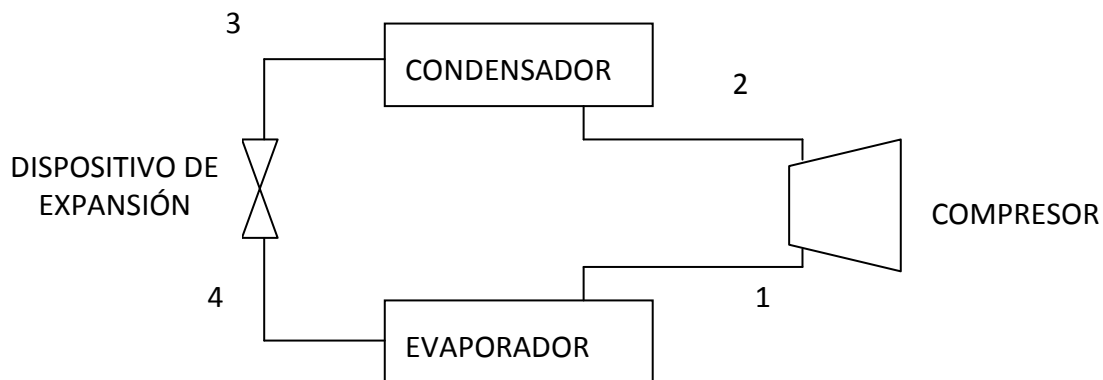


Figura 2.3 Esquema de sistema básico de refrigeración por compresión

Ciclo real de refrigeración:

En los ciclos de refrigeración simple y simple con recalentamiento y subenfriamiento, que se mencionan anteriormente, no se tienen en cuenta diversos factores que alejan el comportamiento de la instalación respecto de un comportamiento ideal. Los factores a tener en cuenta son tres: los efectos debidos a las pérdidas de carga en las líneas, los flujos de calor con el ambiente desde o hacia las líneas y que el proceso de compresión no es isoentrópico.

1. Pérdidas de carga:

Las pérdidas de carga son el resultado del rozamiento del fluido con el conducto por el que circula. Las pérdidas de carga son proporcionales a la velocidad del fluido al cuadrado, por lo que para reducir las pérdidas de carga habría que disminuir esta velocidad. Por otra parte la velocidad del fluido ha de ser lo suficientemente grande como para permitir el arrastre del aceite al compresor.

Las pérdidas de carga se presentan en todas las líneas por las que circula el refrigerante y también se presentan en el evaporador y en el condensador.

Localización de las pérdidas de carga e influencia en el funcionamiento de la máquina:

- Pérdidas en la línea de aspiración:

La línea de aspiración es el tramo de la instalación que une la salida del evaporador con la entrada del compresor. Las pérdidas de carga en esta línea provocan una disminución de la presión de aspiración que como consecuencia provoca que el rendimiento volumétrico disminuya, lo cual a su vez obliga a la selección de un compresor de mayor volumen teórico y de una mayor potencia. Los COP disminuyen por lo que las pérdidas de carga en esta línea son negativas para el funcionamiento de la instalación.

- Pérdidas en la línea de descarga:

La línea de descarga une la salida del compresor con la entrada en el condensador. Como consecuencia se puede citar que disminuye el rendimiento volumétrico al aumentar la presión de descarga, y como en el caso anterior también disminuyen los COP.

- Pérdidas en la línea de líquido:

La línea de líquido es la que une la salida del condensador con el dispositivo de expansión. Las pérdidas de carga en esta línea no afectan a los parámetros que definen el comportamiento de la instalación siempre y cuando no provoquen que llegue vapor al dispositivo de expansión.

- Pérdidas en la línea del dispositivo de expansión al evaporador:

Esta línea no siempre existe y es la que une el dispositivo de expansión con el evaporador. Desde el punto de vista de los parámetros de funcionamiento de la instalación estas pérdidas no afectan.

- Pérdidas en el evaporador:

Las pérdidas de carga que se producen en el evaporador también provocan una variación en la temperatura de saturación. Los efectos de estas pérdidas influyen en el rendimiento volumétrico y en los COP. Por lo general son unas pérdidas que afectan de manera negativa al funcionamiento de la instalación.

- Pérdidas en el condensador:

Las pérdidas de calor en el condensador provocan la disminución del rendimiento volumétrico al aumentar la relación de compresión. La potencia de compresión isoentrópica aumenta y disminuyen los COP de la instalación. Por tanto, son unas pérdidas negativas para la instalación.

2. Flujos de calor:

La diferencia de temperaturas entre las líneas por las que circula el refrigerante y el ambiente son la causa de la existencia de flujos de calor.

Distintos tipos de flujo de calor, lugar donde se producen y su influencia en los parámetros de la instalación:

- Flujo de calor en la línea de aspiración:

En esta línea la temperatura del refrigerante es inferior a la temperatura ambiente, por lo que el flujo de calor es desde el ambiente hacia el refrigerante, lo que produce un recalentamiento no útil del refrigerante. Los flujos de calor en esta línea son perjudiciales pues aumenta la potencia de compresión y disminuyen los COP de la instalación. Por tanto hay que evitar al máximo los flujos de calor en la línea de aspiración.

- Flujo de calor en la línea de descarga:

Generalmente la temperatura del refrigerante en esta línea es superior a la del ambiente por lo que el flujo de calor será desde el refrigerante hasta el ambiente. Este flujo es beneficioso pues disminuye la potencia de condensación lo que implica una disminución en el tamaño del condensador a seleccionar.

- Flujos de calor en la línea de líquido:

Se pueden presentar dos casos. El primero es que la temperatura del líquido sea superior a la del ambiente, lo cual aumenta la potencia frigorífica, disminuye la potencia de compresión y aumenta los COP de la instalación. El segundo caso es que la temperatura del líquido sea inferior que la temperatura del ambiente, en cuyo caso los resultados son muy negativos pues disminuye la potencia frigorífica específica, aumenta la potencia de compresión y disminuyen los COP de la instalación.

- Flujos de calor entre el dispositivo de expansión y el evaporador:

Este flujo de calor es muy perjudicial para el funcionamiento de la instalación pues disminuye la potencia específica frigorífica, aumenta la potencia de compresión y disminuyen los COP's. Los efectos son muy negativos y para solventarlos lo que se hace es colocar el dispositivo de expansión a la entrada del evaporador.

3. Proceso de compresión:

El proceso de compresión que ocurre en los apartados anteriores es un proceso idealizado. Pero en el comportamiento real de una compresión existen una serie de factores que difieren de esta simplificación o idealización. El compresor perfecto es aquel que cumple las siguientes condiciones:

- El volumen de vapor desplazado por el pistón es igual al volumen total del cilindro.
- Durante la aspiración del vapor en el cilindro y durante la descarga del vapor del cilindro no se modifican las propiedades termodinámicas del refrigerante.
- El proceso de compresión se realiza de forma isoentrópica.
- No se produce ningún tipo de rozamiento mecánico.

Como se puede entender con facilidad estas condiciones simplifican mucho el estudio del comportamiento del refrigerante durante el proceso de compresión, pero distan del comportamiento real del compresor. Para subsanar estas diferencias entre el comportamiento ideal del compresor y el comportamiento real se definen una serie de rendimientos que permiten aproximar el comportamiento ideal al comportamiento real: rendimiento volumétrico, indicado, mecánico, eléctrico, del compresor y global.

2.2.4 Esquema de un ciclo de refrigeración real

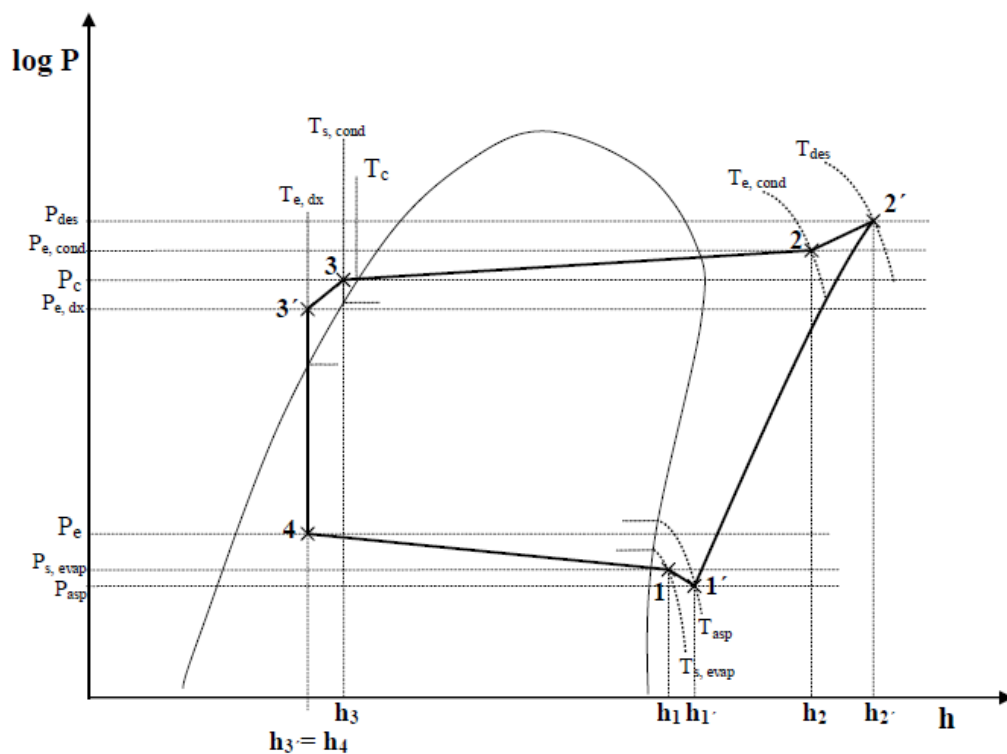


Figura 2.4 Ciclo real de refrigeración. Diagrama log P-h

A continuación cada una de las representaciones que se utilizan para nombrar los diferentes valores de presión y entalpía:

P_{des} : presión de descarga compresor

$P_{e,cond}$: presión de entrada condensador

P_c : presión de condensación

$P_{e,dx}$: presión de entrada dispositivo de expansión

P_e : presión de evaporación

$P_{s,evap}$: presión de salida evaporador

P_{asp} : presión de aspiración compresor

h_1 : entalpía salida evaporador

h_1' : entalpía aspiración compresor

h_2' : entalpía descarga compresor

h_3 : entalpía salida condensador

h_3' : entalpía entrada dispositivo expansión

h_4 : entalpía entrada evaporador

Una vez definidos los valores que toman las variables de presión y entalpía se expone el modo de calcular las caídas de presión y los flujos de calor:

$P_{des}-P_{e,cond}$: esta diferencia de presiones permite calcular la caída de presión en la línea de descarga.

$P_{e,cond}-P_c$: esta diferencia de presiones permite calcular la caída de presión en el condensador.

$P_c-P_{e,dx}$: esta diferencia de presiones permite calcular la caída de presión en la línea de líquido.

$P_e-P_{s,evap}$: esta diferencia de presiones permite calcular la caída de presión en el evaporador.

$P_{s,evap}-P_{asp}$: esta diferencia de presiones permite calcular la caída de presión en la línea de aspiración.

$h_1'-h_1$: esta diferencia de entalpía permite calcular el flujo de calor en la línea de aspiración.

$h_2'-h_2$: esta diferencia de entalpía permite calcular el flujo de calor en la línea de descarga.

h_3-h_3' : esta diferencia de entalpía permite calcular el flujo de calor en la línea de líquido.

2.3 Sistemas de emisión

A continuación se explicarán dos tipos de sistemas de emisión que son el suelo radiante y los fan coils

2.3.1 Suelo radiante

La climatización por suelo radiante consiste en una tubería empotrada en la capa de mortero que discurre por toda la superficie del local a calefactar. Esta tubería conduce agua a la temperatura producida por la bomba de calor en este caso.

El agua cede el calor en invierno y frío en verano al suelo a través de la tubería y el suelo, a su vez, lo transmite al ambiente del edificio.

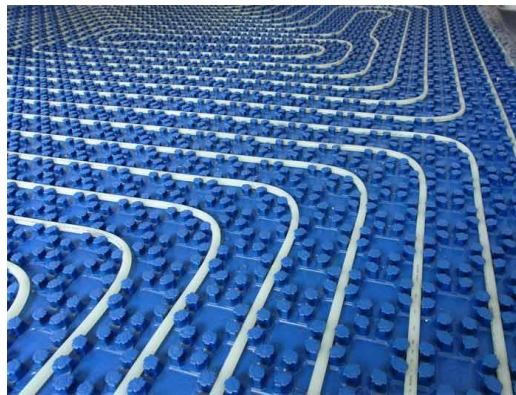


Figura 2.5 Detalle de instalación de suelo radiante

El suelo radiante presenta problemas a la hora de usarlo en refrigeración, que necesitaríamos un dispositivo controlador del punto de rocío para evitar condensaciones, es decir, si por ejemplo yo tengo mi habitación a 26 °C y 55% de humedad relativa, por lo tanto el punto de rocío será de 16°C, esta es la temperatura máxima a la que puedo tener el suelo, por debajo de ésta se formarán condensaciones de agua en el interior o en la superficie con los graves problemas que esto tendría. Por lo tanto necesitare un controlador que me regule la temperatura del agua en todo momento para escaparme de este problema. Como os habréis imaginado, el efecto del suelo a 18°C es muy modesto en cuanto a refrigeración.

En localidades donde la humedad relativa es baja, sí podríamos utilizar temperaturas de suelo inferiores y por lo tanto obtener un efecto frigorífico algo mayor.

En invierno para mantener 21 °C dentro de la vivienda se tiene que introducir el agua por los conductos del suelo radiante a unos 35 °C devolviéndose a unos 30 °C, en verano para mantener la misma temperatura interior de 21 °C será necesario introducirla a aproximadamente 17 °C y se devolverá a más o menos 24 °C.

Elementos constructivos del suelo radiante:

- **Forjado:**

El forjado de la instalación variará en función de la vivienda en la que se realiza la instalación.

- **Panel aislante:**

Las tuberías van colocadas encima de un material de aislamiento que desempeña un papel fundamental para conseguir el adecuado aislamiento térmico y acústico.

Hay diferentes tipos, pero los más destacados son el liso y el de tetones

- **Grapas de sujeción:**

Las grapas de sujeción se usan para sujetar la tubería sobre los paneles aislantes hasta el momento del vertido definitivo del mortero.

Se fijan sobre los paneles aislantes con la ayuda de una práctica grapadora de pie, que facilita la tarea.

- **Tubería:**

El circuito de tuberías que se instala bajo el suelo de la vivienda es el elemento fundamental de este tipo de sistema de emisión.

Su función es la de conducir el agua a una cierta temperatura generada por la instalación geotérmica hacia los distintos circuitos, logrando así transmitir el calor o el frío al pavimento.

- **Banda perimetral**

Se trata de una cinta fabricada en un material espumoso cuya función es absorber las dilataciones del suelo, además de evitar los puentes térmicos.

- **Aditivo fluidificante y retardante**

Se trata de un líquido especial que se añade al mortero para aumentar su fluidez, con ello se consigue que se requiera una menor cantidad de agua para el amasado y se reduzca la porosidad en el mortero una vez fraguado, con lo que se optimizan las características del mortero haciéndolo más resistente a la compresión y más maleable. De esta forma, el mortero envolverá perfectamente el tubo sin dejar celdillas de aire que dificultaría la transmisión de calor.

La función retardante de este aditivo, retrasa el fraguado del mortero para evitar que un fraguado excesivamente rápido genere fisuras.

- **Sistemas de colectores**

Se trata de un conjunto de accesorios que se colocan normalmente en una caja de registro y cuya función es distribuir el agua caliente que se recibe de la caldera a cada uno de los circuitos de tubería correspondientes a cada habitación de la vivienda. Este sistema permite la regulación de las temperaturas de cada una de las habitaciones de la vivienda en función de las respectivas necesidades.

- **Regulación**

Es el equipo que controla el funcionamiento del sistema de climatización de suelo radiante en función de las necesidades de aportación de calor o frío que haya en cada momento. Su funcionamiento es clave para conseguir un grado de confort óptimo así como para minimizar el consumo energético.

- **Fuente de calor**

En nuestro caso sería mediante la energía geotérmica a través de la bomba de calor.

2.3.2 Fan coils

Un fan coil es un equipo de climatización construido por un intercambiador de calor, un ventilador y un filtro, que puede trabajar bien refrescando o bien calentando el ambiente, esto varía en función de si alimenta de agua refrigerada o de agua caliente.

La unidad fan coil recibe agua caliente o fría desde la unidad exterior, que en nuestro caso es la bomba de calor geotérmica. Un ventilador impulsa el aire y lo hace atravesar los tubos por lo que pasa el agua caliente o fría produciéndose así el intercambio de temperatura. Tras pasar por el filtro, el aire calentado o refrigerado sale al exterior climatizando el ambiente.

Según su instalación podemos distinguir dos tipos: vertical y horizontal.



Figura 2.6 fan coil en posición horizontal y en posición vertical

En invierno para mantener $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ dentro de la vivienda se tiene que introducir el agua $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ devolviéndose a unos $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, en verano para mantener la misma temperatura interior de $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ será necesario introducirla a aproximadamente $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se devolverá a más o menos $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El uso de fan coil es recomendable en los siguientes casos:

- En la climatización de grandes volúmenes ya que el suelo radiante puede no ser suficiente para satisfacer toda la demanda energética del edificio, por tanto se recomienda complementarlo con el uso de fan coils.
- En zonas donde la humedad relativa en el aire es muy elevada, el suelo radiante puede producir condensaciones no deseadas, como hemos dicho anteriormente, por lo que en ciertas ocasiones es recomendable sustituirlo por fan coils.
- El suelo radiante, por la baja temperatura a la que trabaja, requiere alcanzar cierta inercia térmica para su correcto funcionamiento. Por lo tanto, en edificios que no van a ser usados con continuidad y que necesitan alcanzar rápidamente la temperatura de confort, es recomendable el uso de fan coils.
- En edificios ya construidos, donde no se desea la instalación de suelo radiante por la incomodidad de la obra, puede ser usado el sistema de fan coils.

La instalación de los fan coils varía según el modelo y fabricante, la instalación y el mantenimiento del mismo viene reflejado en la ficha técnica del mismo.

3 Descripción del objeto de estudio

El objeto de este proyecto es el abastecimiento de calefacción, refrigeración y ACS para una vivienda unifamiliar en el municipio de O Porriño (Pontevedra), mediante la utilización de energía geotérmica para la obtención del título de graduado en ingeniería de la Energía.

En la climatización geotérmica se utiliza el subsuelo como manantial de calor o frío. Así, en función de la etapa del año en la que estemos, transmitiremos calor o frío a la vivienda procedente del subsuelo.

Primeramente se ha evaluado las necesidades térmicas de la vivienda en cuestión, tomando como referencia la climatología del lugar, las características constructivas y unas condiciones de confort preestablecidas.

Hay que destacar que al ser un edificio ya construido, hay ciertas dificultades añadidas respecto a un edificio aun sin construir, ya que el edificio no se diseñó para albergar el sistema de climatización geotérmica.

Con los datos de la vivienda, tanto de fachadas (materiales y orientación), plantas, habitaciones, huecos, cubierta, además de las condiciones climatológicas de la zona, se calculan las pérdidas térmicas en función de la época del año (en invierno se debe tener en cuenta las infiltraciones y la transmisión, mientras que en verano la radiación solar e internas, transmisión e infiltraciones).

Una vez obtenidas las necesidades energéticas, se elegirá la bomba de calor geotérmica necesaria para satisfacer los requerimientos energéticos de la vivienda, los sistemas de calefacción, instalación del ACS y el sistema de intercambio de calor con el subsuelo.

La necesidad de reducir las emisiones de dióxido de carbono junto con el aumento de los precios de la energía eléctrica ha traído como consecuencia la necesidad de emplear tecnologías sostenibles y respetuosas con el medio ambiente tanto en España como en el resto del mundo.

La experiencia hasta el momento nos ha demostrado que la geotermia es una opción atractiva también desde el punto de vista económico. A pesar de que el subsuelo en otras partes del mundo puede variar mucho, existen muchas áreas urbanas densamente pobladas donde el subsuelo presenta características idóneas para la geotermia.

En resumen:

En el presente proyecto se diseñará y dimensionará una instalación de calefacción para un edificio mediante el uso de la energía geotérmica de baja temperatura o baja entalpía. Para ello se tratarán los puntos siguientes:

1. Cálculo de cargas térmicas de la vivienda.
2. Dimensionamiento de la bomba de calor geotérmica.

3. Dimensionamiento del sistema de captación.
4. Elección de equipos y materiales a instalar.
5. Dimensionamiento del suelo radiante.
6. Estudio económico del sistema geotérmico comparado con un sistema convencional.
7. Estudio de ahorro de emisiones de CO2 respecto un sistema convencional.
8. Conclusiones finales del proyecto

3.1 Localización de la vivienda

La vivienda unifamiliar objeto de estudio se encuentra en la parroquia de San Salvador de Budiño que pertenece al municipio de O Porriño en la provincia de Pontevedra.

La parcela según las coordenadas UTM en el HUSO 29 con las siguientes coordenadas x e y que definen las cuatro esquinas de la parcela:

Tabla 3.1 Coordenadas UTM de la parcela en la que se ubica la vivienda

x	y
532308,68 m	4662751,81 m
532354,72 m	4662727,35 m
532331,84 m	4662708,74 m
532304,23 m	4662720,95 m



Figura 3.1 Localización de la parcela dentro de la península



Figura 3.2 Localización dentro de la provincia de Pontevedra

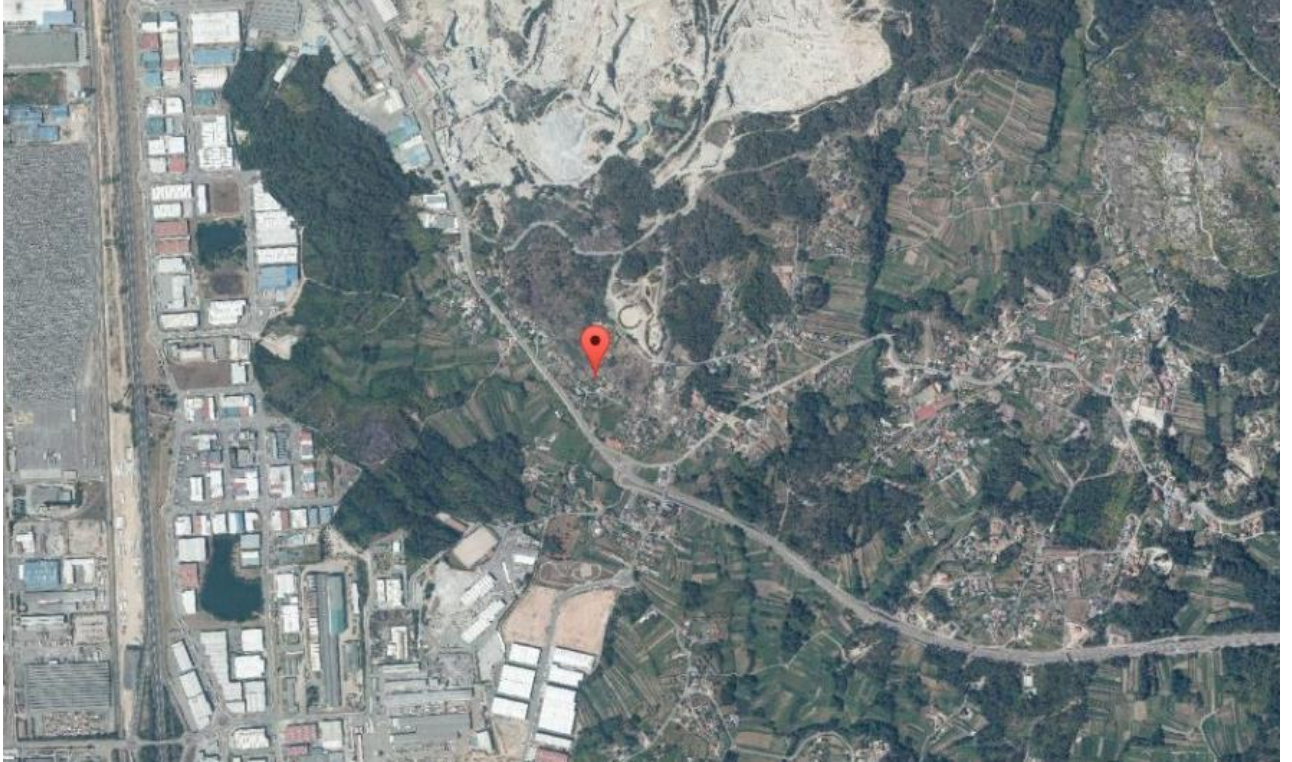


Figura 3.3 Vista aérea de la parcela

3.2 Descripción del medio físico

El conocimiento exhaustivo del medio donde el proyecto se va a realizar, es de vital importancia para la determinación de procedimientos de ejecución de obras, de instalación de equipos, dimensionado de la instalación general etc.

Tanto la geología como la hidrogeología es muy importante conocerlas lo máximo posible ya que va a definir el método de perforación a utilizar y el método de instalación de los colectores de polietileno en el sondeo (si va a estar entubado el sondeo si hay mucha agua, si se va a rellenar con bentonita...). Es necesario conocer la climatología de la zona, ya que definirá las necesidades energéticas de nuestro edificio. No será lo mismo hacer un proyecto de climatización en el norte de Europa donde en las temperaturas oscilan entre 25° bajo cero en invierno y 25°C en verano a por ejemplo en África donde en verano se pueden alcanzar apenas algún grado bajo cero en invierno y 45°C en verano, de ahí radica la necesidad de saber en qué ambiente térmico nos movemos.

3.2.1 Geología y geotécnica

La zona de estudio se encuadra geológicamente dentro de la Hoja 154 del Mapa geológico de España. Esta hoja, dentro del marco geológico general, queda situada en la

zona centro ibérica, que se corresponde con la zona V definida por MATTE, Galicia occidental-NW de Portugal.

3.2.1.1 Estratigrafía y petrología

Al Este de la Fosa Tectónica del Louro aparecen los granitos calcoalcalinos (granitos y granodioritas), que forman un cuerpo intrusivo post-cinemático conocido como "Granito de Porriño". Constituyen un macizo de contornos redondeados, con ligera forma de pera, con el vértice hacia el Sur. Se trata de una granodiorita de color gris claro, localmente rosada, algo porfiroide y en la que se han diferenciado diversas facies graníticas (de granomedio a grueso), mostrando todas ellas como carácter mineralógico general la casi absoluta ausencia de moscovita.

El granito de Porriño presenta como minerales fundamentales: cuarzo, feldespato potásico (microclina), plagioclasa (andesina) y biotita. Los minerales accesorios más frecuentes son: hornblenda, rutilo, circón y alanita. Presenta variaciones de tamaño y composición aumentando el contenido de microclina en los términos más graníticos.

El conjunto de rocas metamórficas situado al Oeste de la Fosa Tectónica del río Louro, forma parte de la unidad litológica "Complejo de Vigo-Tui". Está constituido, principalmente, por paragneises y ortogneises biotíticos intruidos por los granitos autóctonos algo deformados situados aproximadamente entre Vigo y la frontera con

Portugal. Son gneises de biotita y plagioclasa con diferentes porcentajes de los minerales constituyentes, así como distintas granulometrías. Como característica general está la presencia de plagioclasas metablásticas. Tanto el cuarzo como la biotita se presentan en cantidades variables aunque esta última suele disponerse en laminillas paralelas a la esquistosidad de la roca.

Los materiales del Cuaternario aparecen principalmente en los fondos de valle y riberas del río Louro y Arroyo Perral. Son depósitos recientes eluvio-aluviales compuestos de limos, arcillas y gravas con un bajo grado de clasificación, procedente de la disgregación y alteración de las rocas gneísicas y granítico. Este tipo de sedimentos pelítico-detríticos se ubican en zonas de vaguada, incluyendo cauces actuales, así como en depresiones.

3.2.1.2 Tectónica

Las directrices estructurales principales en la región estudiada se disponen según una orientación submeridiana; como substrato se encuentra un complejo metasedimentario en el que se han emplazado granitoides, actualmente ortogneises de naturaleza diversa. Todo el conjunto ha estado sometido a la Orogenia Hercínica, siendo simultáneamente y en diversas etapas objeto del emplazamiento de granitos para-autóctonos. La fracturación tardi y posthercínica y el moldeado postorogénico, completan los rasgos fundamentales del área.

La deformación hercínica es la principal responsable de la estructura actual que aparece en la zona; distinguiéndose dos fases sucesivas acompañadas por metamorfismo regional de intermedia a baja presión, siendo en la segunda fase donde han tenido lugar la mayoría de las estructuras presentes en la zona.

Después de las fases de deformación hercínica, se produjo la tectónica posthercínica que se caracteriza por ser una etapa de descompresión cortical, durante la que se generan importantes sistemas de fracturación, con frecuentes fracturas.

3.2.2 Hidrogeología

La presencia de un sustrato ígneo y metamórfico de notable impermeabilidad, unido a elevado índice pluviométrico de la zona, provoca una importante escorrentía, con unos coeficientes de percolación e infiltración profunda relativamente bajos. La hidrología subterránea está casi exclusivamente condicionada por la red de fracturas y diaclasas establecida en los materiales granitoideos.

A partir de ello, en la capa cortical pueden presentarse acuíferos locales de cierta importancia, que pueden dar lugar a captaciones de caudales pequeños pero continuos, idóneos para usos doméstico. Esto ocurre también en las zonas de grandes desgarros tardihercínicos, donde se pueden encontrar estructuras favorables, como intersecciones de fracturas u otras.

Los materiales del Cuaternario poseen unas características hidrológicas muy peculiares ya que allí donde aparezcan las formaciones de arenas y gravas la permeabilidad será alta, la escorrentía mínima y la red de drenaje poco marcada. En consecuencia estos depósitos serán más susceptibles de ser afectados por la contaminación.

3.2.3 Climatología

El clima de Porriño es de tipo oceánico y está caracterizado por su suavidad térmica, una sequía estival relevante y la abundancia de precipitaciones en el período otoñal e invernal.

A pesar de estas características generales uniformes, la variabilidad fisiográfica del municipio, provoca que en función de si se trata de las zonas de montaña o la costa y fondos de valles, se puedan diferenciar microclimas, en este caso, la zona se encuentra en el dominio de los fondos de valle.

La temperatura media anual del área de estudio no desciende de los 13°C, con una amplitud térmica media que ronda los 10-12°C. El régimen pluviométrico es abundante, pudiendo situarse entre los 1.900 - 2.000 mm, alcanzándose los valores máximos en las zonas altas del valle. Son abundantes las nieblas en la zona de valle. Por último, el área de estudio presenta unos niveles de evapotranspiración (E.T.P.) que oscila entre los 780 y los 810 mm anuales.

3.3 Potencial geotérmico de la zona

El gradiente geotérmico se define como el incremento de temperatura registrado al profundizar desde la capa más externa de la Tierra –la corteza– hacia las partes interiores de la misma. El gradiente geotérmico observado en la mayor parte del Planeta, conocido como gradiente térmico normal, es de unos 2,5-3 °C cada 100 metros, si bien en regiones muy delimitadas y específicas, el incremento de la temperatura con la profundidad es muy superior al indicado. Estas regiones, de gradiente geotérmico anómalo, se sitúan sobre áreas geológicamente activas de la corteza terrestre.

El gradiente geotérmico permite estimar el flujo de calor que se transmite desde las zonas internas de la corteza hacia las externas. Representa la cantidad de calor geotérmico que se desprende por unidad de superficie.

Las propiedades térmicas de las rocas del subsuelo son muy variables y dependen de una multitud de parámetros físicos y geológicos. Para la elaboración de proyectos de detalle es necesario calcular dichas propiedades mediante ensayos de respuesta térmica que se realizan en un sondeo perforado para dicha finalidad y que posteriormente puede ser utilizado para extracción de calor. Estos test suelen ser caros debido a su duración y al coste de la perforación, por lo que en los estudios preliminares de diseño de instalaciones se suelen utilizar valores estandarizados de las propiedades térmicas del terreno. Estos valores sirven de guía para una primera estimación del número de sondeos necesarios, si bien posteriormente antes de la elaboración del proyecto de la instalación debe realizarse el ensayo mencionado.

En la siguiente tabla se presenta una serie de valores estandarizados extraídos de la norma: VDI4640 Parte 2 – Uso térmico del subsuelo (Norma alemana de 2001).

Tabla 3.2 Uso térmico del suelo

Tipo de roca (litologías)	Capacidad de extracción de calor (W/m)
Gravas y arenas secas	<25
Arcillas y margas húmedas	35-50
Calizas y dolomías masivas	55-70
Areniscas	65-80
Granitos	68-85
Rocas básicas (basaltos)	40-65
Rocas metamórficas (gneis)	70-85
Gravas y arenas saturadas de agua	65-80
Gravas y arenas con gran circulación de agua	80-100

A continuación se muestra un mapa donde se representa las aguas termales de Galicia, el granito y granito post-orogénico, determinando así que en la parcela donde se construirá la vivienda se encuentra sobre roca granítica.

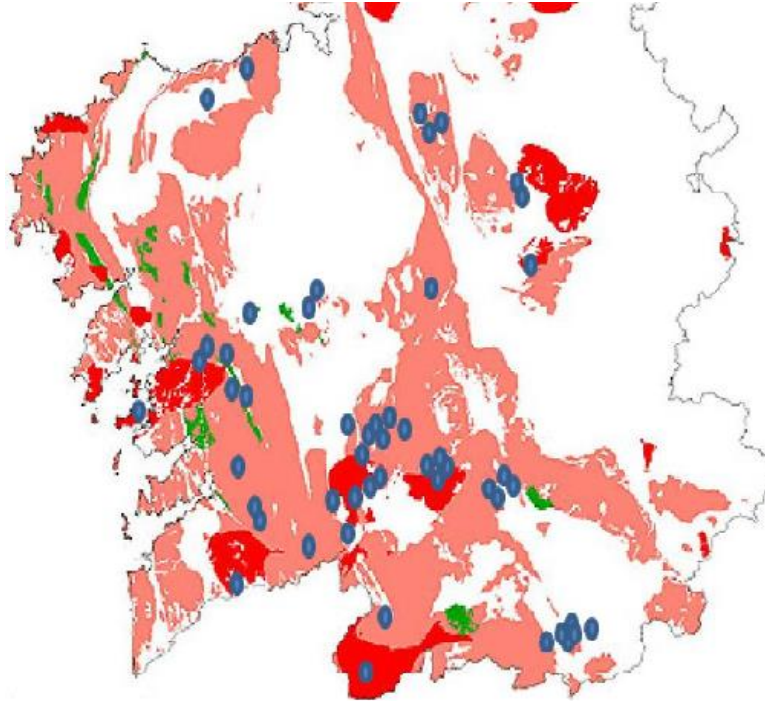


Figura 3.4 Aguas termales, granitos y granitos orogénicos en Galicia

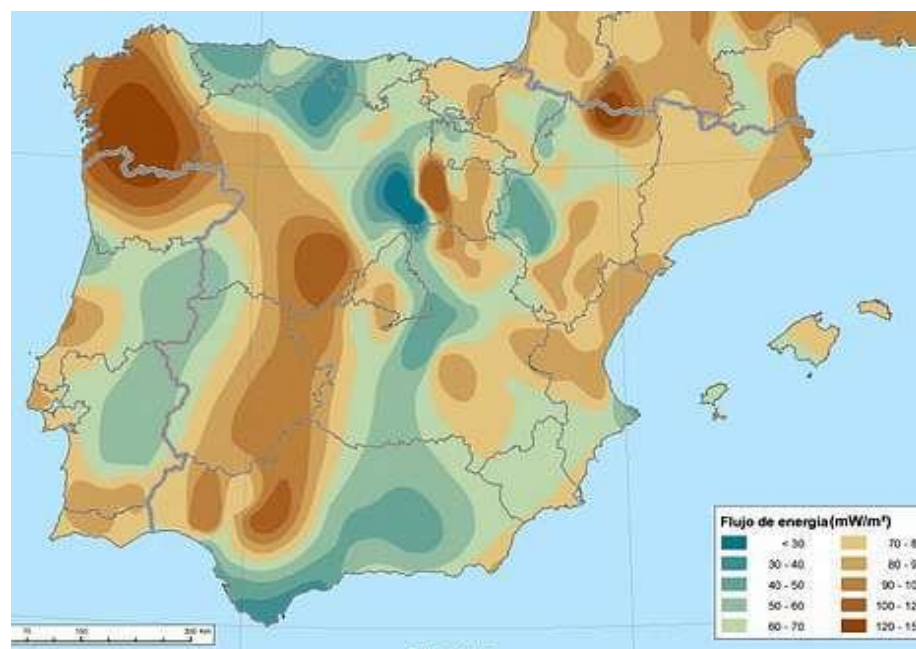


Figura 3.5 Potencial geotérmico en la Península

Por lo tanto podemos concluir con los datos de la tabla de los valores estandarizados de la norma que recoge el uso térmico del subsuelo y la localización de la parcela que el terreno va a tener una capacidad de extracción de calor medida en W/m del entorno de 65-85 correspondiente a los granitos.

4 Instalación de energía geotérmica

4.1 Descripción de la vivienda

Se trata de una vivienda unifamiliar con una sola planta, la cual se encuentra ubicada en una parcela de 1100 m² y consta de una superficie construida de 187,75m² distribuidos en una sola altura

La planta de la vivienda está dividida en un salón comedor, una cocina con despensa, un dormitorio principal, dos dormitorios más pequeños, un estudio, un aseo, un cuarto de baño y un pasillo con distribuidor.

La superficie de cada una de las estancias se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 4.1 Cuadro de superficies de la vivienda

Cuadro de superficies	
Salón-comedor	28,12 m ²
Cocina+despensa	31,29 m ²
Pasillo+distribuidor	16,65 m ²
Dormitorio principal	14,53 m ²
Cuarto de baño	7,39 m ²
Estudio	8,77 m ²
Aseo	7,29 m ²
Dormitorio 2	13,32 m ²
Dormitorio 3	12,60 m ²
Superficie útil total: 139,96 m²	
Superficie cerrada total: 168,75 m²	
Superficie abierta total: 19 m²	
Superficie construida total: 187,75 m²	

4.2 Cargas térmicas de la vivienda

El cálculo de las cargas térmicas de un edificio consiste en determinar la cantidad de calor que es necesario extraer o aportar a un local de unas determinadas dimensiones y características, y situado en una zona determinada (geológica y climatológica), para

En la siguiente tabla se muestran las cargas térmicas de los distintos espacios de la vivienda, que se calculan multiplicando los m^2 de cada estancia por la demanda de calefacción media de 60 W/m^2 .

Tabla 4.2 Cargas térmicas de los distintos espacios de la vivienda

Estancia	Carga térmica (W)
Salón-comedor	1666,816
Cocina+despensa	1854,718
Pasillo+distribuidor	986,930
Dormitorio principal	861,267
Cuarto de baño	438,048
Estudio	519,843
Aseo	432,115
Dormitorio 2	789,544
Dormitorio 3	746,866

Se obtiene una carga térmica total de 8,3 kW

4.3 Estudio geotérmico

4.3.1 Energía geotérmica y recurso geotérmico

Como se ha dicho anteriormente; *“como consecuencia de la estructura interna de la Tierra (Figura 1.1), se puede observar que en el interior de la Tierra se encuentra el núcleo que está a muy alta temperatura y a medida que vamos avanzando hacia la superficie nos vamos encontrando capas que se encuentran sucesivamente a una menos temperatura. Es por tanto evidente que la Tierra experimenta un aumento de temperatura al aumentar la profundidad en dirección al núcleo e igualmente evidente la existencia de transferencia de calor asociada a ese gradiente de temperatura.*

*Esta **energía** existente como transferencia térmica es la que se conoce como **geotérmica** y a su uso se le conoce como aplicaciones geotérmicas.”*

Tipo de recurso geotérmico

El recurso de baja temperatura es el que se aplica al presente proyecto ya que nuestra temperatura de yacimiento esta entre unos 30 o $40 \text{ }^\circ\text{C}$ y presenta aplicaciones para cubrir necesidades de climatización.






4.3.2 Potencial geotérmico

Según investigadores de la Universidad de Valladolid Galicia es la comunidad española con mayor potencial en energía geotérmica

Junto con Galicia hay otras comunidades como Castilla y León, Andalucía y Cataluña con gran potencial geotérmico, esto se debe a que en su subsuelo hay mayor fricción entre placas de zócalo y presencia de materiales graníticos.

En su aplicación en el uso doméstico que es la que interesa en el presente proyecto, la climatización geotérmica permite extraer o ceder calor al subsuelo a través de diferentes sistemas de captación. El más utilizado por su fiabilidad y eficacia es la captación geotérmica vertical, que consiste en extraer o ceder calor de la tierra mediante sondas de captación geotérmica en circuito cerrado mediante sondeos con unas profundidades que oscilan entre los 80 y 150 m

Como se expone anteriormente Galicia es una de las comunidades con mayor potencial geotérmico y en especial la ubicación en la que se sitúa la vivienda unifamiliar en la que se va a realizar la instalación. La vivienda se encuentra rodeada de canteras de granito rosa y el subsuelo también es del mismo granito por lo tanto se ha llegado a concluir que el potencial geotérmico de la zona es de 60 W/m, esto quiere decir que el poder de extracción es de 60 Watios por metro lineal de colector.(tabla 4.3)

	Granitos prehercínicos generalmente orientados.		Rocas metamórficas básicas y ultrabásicas (anfibolitas, serpentinas, granulitas...)
	Granodioritas precoces		Gneis "Olla de sapo"
	Granodioritas tardihercínicas		Rocas metamórficas ácidas (cuarcitas, pizarras, xistos...)
	Granito hercínico de dos micas.		Rocas calizas
	Gabros		Depósitos sedimentarios recientes.

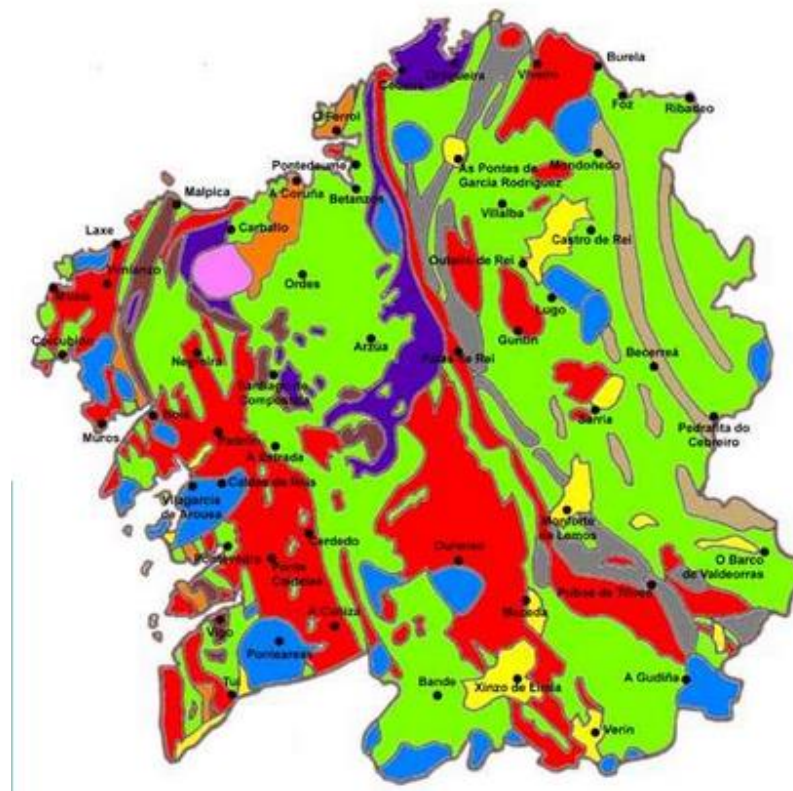


Figura 4.2.unidades litológicas más importantes en Galicia

En la siguiente imagen aérea de donde se sitúa vivienda unifamiliar y como se puede observar las explotaciones de granito están muy próximas por lo tanto es evidente que el subsuelo está formado por este tipo de roca.

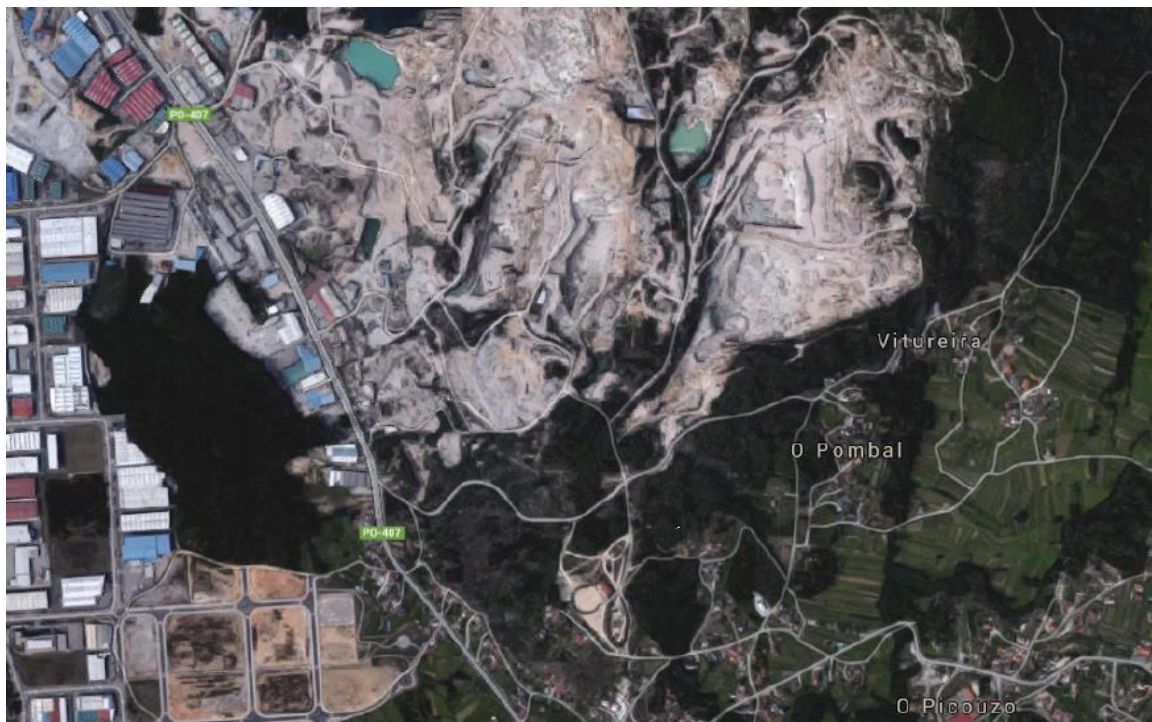


Figura 4.3 imagen aérea donde se evidencia la prsesencia de granitos en la zona

Tabla 4.3 valores estandarizados de la capacidad térmica de extracción de algunas rocas según la norma VDI4640- sección 2

EXTRACCIÓN TÉRMICA CAPTACIÓN VERTICAL	HORAS DE FUNCIONAMIENTO POR AÑO	
	1800h	2400h
TIPO DE SUELO-VALORES GENERALES		
Inapropiado. Sedimento seco. Conductividad $\lambda < 1,5$ W/mK	25W/m	20W/m
Normal. Roca consolidada. Sedimento saturado de agua. Conductividad $\lambda < 3,0$ W/mK	60W/m	50W/m
Roca consolidada. Elevada conductividad térmica. Conductividad $\lambda > 3,0$ W/mK	84W/m	70W/m
TIPO DE SUELO		
Gravilla, arena. Seco.	<25W/m	<20W/m
Gravilla, arena. Con agua.	65-80W/m	55-85W/m
Zona freática a través de gravilla y arena.	80-100W/m	55-85W/m
Arcilla, limo. Húmedo.	35-50W/m	30-40W/m
Piedra caliza.	55-70W/m	45-60W/m
Piedra arenisca.	65-80W/m	55-65W/m
Granito.	65-85W/m	55-70W/m
Basalto.	40-65W/m	35-55W/m
Gneis	70-85W/m	60-70W/m

En esta tabla vemos los valores para el granito que es del que se compone el subsuelo de la localización y a partir de estos datos sacado de la norma VDI 4640 sección usaremos un valor de 60 W/m (como se mencionó anteriormente) se podría usar una capacidad de extracción mayor pero es preferible sobredimensionar el sistema.

4.4 Diseño del intercambiador de calor enterrado

El intercambiador de calor subterráneo o enterrado hace de nexo de unión entre el terreno, que va a ser el medio con el que intercambiaremos el calor y el fluido caloportador que elegiremos posteriormente se alojará en el interior del tubo de polietileno.

El sistema de captación geotérmica del presente proyecto se va a dimensionar para garantizar la totalidad de la mayor demanda energética del edificio que en nuestro calor

es la de calefacción que es de 8,3 kW frente a los 3,4 kW de refrigeración. Por lo tanto la potencia demandada para el captador geotérmico es de 8,3 kW de calefacción.

El diseño del intercambiador enterrado se realiza siguiendo la “Guía técnica de diseño de sistemas de bomba de calor” del IDAE, que usa la metodología de diseño de la Internacional Ground Source Heat Pump Association (IGSHPA).

4.4.1 Elección de la bomba de calor

Las especificaciones de la bomba de calor fijan varios parámetros de diseño del intercambiador de calor enterrado, ya que nos determina el calor intercambiado con el suelo y el caudal circulante por el intercambiador de calor, además de fijar el rendimiento del sistema (Coefficient of Performance, COP) de acuerdo con sus curvas características de potencia-temperatura.

El COP de una bomba de calor representa la relación entre la capacidad térmica de la misma (Q) y la potencia eléctrica consumida para suministrarla (W). Su definición para los módulos de calefacción es la siguiente, así como la relación entre el calor absorbido (calefacción) o inyectado (refrigeración) al terreno.

$$\text{COP calefacción} = \frac{Q \text{ calefacción}}{W \text{ calefacción}}$$

$$Q \text{ absorbido} = Q \text{ calefacción} - W \text{ calefacción}$$

$$\text{COP refrigeración} = \frac{Q \text{ refrigeración}}{W \text{ refrigeración}}$$

$$Q \text{ inyectado} = Q \text{ refrigeración} + W \text{ refrigeración}$$

La selección de la bomba de calor se realiza a partir de un cálculo de cargas térmicas de acuerdo a las exigencias de diseño y dimensionado especificadas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas. De acuerdo con esto, en nuestro caso la carga térmica de calefacción es de 8,3 kW, con lo cual la selección de la bomba es la siguiente: ecoGEO C2 3-12kW de la empresa gallega Ecoforest.

Tabla 4.4 características técnicas de la bomba de calor seleccionada

Características técnicas de la bomba ecoGEO C2 3-12 kW		
Aplicación	Calefacción y ACS	Si
	Acumulador ACS integrado 170l	Si
	Refrigeración activa	No
	Refrigeración pasiva integrada	Si
Refrigerante	Tipo	R410A
Componentes	Compresor	Scroll con Inverter de Copeland
	Válvula de expansión	Electrónica Carel
	Intercambiadores	Placas Alfa Laval
	Bombas circuladoras	V variable de alta eficiencia Wilo
	Acumulador ACS con sepentín	Acumulador y serpentín INOX316
	Vasos de expansión integrados	Cto calefacción y cto. captación
Datos eléctricos	Tensión alimentación	230V/50Hz, 1/N/PE-
	Protección magnetotérmica	32 A
Eficiencia	Potencia calorífica	3-15 kW
	Potencia calorífica	3-14 kW
	Consumo eléctrico	0,7-3,2 kW
	COP	4,6-5
	EER	6,1-6,9
	Potencia frigorífica	-
	Potencia refrigeración pasiva	6 kW
Circuito frigorífico	Carga refrigerante	1,35 kg
	Presión funcionamiento máximo	42 bar
	Tipo aceite compresor	POE
	Carga aceite compresor	2 kg
Circuito calefacción	Temperaturas máxima/mínima	60/20 °C
	Presión funcionamiento máxima	3 bar
	Caudal nominal	1200-4500 l/h
Circuito captación	Temperaturas máxima/mínima	20/-10 °C
	Circuito captadores	3 bar
	Caudal nominal	1200-4500 l/h
	Anticongelante recomendado	Propilenglicol/agua -17+/- 2 °C
ACS	Volumen acumulación ACS	170 l
	Presión funcionamiento máxima	8 bar
	Temperatura máxima sin apoyo	55 °C
	Temperatura máxima con apoyo	75 °C
Insonorización	Nivel emisión sonora	42 dB
Dimensiones	Alto x ancho x fondo	1800 x 600 x 700 mm
Peso	Peso en vacío (sin ensamblaje)	260 kg



Figura 4.4 Bomba de calor seleccionada (ecoGEO c2)

4.4.2 Elección del fluido circulante

El fluido circulante por el intercambiador de calor enterrado es agua o agua con anticongelante, si se prevé en diseño que el intercambiador geotérmico puede tener riesgo de congelación (elevado funcionamiento en calefacción, temperaturas frías del terreno, etc.). La elección del fluido dependerá de distintos factores:

1. Características de transferencia de calor (conductividad térmica y conductividad)
2. Punto de congelación
3. Requerimientos de presión y caídas de presión por rozamiento
4. Corrosividad, toxicidad e inflamabilidad
5. Coste

Tabla 4.5 propiedades físicas de distintos fluido circulantes

	Agua	Etilenglicol	Propilenglicol	Metanol
Densidad a 20 °C (g/cm ³)	1	0,9259	0,8630	0,6585
Punto congelación °C (30%volumen)	0	-13	-12	-26
Punto ebullición °C	100	197	187	64
Calor específico a 15 °C (kJ/kg·K)	4,187	2,185	2,50371	2,47021
Viscosidad a 0 °C (Pa·s)·10 ⁻³	1,79	57,4	243	0,87
Viscosidad a 20 °C (Pa·s)·10 ⁻³	1,01	20,9	60,5	0,60
Viscosidad a 40 °C (Pa·s)·10 ⁻³	0,655	9,5	18,0	0,45
Conductividad térmica a 20 °C (kW/m·K)·10 ⁻³	0,60	0,26	0,20	0,21

La elección más adecuada a las condiciones de nuestro proyecto es que el fluido sea propilenglicol además de que es el que nos recomienda el fabricante de la bomba de calor.

4.4.3 Elección de la configuración de emplear

Los tipos de configuraciones más usuales suelen atender a los siguientes criterios de clasificación:

Según el tipo de instalación:

- Horizontal, según el número de tubos puede ser:
 - Simple
 - Doble
 - Etc.
- Vertical, según el tipo de tubería instalada:
 - Simple U
 - Doble U
 - Coaxial
- “Slinky”:
 - En zanja horizontal
 - En zanja vertical

Según la trayectoria del fluido:

- Serie
- Paralelo

La elección del presente proyecto ha sido un intercambiador en vertical con flujo en paralelo de sonda doble en U.

Para diseñar un intercambiador de calor enterrado en vertical habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- Profundidad de cada perforación
- Nº de perforaciones
- Distancia entre perforaciones (se recomienda que esta distancia no sea menor a los 6 metros para evitar interferencias térmicas entre las perforaciones, distancia que deberá aumentarse cuando la conductividad del terreno sea elevada)

Las ventajas de elegir el sistema en paralelo es que el coste de la instalación es más bajo al disminuir diámetros necesarios y la cantidad de fluido de intercambio.

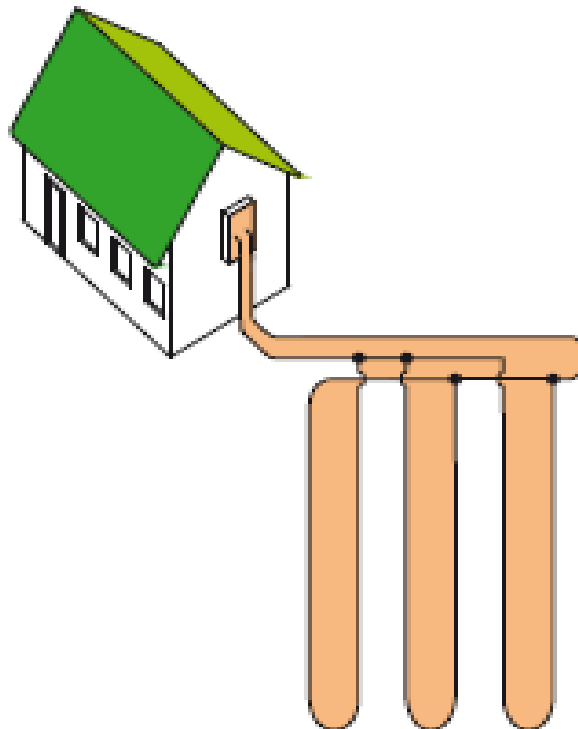


Figura 4.5 sistema de intercambio en paralelo vertical

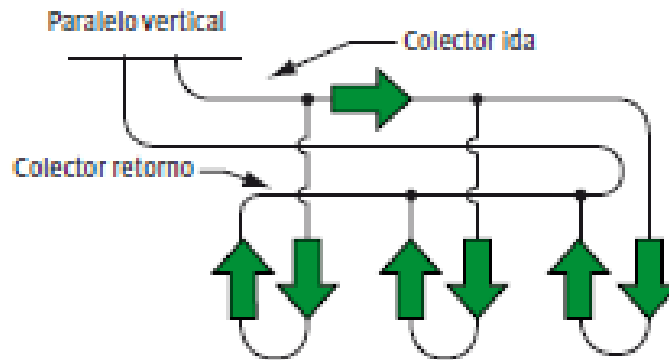


Figura 4.6 sistema en paralelo vertical

4.4.4 Elección de la tubería colectora

4.4.4.1 Elección de los materiales

El polietileno (PE) y el polibutileno (PB) son los materiales más comunes en los intercambiadores de calor enterrados. Ambos son flexibles a la vez que resistentes y pueden unirse mediante fusión por calor para formar empalmes más fuertes que el tubo mismo.

El material elegido para el presente proyecto es el polietileno (PE100A) ya que tiene mayor conductividad térmica que el polibutileno.

4.4.4.2 Elección del diámetro

Para seleccionar el diámetro de las tuberías se debe llegar a un compromiso entre la caída de presión y el funcionamiento térmico, ya que éste debe ser:

- 1- Lo suficientemente grande para producir una pérdida de carga pequeña y así necesitar menos potencia de bombeo.
- 2- Debe ser lo suficientemente pequeño para asegurar altas velocidades y así garantizar turbulencia del fluido dentro del tubo, de manera que se favorezca el traspaso térmico entre el fluido que circula y la pared interior. Cuanto mayor sea la turbulencia mayor será el intercambio térmico. La condición que asegura la turbulencia es:

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \vartheta \cdot D}$$

Dónde:

- Re es el número de Reynolds que caracteriza si un flujo es turbulento o laminar (adimensional).
- Q es el caudal (m³/s)

- D es el diámetro del tubo (m)
- ϑ es la viscosidad cinemática (m^2/s)

Para garantizar la turbulencia y que haya una velocidad del fluido adecuada el diámetro escogido es el de 26,2 de diámetro interior y 32 mm de diámetro exterior y la presión elegida es de 16 bar.

4.4.4.3 Estudio de temperaturas

Tanto el polietileno (PE) como el polibutileno (PB) se comportan adecuadamente a las temperaturas de trabajo del intercambiador de calor, fijadas por la bomba de calor, y que dependen del punto de trabajo de la bomba de calor seleccionada. Cuando la bomba de calor está en modo calefacción (produciendo en el condensador agua caliente para suministrar al edificio entre 44-45 °C), en el evaporador se produce agua fría a unos 5-15 °C, que es la que circula por las tuberías del intercambiador de calor enterrado. En refrigeración cuando la bomba de calor produce frío en el evaporador, a una temperatura comprendida entre 7-12 °C, por las tuberías del intercambiador enterrado circulará el agua de intercambio de calor en el condensador a unos 25-35 °C

4.4.5 Dimensionamiento del intercambiador de calor enterrado

El intercambiador de calor vendrá fijado por la diferencia de temperaturas entre el suelo y el fluido que circule por el intercambiador, por lo tanto, para dimensionar el intercambiador de calor enterrado en primer lugar hay que determinar estas temperaturas.

4.4.5.1 Determinar la temperatura máxima y mínima de la tierra

Dado que el presente proyecto es un sistema de captación vertical la amplitud anual sería de cero, con lo cual la temperatura máxima y mínima del terreno sería la misma e igual a la temperatura media del terreno. No se considerarán estas temperaturas.

Según el AEMET como temperatura media anual tenemos: 14,8 °C

4.4.5.2 Determinar las temperaturas máximas y mínimas de entrada del fluido a la bomba de calor

Un parámetro clave que tiene que elegir el diseñador del sistema es la temperatura del fluido que circule por el intercambiador de calor enterrado. Debe encontrarse el compromiso óptimo entre dos consideraciones:

1. Cuanto más baja sea la temperatura en invierno (más alta en verano), mayor será la diferencia con la temperatura del suelo, y menos tendrá que ser el intercambiador enterrado para el mismo intercambio de calor, por lo que los costes de inversión serán menores.
2. Cuando más baja sea la temperatura en invierno (más baja en verano), mayor será el COP del sistema, por lo que el ahorro energético será mayor.

Con esas premisas y las curvas de temperatura de la bomba de calor, el diseñador fijará sus temperaturas máximas y mínimas de trabajo ($T_{MÁX}$, $T_{MÍN}$)

- Potencia de la bomba de calor (P_C) = 12 kW
- Potencia consumida de la bomba de calor (P_A) = 2,4 kW
- Caudal= 4500 l/h
- Rango T entrada,c = 7-12 °C

Para la calefacción solo se necesita la temperatura mínima, que en este caso nos da una temperatura de 11,08 °C.

4.4.6 Cálculo de la longitud de perforación

La longitud de cada perforación se fijará en unos 150 m.



Dado que nuestra potencia específica de extracción de la zona de ubicación es de 60 W/m, nuestra potencia de calefacción de 8,3 kW y el COP de la bomba de 5, el número de perforaciones a realizar es de una única perforación de unos 125 m de profundidad para que se nos ajuste a la longitud de la sonda elegida.

Dado que es doble sonda en U y el diámetro de cada sonda es de 32 mm, vamos a necesitar una superficie de unos 125 mm que es el diámetro a realizar por rotoperCUSión con martillo en fondo que será la empleada en el presente proyecto.

4.4.7 Selección de la bomba de circulación

Para la selección de la bomba de circulación del intercambiador de calor enterrado se tendrá en cuenta el caudal fijado por la bomba de calor seleccionada y la caída de presión del ramal del intercambiador más desfavorable.

Muchos modelos de bombas de calor para estas aplicaciones llevan ya incorporada una bomba de circulación para el bucle enterrado, como es el caso de la bomba de calor seleccionada.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	ecoGEO B1 3-12 Kw ecoGEO B1 5-22 Kw	ecoGEO B2 3-12 Kw ecoGEO B2 5-22 Kw	ecoGEO B3 3-12 Kw ecoGEO B3 5-22 Kw	ecoGEO C1 3-12 Kw ecoGEO C1 5-22 Kw	ecoGEO C2 3-12 Kw ecoGEO C2 5-22 Kw	ecoGEO C3 3-12 Kw ecoGEO C3 5-22 Kw
Calefacción y ACS	●	●	●	●	●	●
Frio pasivo		●			●	
Frio activo			●			●
Depósito ACS incorporado 170l				●	●	●
COP*	4,6 / 5	4,6 / 5	4,6 / 5	4,6 / 5	4,6 / 5	4,6 / 5
EER*			6,1 / 6,9			6,1 / 6,9
Refrigerante R410A	●	●	●	●	●	●
Compresor Scroll con tecnología Inverter Copeland	●	●	●	●	●	●
Válvula de expansión electrónica	●	●	●	●	●	●
Bombas circulatoras de velocidad variable y alta eficiencia integradas	●	●	●	●	●	●
Intercambiador de calor de placas ALFA LAVAL	●	●	●	●	●	●
Control Micro PC Carel	●	●	●	●	●	●
Estrategias de control propias	●	●	●	●	●	●

Figura 4.7 Bomba de circulación integrada en la bomba de calor

4.5 Perforación del sondeo geotérmico

Para la realización del presente proyecto es necesario realizar perforaciones, ya que es la única forma de acceder al recurso energético de origen térmico y así climatizar la vivienda unifamiliar que es el objetivo de este proyecto.

Se va a optar por la colocación de los colectores geotérmicos de forma vertical, como ya se ha comentado en otros puntos del proyecto. Se ha elegido esta colocación ya que la superficie disponible no es suficiente para la instalación de colectores horizontales, además de que su rendimiento es inferior.

Por su parte, la principal desventaja de colocar colectores verticales es el coste de la instalación, debido a la necesidad de llevar a cabo perforaciones verticales para su colocación.

El procedimiento que se sigue para la perforación de los sondeos geotérmicos es prácticamente el mismo que para un sondeo de captación de aguas subterráneas, con la salvedad de que este último requiere un diámetro bastante superior al de un sondeo geotérmico.

4.5.1 Perforabilidad

La perforabilidad de las rocas es un término demasiado vago o ambiguo y no existen unidades para medirla en términos absolutos, tal vez pudiera afirmarse que tampoco puede definirse con exactitud en términos relativo.

La perforabilidad de las rocas se define como la inversa de la resistencia de una roca a ser perforada, estando esta resistencia relacionado no solamente con la composición de las rocas, a sus características y propiedades físicas sino muy especialmente a las condiciones en que las rocas se encuentran en el fondo una perforación, condiciones que es prácticamente imposible duplicar en un laboratorio.

La mayor o menos perforabilidad de las rocas se perciben en los trabajos reales de perforación, en forma relativa y con un gran número de condiciones dadas, por el “avance” de la barrena en determinado tiempo, o lo que es lo mismo, por la “velocidad de penetración”, o por el “rendimiento”.

Se sabe que este “avance”, “penetración” o “rendimiento” esta influenciado por mas de 40 variables, algunas de las cuales pueden ser relacionadas en el laboratorio donde las condiciones pueden controlarse, pero la mayoría tiene que relacionarse en el campo, en los trabajos reales de perforación, los cuales están a su vez afectados por circunstancias muy ajenas a la investigación de los diversos parámetros que intervienen en la perforación.

Entre el gran número de variables que intervienen en la perforación, indudablemente se encuentran las que se refieren a las características y propiedades físicas de las rocas por la que nos referimos brevemente a las principales y su intervención e influencia en la perforabilidad con herramientas de tipo rotatorio y cortadores rodantes en el fondo de la perforación:

Las propiedades de las rocas a que se hace referencia son las siguientes:

1. Dureza

En general, la dureza de la roca que se perfora determina la acción abrasiva a que esta expuesta la barrena, tanto sus cortadores o conos, como a la propia estructura rodante cualquiera que esta sea y por consiguiente afectará la vida útil de la herramienta

2. Estructura mecánica y tipo de fractura

Las rocas, al igual que otros materiales, pueden ser descritos como quebradizos, o tenaces, o fibrosos, o de acuerdo a variaciones de grado de estas propiedades combinadas.

3. Plasticidad

En general, las rocas y formaciones que tienen cierto grado de plasticidad, representado en términos generales por moderados contenidos de arcilla, como arena

arcillosa, clásticos finos ligeramente arcillosos, calizas con contenido de arcilla, tobas arcillosas, etc., son bastante nobles y competentes o lo que es lo mismo presentan una alta perforabilidad.

4. Resistencia a la compresión y al aplastamiento
5. Resistencia a la tensión
6. Resistencia al esfuerzo cortante

La resistencia mecánica de una roca es el factor más importante en la determinación de la velocidad a que puede ser perforada. La resistencia de una roca a la compresión, a la tensión y al esfuerzo cortante pueden determinarse separadamente por medio de especímenes en las máquinas de prueba de laboratorio de resistencia de materiales; pero los valores obtenidos carecen de validez y significación ya que la resistencia que nos preocupa e interesa es la resistencia a la penetración de una barrena, la cual más bien mide las fuerzas cohesivas entre las partículas constituyentes de la roca, *in situ*, con todas sus condiciones protectoras como lo es el confinamiento en todas las direcciones, excepto por la cara o sección expuesta a la acción de la barrena. De manera que las propiedades elásticas de la roca sean en realidad muy diferentes a las que pueden determinarse en las máquinas de prueba en las que no existe confinamiento alguno.

7. Porosidad

Los espacios porosos dentro de una roca disminuyen desde luego la resistencia mecánica y obviamente también disminuye la cantidad de material sólido que debe ser removido por la acción de la barrena.

Esta propiedad de las rocas está relacionada con la velocidad de penetración, aun cuando no pueda hacerse cuantitativamente.

4.5.2 Métodos de perforación

En la actualidad existen diversos métodos o sistemas utilizados en la perforación de pozos para el alumbramiento de aguas subterráneas:

- Perforación por percusión (llamado también de cable o pulseta)
- Perforación rotatoria (en la actualidad se emplea de tipo convencional o de circulación directa que utiliza como fluido de perforación principalmente bentonita)
- Perforación a rotopercusión (combinación de las dos anteriores)

Para el presente proyecto el método que se va a emplear es la perforación por rotopercusión y se ira explicando los motivos a lo largo de este apartado.

PERFORACIÓN A ROTOPERCUSIÓN:

El principio de perforación de los equipos a rotopercusión se basa en el impacto de una pieza de acero, el pistón, que golpea un útil que, a su vez, transmite la energía al fondo del sondeo por medio de un elemento final, la boca.

Los equipos de perforación a rotopercusión se clasifican en dos grupos según donde se encuentre colocado el martillo:

- Matillo en cabeza

Sistema de perforación más clásico o convencional, actualmente solo se usa para la perforación de barrenos para voladuras, que a partir de 20 metro su rendimiento cae notablemente y al efectuar el empuje desde el cabezal, los barrenos se desvían mucho a partir de 20-22 metros de profundidad.

- Martillo en fondo

Estos martillos se vienen usando, desde que se desarrollaron, en explotaciones a cielo abierto, sondeos de agua, perforaciones de obtención de testigo a destroza, sondeos geotérmicos, etc.



Figura 4.8 Primeros metros de un sondeo realizado con martillo en fondo

La perforación a rotopercusión se basa en la combinación de las siguientes acciones: percusión, rotación, empuje y barrido

- Percusión: los impactos producidos por el golpeo del pistón originan ondas de choque que se transmiten a la boca a través del varillaje (en el caso del martillo en cabeza) o directamente sobre ella (en el caso del martillo en fondo).

- Rotación: con este movimiento se hace girar la boca para que los impactos se produzcan sobre la roca en distintas posiciones. El efecto de rotación se transmite desde el exterior del sondeo mediante un conjunto de motores hidráulicos colocados en el cabezal de rotación, y a través del varillaje llegará a la boca de perforación.
- Empuje: para mantener en contacto el útil de perforación con la roca se ejerce un empuje sobre la sarta de perforación. Ese empuje es preferible hacerlo con lastre en la boca, conocido como lastrarbarrenas o barrones de carga, ya que si se empuja desde el extremo superior y debido a la flexibilidad del varillaje, se desviaría el sondeo o por el efecto de "flexión del varillaje".
- Barrido: el fluido de barrido permite extraer el detritus del fondo del barreno.

Como hemos dicho anteriormente el método que vamos a usar en el presente proyecto es la perforación por rotopercusión con martillo en fondo, ya que este tipo de perforación se usa para terrenos duros, competentes y estables, sobre todo terrenos cuyas paredes aguanten el impacto que produce introducir aire comprimido a alta presión.

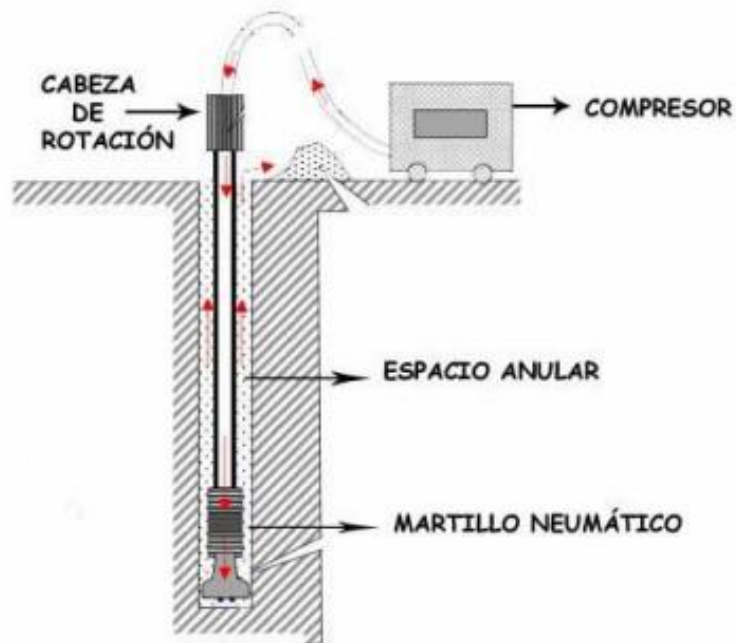


Figura 4.9 Esquema de perforación por rotopercusión



Figura 4.10 Esquema de un martillo en fondo

Los parámetros que definen el avance de la perforación son los siguientes:

1. Selección del martillo en fondo a utilizar

El martillo en fondo con inserciones de tungsteno será el que se usará debido a la dureza del material a perforar, granito rosa.

2. Velocidad del aire

La velocidad mínima del aire debe ser de 20 m/s.

Que se obtiene con la siguiente ecuación en el lugar de la perforación:

$$V_a = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot (D_s^2 - D_v^2)}$$

Dónde:

V_a es la velocidad ascensional del aire (m/s)

Q es el aire libre consumido (m^3/s)

D_s es el diámetro del sondeo (m)

D_v es el diámetro del varillaje (m)

3. Elección del compresor

La presión recomendada es de 21-25 kg/cm^2

El caudal recomendado es de: 20-30 m^3/min

4. Peso recomendado sobre el tallante

Este varía, como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 4.6 peso total mínimo sobre el tallante

Peso total mínimo sobre el tallante						
Tamaño martillo	100 PSI 7 bar	150 PSI 10 bar	200 PSI 14 bar	250 PSI 17 bar	300 PSI 21 bar	350 PSI 24 bar
101,6 mm	200 kg	300 kg	500 kg	600 kg	700 kg	800 kg
127 mm	400 kg	600 kg	800 kg	1000 kg	1200 kg	1400 kg
152,4 mm	600 kg	900 kg	1200 kg	1500 kg	1800 kg	2100 kg
203,2 mm	900 kg	1400 kg	1800 kg	2300 kg	2700 kg	3200 kg
254 mm	1500 kg	5100 kg	3100 kg			

5. Velocidad de rotación

La velocidad de rotación recomendada es entre 5 y 60 rpm.

Tabla 4.7 velocidad de rotación. Gama de trabajo en rpm

Gama de trabajo en rpm			
Tamaño de martillo	Roca Blanda	Roca Media	Roca Dura
101,6 mm	50-60	30-40	15-20
127-152,4 mm	40-50	30-40	15-20
203,2-254 mm	30-40	20-30	10-20

Las ventajas principales de este tipo de perforación son las económicas, además del alto rendimiento, de la limpieza, que tiene una movilización rápida de trazo y que no necesita obra de infraestructura.

4.5.3 Ejecución de la instalación

En la ejecución de los intercambiadores de calor verticales, se deberán tener en cuenta una serie de aspectos que faciliten su puesta en marcha en obra y minimicen las interacciones con otros trabajos.

Antes de la entrada de la maquinaria en obra se deben determinar:

- Accesos
- Replanteos
- Espacios para acopio de material
- Necesidad de agua y energía

- Adecuada planificación en la gestión de lodos, detritus y agua extraída en la perforación

Se realizará el replanteo de las perforaciones quedando consignado los siguientes datos:

- Ubicación de la/s perforación/es (plano)
- Sección y profundidad
- Tipo de relleno

La perforación se realizará mediante rotopercusión con martillo en fondo con un diámetro de 125mm, y se llevará a cabo como se explica a continuación.

4.5.3.1 Perforación a rotopercusión con martillo en fondo

1. Colocación e instalación:

Se coloca la máquina de rotopercusión y maquinaria auxiliar como el compresor para comenzar el montaje e instalación del equipo. La máquina de rotopercusión que será la encargada de la rotación se coloca en el punto exacto donde se ha de hacer la perforación y una vez este situada, a su alrededor a la distancia oportuna se colocará también el compresor que será el encargado de la percusión. También se colocará un camión grúa auxiliar para abastecer de herramientas, tuberías, etc... a la perforadora.



Figura 4.11 Maquinaria de rotopercusión con martillo en fondo

2. Preparación previa a la perforación:

Se posiciona la torre de la perforadora en posición totalmente vertical y colocada totalmente a nivel para así asegurarnos que la perforación va a salir totalmente vertical.

Se acopla la herramienta de corte que este caso es el martillo en fondo con inserciones de tungsteno.

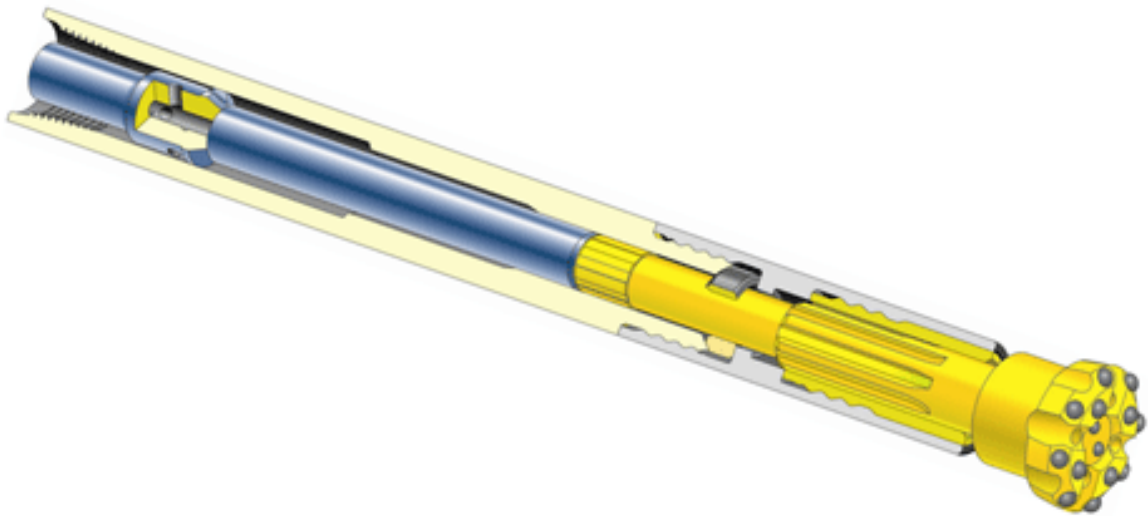


Figura 4.12 Martillo de la máquina de rotopercusión

3. Comienzo de la perforación:

Se comienza a perforar, para ello lo primero es arrancar la maquinaria de rotopercusión y el compresor. El compresor requiere unos minutos para que el motor, aceites y lubricantes lleguen a la temperatura de trabajo, forzarlo en frío supondría una avería muy grave y cara de reparar. Una vez ha calentado y justo antes de comenzar a perforar, se pasa el compresor a estado de “altas” pulsando un botón, que ordena al compresor dar el máximo rendimiento.

La máquina de rotopercusión, de motor diésel, acciona de manera hidráulica los motores hidráulicos, encargados de proporcionar la rotación. La rotación se aplica siempre en sentido horario.

El aire del compresor tendrá dos funciones principales que será la de dar aire al martillo y encargarse de la percusión (unos 150-180 golpes/minuto) y de sacar el material perforado y el detritus hacia fuera. La limpieza del sondeo es imperativa, pudiendo bajar el rendimiento e incluso colapsar el sondeo si no se tiene bien limpio el sondeo.

De esta forma, se perforarán los primeros metros que suelen ser rellenos, conglomerados y terrenos en general que se hunden con facilidad por lo tanto se realizará el emboquille de esta zona “débil” con un tubo de acero de mayor diámetro que la herramienta de corte, para que pase por él con facilidad, y de esta forma asegurar que la parte superior del sondeo no se va a hundir ni se van a producir atascos del material detritus que se vaya sacando hacia fuera.

4. Emboquille del sondeo:

Cuando se han perforado los primeros metros, unos 3 metros, se extrae la maniobra y se introduce un tubo de acero de unos 6-10 mm de espesor y con diámetro superior a la herramienta de corte. Este tubo hará de sostenimiento temporal durante la perforación.

En el tipo de terreno que tenemos de granito con un emboquille de 0,50 metros será suficiente ya que es un terreno consolidado.



Figura 4.13 Emboquille

5. Seguimiento de los terrenos atravesado:

Durante la perforación se debe de llevar un seguimiento de los materiales que se está atravesando, para saber con exactitud dónde nos encontramos.

6. Extracción de la maniobra de perforación:

Una vez se haya terminado de perforar a la profundidad deseada, se detiene el avance de la perforadora y se deja con rotación lenta unos 5 minutos y con el compresor trabajando para así limpiar todo el sondeo y dejarlo libre de detritus y partículas en suspensión que impidan posteriormente introducir la sonda geotérmica.

4.5.4 Introducción de la sonda geotérmica

Para introducir la sonda geotérmica se siguen los siguientes pasos:

- 1º. Se colocará el colector encima del carrusel con las aspás interiores bajadas, una vez que el colector está en su sitio, se suben las aspás interiores para que el colector quede estable. Se colocará el carrusel a una distancia de unos 5 o 10 metros de la boca de la perforación con el brazo guía apuntando de tal forma que el colector corra libremente en dirección de la perforación. Esto es importante hacerlo antes de llenar el colector de agua, ya que después el peso hace prácticamente imposible mover el carrusel.
- 2º. Es importante llenar la sonda de agua antes de introducirla en el sondeo, para que de esta forma el polietileno no flote (en caso de que el sondeo no tenga agua) y además para que las presiones del terreno y del posterior relleno no aplasten y estrangulen la tubería, dejándola inservible.

Una vez se llene la sonda antes de introducirla, se llena el colector con agua o una mezcla que haga que el fluido calo-portador tenga una buena transmisividad térmica (mezclando un 70% de agua con un 30% de anticongelante que en nuestro caso será propilenglicol) hasta que circule por todo el colector.

- 3º. Cuando hay necesidad se monta en la punta del colector un peso guía adicional. Esto es aconsejable sobre todo cuando la perforación está hecha en terrenos blandos o cuando se usa PE100 que es difícil de manipular y rígido a la hora de introducirlo en el sondeo.

Sea necesario o no el lastre en punta, se requiere la utilización de un fluido de base arcillosa (bentonita) para la estabilización de las paredes del sondeo, que permitirá que no se hunda la obra el tiempo suficiente para introducir el colector. Se utilizará la perforadora que se usó para elaborar la obra para arrastrar con el varillaje de perforación el colector hasta el fondo del sondeo.

- 4º. Antes de introducir el colector, hay que asegurarse que hay agua a unos 20 metros en la perforación, si no se llenará con una manguera. Es necesario que tenga agua la perforación ya que el captador necesita presión exterior que compense la presión interior.

Se colocará la guía mecánica y en ella el colector y se mete el colector en la perforación.

Si no se dispone de maquinaria, se meterá el colector a mano desenrollándolo lentamente con ayuda de varias personas y con cuidado de que no se dañe.

Justo antes de introducir el colector dentro de la perforación, es recomendable realizar una prueba de estanqueidad para comprobar que no sufrido daño durante el transporte. Esta prueba se realizará con agua a una presión entre 3 y 6 bares.



Figura 4.14 prueba de estanqueidad de la sonda

4.6 Fancoils

Los fancoils cuyas características ya se han descrito anteriormente será el método de climatización empleado.

Se ha elegido el modelo ecoGEO FC W3 para las habitaciones, estudio y aseos y el modelo ecoGEO FC W4 para el salón-comedor, la cocina y el pasillo con el distribuidor, ambos modelos son de la empresa Ecoforest al igual que la bomba de calor.

Las características de estos aparatos son las siguientes:

Tabla 4.8 características técnicas de los fancoils

			ecoGEO FC W3	ecoGEO FC W4	
Flujo de aire		H/M/L	m ³ /h	425/360/320	680/580/510
		H/M/L	CFM	250/210/190	400/340/300
Calefacción	Capacidad	H/M/L	kW	3,02/2,6/2,23	4,34/3,86/3,25
	Caudal de agua	H	l/h	378	530
	Pérdidas de carga	H	kPa	10	20,8
Refrigeración	Capacidad	H/M/L	kW	2,2/1,84/1,65	3,08/2,62/2,27
	Pérdidas de carga	H	kPa	12	22
Alimentación eléctrica			V/ph/Hz	220-240/1/50	
Potencia consumida		H	W	28	44
Presión sonora		H/M/L	dB (A)	30/24/20	37/31/26
Motor ventilador	Tipo		Motor 4 velocidades de bajo nivel sonoro		
	Cantidad		1		
Ventilador	Tipo		Tangencial		
	Cantidad		1		
Batería	Filas		2		
	Máx. presión de trabajo	MPa	1,6		
	Diámetro	mm	Ø7		
Panel	Dimensiones WxHxD	mm	-		
	Peso neto/bruto	kg			
Cuerpo	Dimensiones WxHxD	mm	915x210x290	915x210x290	
	Peso neto/bruto	kg	12/16	12/16	
Conexiones hidráulicas	Entrada/salida		pulg	R 3/4	
	Desagüe		mm	DN20	

4.6.1 Recomendaciones para la instalación

La instalación de fancoils es de gran simplicidad y se facilita siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Comprobar que las unidades quede niveladas en ambos sentidos, o en todo caso, dar una mínima inclinación hacia el lado del desagüe.
- Instalar sifones en la tubería de descarga de condensados, esta deberá tener caída en el sentido que favorezca la descarga.
- Realizar el conexionado hidráulico conectando la tubería de entrada con el colector inferior, y la de salida con el superior. La tubería de desagüe puede conectarse por ambos lados. Tener cuidado en sujetar el colector al conector las tuberías para no dañar los tubos. Emplear dos llaves fijas.
- No quitar los tapones de plástico que protegen la entrada a los drenajes de la batería hasta el momento de hacer el conexionado de la tubería para evitar la entrada de pequeños objetos que puedan provocar un anormal funcionamiento del intercambiador.
- Comprobar mediante los tapones de purga que no quedan bolsas de aire en el circuito hidráulico.
- Realizar la conexión eléctrica de acuerdo con el esquema de la etiqueta que va adosada en todas las unidades. Un conexionado defectuoso del motor provoca, en la mayoría de los casos, el quemado del devanado.
- Los motores standard están preparados para conectar a tensión monofásica, 230 V 50 Hz. Bajo demanda pueden suministrarse motores para otras tensiones y frecuencias.
- Si las unidades se sirven con kit de válvulas incluido, es necesario comprobar que todos los racores estén ajustados y perfectamente apretados.
- Aunque el motor lleva amortiguación propia para evitar la transmisión de sus vibraciones, es recomendable intercalar un separador de goma entre la unidad y el paramento al que se adosa.
- Equilibrar las pérdidas de carga de las diferentes unidades mediante el empleo de válvulas u obturadores escalibrados.

4.6.2 Recomendaciones para el mantenimiento

Por la simplicidad del fan-coil, este no requiere un mantenimiento importante, limitándose a las siguientes operaciones:

- Limpieza o cambio de los filtros de forma periódica, siendo recomendable hacerlo al menos dos veces al año. Los filtros colmatados reducen el caudal de aire y provocan el ensuciamiento del intercambiador (de difícil limpieza), reduciendo sensiblemente la capacidad térmica de las unidades.
- Comprobar al menos una vez al año la correcta evacuación de los condensados, procediendo, si es necesario, a la limpieza de las bandejas de recogida de estos.
- Revisar, mediante el tapón de purga, que en el circuito hidráulico no se han formado bolsas de aire. Esta operación se debe realizar siempre que se actúe sobre el fluido de la instalación.
- No es necesario engrasar los motores, ya que llevan cojinetes autolubricados de por vida.

5 ANEXOS

5.1 ANEXO I. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

En este proyecto se ha simplificado el cálculo de las cargas térmicas de cada uno de los espacios, usando el valor medio de W/m^2 de calefacción para la zona donde se ubica la vivienda unifamiliar objeto de estudio, este valor es de $60 W/m^2$ y a partir de él se han realizado los siguientes cálculos:

Salón-comedor: Superficie= $28,12 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 28,12 m^2 = 1666,816 W = 1,67 kW$$

Cocina+despensa: Superficie= $31,29 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 31,29 m^2 = 1854,718 W = 1,85 kW$$

Pasillo+distribuidor: Superficie= $16,65 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 16,65 m^2 = 986,930 W = 0,99 kW$$

Dormitorio principal: Superficie= $14,53 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 14,53 m^2 = 861,267 W = 0,86 kW$$

Cuarto de baño: Superficie= $7,39 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 7,39 m^2 = 438,048 W = 0,44 kW$$

Estudio: Superficie= $8,77 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 8,77 m^2 = 519,843 W = 0,52 kW$$

Aseo: Superficie= $7,29 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 7,29 m^2 = 432,115 W = 0,43 kW$$

Dormitorio 2: Superficie= $13,32 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 13,32 m^2 = 789,544 W = 0,79 kW$$

Dormitorio 3: Superficie= $12,60 m^2$

$$\text{carga térmica del salón(kW)} = 60 \frac{W}{m^2} \times 12,60 m^2 = 746,866 W = 0,75 kW$$

Esto hace una carga térmica de calefacción total de 8,3 kW.

Esta forma de calcular las cargas térmicas es un método simplificado pero para el objetivo del proyecto es más que suficiente, sino se podrían calcular con algún programa como el líder, cype, doe...que tienen en cuenta además datos específicos de la ubicación, orientaciones, perfiles horarios, tipo de cerramiento de la vivienda...pero como ya he dicho, para el objetivo del proyecto esta metodología es suficiente.

5.2 ANEXO II. CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR ENTERRADO

5.2.1 Elección de la bomba de calor

La selección de la bomba de calor se realiza a partir de un cálculo de cargas térmicas de acuerdo a las exigencias de diseño y dimensionado especificadas en el Reglamento de Instalaciones térmicas.

De acuerdo con esto, se realizan a continuación los cálculos pertinentes para la selección de la bomba de calor:

Se trata de una vivienda unifamiliar de 4 habitantes en la provincia de Pontevedra con una superficie de 140 m², la orientación de la fachada principal es Sureste y se desea obtener una temperatura en su interior de uno 21 °C, tanto en verano como en invierno, por lo tanto será necesario refrigeración y en este caso con refrigeración pasiva será suficiente.

A continuación se muestra una tabla con los datos necesarios para los cálculos:

Tabla 5.1 tabla resumen de los datos empleados para la elección de la bomba de calor

DATOS:	
Provincia	Pontevedra
Superficie calefactada (m ²)	140
Nº de habitantes	4
Orientación de la fachada principal	Sureste
Tª deseada (°C)	21
Necesidad de refrigeración	Si
Potencia específica de extracción de la zona (W/m)	60
Demanda de calefacción (W/m ²)	60
Demanda de calefacción (kWh/año)	59
h de calefacción/año	1260
Demanda de refrigeración (W/m ²)	12
Demanda de refrigeración (kWh/año)	7,88
h de refrigeración/año	420
Tª media de agua de red (°C)	12,3
Tª de ACS	45
Consumo de ACS (l/hab día)	80
Factor corrector orientación	1,025
Factor corrector aislamiento (vivienda mal aislada)	1,3
Factor corrector temperatura	0,95

Estos datos que se ven reflejados en la tabla son los valores medios para la provincia de Pontevedra (demanda de calefacción, horas de calefacción, demanda de refrigeración y horas de refrigeración), así como la potencia específica de extracción de la ubicación de la vivienda y también los factores de corrección.

Como estos datos, se empiezan a realizar los cálculos:

$$\text{Potencia calef + ACS(kW)} = \frac{\text{Demanda de calefacción} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right)}{\text{h calefacción/año}}$$

$$\text{Demanda de calefacción} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right) =$$

$$59 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \times 140 \text{ m}^2 \times 1,025 \times 1,3 \times 0,95 = 10456,13 \text{ kWh/año}$$

$$\text{Potencia calef + ACS(kW)} = \frac{10456,13 \text{ kWh/año}}{1260 \text{ h calefacción/año}} = 8,3 \text{ kW}$$

$$\text{Demanda de ACS} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right) =$$

$$\left[80 \frac{\text{l}}{\text{per}} \times 4 \text{ per} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times (45 - 12,3)^\circ\text{C}\right] \times 4181,3 \text{ J} \times \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}} = 4436,08 \text{ kWh/año}$$

$$\text{Demanda calefacción + ACS} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right) = 1056,13 + 4436,08 = 14892,21 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

$$\text{Potencia refrigeración (kW)} = \frac{\text{Demanda de refrigeración} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right)}{\text{h refrigeración/año}}$$

$$\text{Demanda de refrigeración} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right) = \frac{7,88 \text{ kW}}{\text{m}^2} \times 140 \text{ m}^2 \times 1,3 = 1434,16 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

$$\text{Potencia de refrigeración (kW)} = \frac{1434,16 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}}{420 \frac{\text{h}}{\text{año}}} = 3,42 \text{ Kw}$$

$$\text{Demanda energética total anual} = 14892,21 + 1434,16 = 16326,37 \text{ kWh/año}$$

La potencia térmica necesaria para elegir nuestra bomba de calor es entre la de calefacción y la de refrigeración la mayor de las dos, por lo tanto en nuestro caso la potencia a cubrir por la bomba de calor es de 8,3 kW.

La bomba de calor elegido es la ecoGEO C2 de la empresa gallega ecoforest ya que cubre un rango de potencias de 3-12kW, tiene la refrigeración pasiva incorporada y ya tiene un acumulador de ACS de 170 l incorporado.

El COP de la bomba elegida es de 4,6-5.

5.2.2 Elección del diámetro de los tubos

Como hemos visto ya en la memoria, necesitamos una turbulencia adecuada para garantizar la adecuada velocidad del fluido.

La condición que asegura la turbulencia es:

$$\text{Re} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \vartheta \cdot D} > 2300$$

Dónde:

- Re es el número de Reynolds que caracteriza si un flujo es turbulento o laminar (adimensional).
- Q es el caudal (m³/s)
- D es el diámetro del tubo (m)
- ϑ es la viscosidad cinemática (m²/s)

En nuestro caso:

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = 4500 \frac{\text{l}}{\text{h}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 1,25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\vartheta = 2,257 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D = \frac{4 \times Q}{\pi \times \vartheta \times \text{Re}} = \frac{4 \times 1,25 \cdot \frac{10^{-3} \text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \times 2,257 \cdot \frac{10^{-5} \text{m}^2}{\text{s}} \times 2300} = 0,03066 \text{ m} = 30,66 \text{ mm}$$

Con este resultado, vamos a la tabla que nos facilita la guía y escogemos un diámetro estandarizado que más se nos ajuste a nuestro proyecto que en este caso será el de 32 mm de diámetro externo y 26,2 de diámetro interno.

La sonda que vamos a elegir es de la marca Ferroplast con un diámetro externo de 32 mm que es el que más se nos ajusta a nuestro valor.

Comprobamos Reynolds:

$$\text{Re} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \vartheta \cdot D} = \frac{4 \times 1,25 \cdot \frac{10^{-3} \text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \times 2,257 \cdot \frac{10^{-5} \text{m}^2}{\text{s}} \times 0,0262 \text{ m}} = 2641,95 > 2300$$

Como vemos se asegura la turbulencia igualmente.

POLIETILENO					
Tipo	Presión (Bar)	Diam Nominal (Pul)	DN=Do Exterior (mm)	Di Interior (mm)	Kp (W/m K)
PE100	6	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	21,0	0,43
		1 1/4"	32	28,0	0,43
		1 1/2"	40	35,4	0,43
		2"	50	45,4	0,43
		2 1/2"	63	58,2	0,43
	10	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	21,0	0,43
		1 1/4"	32	27,2	0,43
		1 1/2"	40	35,2	0,43
		2"	50	44,0	0,43
		2 1/2"	63	55,4	0,43
	16	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	20,4	0,43
		1 1/4"	32	26,2	0,43
		1 1/2"	40	32,6	0,43
		2"	50	40,8	0,43
		2 1/2"	63	51,4	0,43
	25	3/4"	-	-	0,43
		1"	25	18,0	0,43
		1 1/4"	32	23,2	0,43
1 1/2"		40	29,0	0,43	
2"		50	36,2	0,43	
2 1/2"		63	45,8	0,43	

Figura 5.1 tabla de la guía idae para elegir diámetros normalizados

5.2.3 Determinar la temperatura máxima y mínima de la tierra

A partir de la siguiente ecuación se calculan las temperaturas máximas (T_H) y mínimas de la tierra (T_L) que acurren durante el ciclo anual para cualquier profundidad (X_S).

$$T_L(X_S) = T_m - A_s \times e^{\left(-X_S \times \sqrt{\frac{\pi}{365 \times \alpha}}\right)}$$

$$T_H(X_S) = T_m + A_s \times e^{\left(-X_S \times \sqrt{\frac{\pi}{365 \times \alpha}}\right)}$$

Dónde:

- T_L es la temperatura media de la tierra se puede asumir como la temperatura seca media anual del lugar, °C.
- T_M es la amplitud anual de la temperatura media diaria se puede determinar a partir de datos tabulares para localizaciones geográficas específicas, en los sistemas verticales se puede considerar igual a 0.
- α valores de la difusividad térmica del suelo dependen del tipo de suelo y del contenido de agua.

Dado que el presente proyecto es un sistema de captación vertical la amplitud anual sería de cero, con lo cual la temperatura máxima y mínima del terreno sería la misma e igual a la temperatura media del terreno. No se considerarán estas temperaturas.

Según el AEMET como temperatura media anual tenemos: 14,8 °C

5.2.4 Temperatura máxima y mínima de entrada del fluido a la bomba de calor.

Para sacar estas temperaturas tendremos que considerar las características de la bomba de calor:

- Potencia de la bomba de calor (P_C) = 12 kW
- Potencia consumida de la bomba de calor (P_A) = 2,4 kW

$$\text{COP} = \frac{\text{potencia de la bomba de calor (kW)}}{\text{potencia consumida por la bomba de calor (kW)}}$$

$$\text{potencia consumida por la bomba de calor (kW)} = \frac{12 \text{ kW}}{5} = 2,4 \text{ kW}$$

- Caudal= 4500 l/h
- Rango T entrada,c =7-12 °C

Las temperaturas de salida del agua en el modo calor, se pueden determinar a partir de las siguientes expresiones:

$$T_{\text{Salida,c}} = T_{\text{Entrada,c}} - \frac{1000 \times P_C \times \frac{\text{COP}_C - 1}{\text{COP}_C}}{C_p \left(\frac{Q}{3600} \right)}$$

$$T_{\text{Salida,c}} = 12 - \frac{1000 \times 12 \times \frac{5-1}{5}}{4185 \left(\frac{4500}{3600} \right)} = 10,16 \text{ °C}$$

Con lo que la temperatura mínima que es la que se necesita para calefacción es de:

$$T_{\text{min}} = \frac{1}{2} (12 + 10,16) = 11,08 \text{ °C}$$

5.2.5 Calcular la diferencia de temperatura entre la tierra y el circuito

Hay que calcular la diferencia de temperatura entre el mínimo de la temperatura de la tierra (T_L) y la temperatura mínima del agua de la bomba de calor (T_{MIN}) para los ciclos de calefacción. En el caso de la refrigeración, hay que calcular la diferencia en la temperatura del agua máxima de la bomba de calor que entra (T_{MAX}) y la temperatura máxima de la tierra (T_H).

En nuestro caso nos quedaría:

$$T_{\text{Tierra}} - T_{\text{Circuito}} = 18 - 11,08 = 6,92 \text{ °C}$$

5.2.6 Calcular la resistencia de los tubos al flujo de calor

La siguiente expresión determina la resistencia térmica de las tuberías del intercambiador enterrado:

$$R_P = \frac{1}{2 \times \pi \times K_P} \times \ln\left(\frac{D_0}{D_1}\right)$$

Dónde:

- D_0 , Diámetro exterior del tubo en metros, 0,032 m
- D_1 , Diámetro interior del tubo, en metros, 0,0272 m
- K_P , Conductividad térmica material del tubo, en W/m·K, 0,43 W/mK
- Ln, Logaritmo neperiano.

Sustituyendo en la ecuación nos quedaría una resistencia de los tubos de:

$$R_P = \frac{1}{2 \times \pi \times 0,43} \times \ln\left(\frac{0,032}{0,0272}\right) = 0,074 \text{ K W/m}$$

5.2.7 Número de perforaciones

Para calcular el número de perforaciones hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Longitud máxima de perforación: 150 m
- Potencia de calefacción: 8,3 kW
- COP: 5
- Potencia específica de extracción de la zona de O Porriño (zona granítica): 60 W/m

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Potencia del pozo} &= \text{Potencia calefacción (kW)} - \frac{\text{Potencia calefacción (kW)}}{\text{COP}} \\ &= 8,3 \text{ kW} - \frac{8,3 \text{ kW}}{5} = 6,64 \text{ kW} = 6640 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\text{Longitud del pozo (m)} = \frac{6640 \text{ W}}{60 \text{ W/m}} = 110,67 \text{ m}$$

Por lo tanto, tendremos un solo pozo de unos 125 metros de longitud para que se nos ajuste a un valor estandarizado de longitud de sonda.

5.3 ANEXO III. CÁLCULO DEL SUELO RADIANTE

5.3.1 Introducción

El cálculo del suelo radiante se va a realizar siguiendo la normativa europea UNE-EN 1264 sobre sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficie, que es en el que se basa el programa de cálculo con el que se ha dimensionado el suelo radiante del presente proyecto: Orkli.

5.3.2 Tipo de estructura

Según la norma hay varios tipos de estructura del suelo radiante, en nuestro caso se ha elegido la estructura "tipo A": sistemas con tubos de calefacción / refrigeración totalmente integrados en el pavimento.

5.3.3 Cálculo del suelo radiante con el programa de la empresa ORKLI

El cálculo del suelo radiante ha sido realizado mediante un programa informático proporcionado por la empresa ORKLI, cuya actividad es la de instalación de suelo radiante.

Lo que se muestra a continuación es el informe que genera el programa:

5.3.4 Informe de suelo radiante



CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Salón-comedor	Número: 1	Colector: Salón-comedor
Superficie total [m ²] : 28.1	Potencia requerida [W] : 1667	
Superficie panelable [m ²] : 28.1	Potencia residual [W] : 503	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno	
Colector	: Colector A 1"	
Circuitos insertados	: 4	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Salón-comedor			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 7.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	542	28.1	7.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 104	Espiral: 94	Tubo conexión: 10				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	370	60,38	592	110	703	Total

Colector: Salón-comedor			Circuito N. :2	Superficie cubierta[m ²]: 7.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	542	28.1	7.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito[m] Total: 104			Espiral: 94	Tubo conexión: 10			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	370	60,38	592	110	703	Total

Colector: Salón-comedor			Circuito N. :3	Superficie cubierta[m ²]: 7.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	542	28.1	7.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito[m] Total: 104			Espiral: 94	Tubo conexión: 10			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	370	60,38	592	110	703	Total

Colector: Salón-comedor			Circuito N. :4	Superficie cubierta[m ²]: 7.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	542	28.1	7.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito[m] Total: 104			Espiral: 94	Tubo conexión: 10			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	370	60,38	592	110	703	Total

CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Cocina+despensa	Número: 2	Colector: Cocina+despensa
Superficie total [m ²] : 31.3	Potencia requerida [W] : 1855	
Superficie panelable [m ²] : 31.3	Potencia residual [W] : 559	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxigeno	
Colector	: Colector A 1"	
Circuitos insertados	: 4	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Cocina+despensa			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 7.8			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	604	28.1	7.8		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 112	Espiral: 104	Tubo conexión: 8				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	461	65,59	644	120	763	Total

Colector: Cocina+despensa			Circuito N. :2	Superficie cubierta[m ²]: 7.8			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	604	28.1	7.8		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito[m] Total: 112			Espiral: 104	Tubo conexión: 8			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	461	65,59	644	120	763	Total

Colector: Cocina+despensa			Circuito N. :3	Superficie cubierta[m ²]: 7.8			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	604	28.1	7.8		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito[m] Total: 112			Espiral: 104	Tubo conexión: 8			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	461	65,59	644	120	763	Total

Colector: Cocina+despensa			Circuito N. :4	Superficie cubierta[m ²]: 7.8			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	604	28.1	7.8		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito[m] Total: 112			Espiral: 104	Tubo conexión: 8			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	461	65,59	644	120	763	Total

CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Dormitorio ppla	Número: 3	Colector: Dormitorio ppal
Superficie total [m ²] : 14.5	Potencia requerida [W] : 861	
Superficie panelable [m ²] : 14.5	Potencia residual [W] : 260	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel :	Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería :	Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxigeno	
Colector :	Colector A 1"	
Circuitos insertados :	2	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Dormitorio ppla			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 7.3			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	561	28.1	7.3		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 99	Espiral: 97	Tubo conexión: 2				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	331	58,15	571	106	677	Total

Colector: Dormitorio ppal			Circuito N. : 2	Superficie cubierta [m ²]: 7.3			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	561	28.1	7.3		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 99	Espiral: 97	Tubo conexión: 2			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	331	58,15	571	106	677	Total

CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Cuarto de baño	Número: 4	Colector: Cuarto de baño
Superficie total [m ²] : 7.4	Potencia requerida [W] : 438	
Superficie panelable [m ²] : 7.4	Potencia residual [W] :	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno	
Colector	: Colector A 1"	
Circuitos insertados	: 1	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Cuarto de baño			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 7.4			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	225	59.3	438	26.6	7.4		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 49	Espiral: 33	Tubo conexión: 16				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	7.09	259	76,27	518	111	629	Total

CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Pasillo-distribuidor	Número: 5	Colector: Pasillo-distribuidor
Superficie total [m ²] : 16.6	Potencia requerida [W] : 987	
Superficie panelable [m ²] : 16.6	Potencia residual [W] : 298	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel :	Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería :	Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno	
Colector :	Colector A 1"	
Circuitos insertados :	2	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Pasillo-distribuidor			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 8.3			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	642	28.1	8.3		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 113	Espiral: 111	Tubo conexión: 2				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	475	66,48	652	121	774	Total

Colector: Pasillo-distribuidor			Circuito N. : 2	Superficie cubierta [m ²]: 8.3			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	642	28.1	8.3		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 113	Espiral: 111	Tubo conexión: 2			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	475	66,48	652	121	774	Total

CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Estudio	Número: 6	Colector: Estudio
Superficie total [m ²] : 8.8	Potencia requerida [W] : 520	
Superficie panelable [m ²] : 8.8	Potencia residual [W] : 157	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno	
Colector	: Colector A 1"	
Circuitos insertados	: 2	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Estudio			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 4.4			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	338	28.1	4.4		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 74	Espiral: 58	Tubo conexión: 16				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	102	42,64	418	78	496	Total

Colector: Estudio			Circuito N. : 2	Superficie cubierta [m ²]: 4.4			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	338	28.1	4.4		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 74	Espiral: 58	Tubo conexión: 16			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	102	42,64	418	78	496	Total

CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Aseo	Número: 7	Colector: Aseo
Superficie total [m ²] : 7.3	Potencia requerida [W] : 432	
Superficie panelable [m ²] : 7.3	Potencia residual [W] :	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel :	Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería :	Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno	
Colector :	Colector A 1"	
Circuitos insertados :	1	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Aseo			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 7.3			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	225	59.3	432	26.6	7.3		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 44	Espiral: 32	Tubo conexión: 12				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	7.09	216	72,44	492	106	598	Total

CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Habitación 2	Número: 8	Colector: Habitación 2
Superficie total [m ²] : 13.3	Potencia requerida [W] : 790	
Superficie panelable [m ²] : 13.3	Potencia residual [W] : 238	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel :	Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería :	Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno	
Colector :	Colector A 1"	
Circuitos insertados :	2	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Habitación 2			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 6.7			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	514	28.1	6.7		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 107	Espiral: 89	Tubo conexión: 18				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	394	61,54	604	112	716	Total

Colector: Habitación 2			Circuito N. :2	Superficie cubierta[m ²]: 6.7			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	514	28.1	6.7		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito[m]		Total: 107	Espiral: 89	Tubo conexión: 18			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
	Alto	Bajo	Total				
Datos circuito	10.00	394	61,54	604	112	716	Total

CARACTERISTICAS DEL ESPACIO

Descripción: Habitación 3	Número: 9	Colector: Habitación 3
Superficie total [m ²] : 12.6	Potencia requerida [W] : 747	
Superficie panelable [m ²] : 12.6	Potencia residual [W] : 225	
Superficie marginal [m ²] :	Potencia adquirida (Pasajes) [W] :	
Temperatura interior [°C] : 21.0	Resistencia pavimento [m ² K/W] : 0.010	
Temperatura espacio inferior [°C] : 10.0	Resistencia forjado [m ² K/W] : 0.600	
Espesor mortero [mm] : 45		
Panel :	Panel aislante multidireccional 25mm de espesor	
Tubería :	Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno	
Colector :	Colector A 1"	
Circuitos insertados :	2	

DATOS RELATIVOS A LOS CIRCUITOS

Temperatura de impulsión: 38.5 [°C]

Colector: Habitación 3			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 6.3			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	486	28.1	6.3		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 106	Espiral: 84	Tubo conexión: 22				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	382	60,75	596	111	707	Total

Colector: Habitación 3			Circuito N. : 2	Superficie cubierta [m ²]: 6.3			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	77.2	486	28.1	6.3		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 106	Espiral: 84	Tubo conexión: 22			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	10.00	382	60,75	596	111	707	Total

LISTA DE COLECTORES

Código. Colector.	Superficie Panelada	N. Circ	Temp H₂O [°C]	Caudal [l/h]	DpMax [DaPa]	Pot. Alto [W]	Pot. Bajo [W]	Pot. Tot [W]
Aseo	7	1	39	72,44	222	492	106	598
Cocina+despensa	31	4	39	262,36	466	2574	479	3054
Cuarto de baño	7	1	39	76,27	266	518	111	629
Dormitorio ppal	15	2	39	116,30	335	1141	213	1354
Estudio	9	2	39	85,27	104	837	156	992
Habitacion 2	13	2	39	123,09	398	1208	225	1433
Habitacion 3	13	2	39	121,50	387	1192	222	1414
Pasillo-distribuidor	17	2	39	132,97	480	1305	243	1548
Salón-comedor	28	4	39	241,51	374	2370	441	2811

Total	140	20		1231,7 2		11636	2196	13832
-------	-----	----	--	-------------	--	-------	------	-------

Potencia Instalación con pavimento :	13832	[W]
Potencia a integrar :		[W]
Potencia demandada al generador :	13832	[W]
Superficie total espacios :	140	[mq]
Medición total tubo :	1955	[m]
Contenido agua en la instalación (tubos) :	236	[litros]

TABLA RECOPILATIVA

N.	Espacio	Tipo Pavimento	Superficie			Paso		Longitud			Caudal [Kg/h]	Pos. Valv.	Colector
			Tot.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Esp. de paso	mt	Conex			
1	Salón-comedor	Petreatos	28,1		7,0		75		10	104	60,4	Total	Salón-comedor
					7,0		75		10	104	60,4	Total	Salón-comedor
					7,0		75		10	104	60,4	Total	Salón-comedor
					7,0		75		10	104	60,4	Total	Salón-comedor
2	Cocina+despen sa	Petreatos	31,3		7,8		75		8	112	65,6	Total	Cocina+d espensa
					7,8		75		8	112	65,6	Total	Cocina+d espensa
					7,8		75		8	112	65,6	Total	Cocina+d espensa
					7,8		75		8	112	65,6	Total	Cocina+d espensa
3	Dormitorio ppla	Petreatos	14,5		7,3		75		2	99	58,1	Total	Dormitori o ppla
					7,3		75		2	99	58,1	Total	Dormitori o ppla
4	Cuarto de baño	Petreatos	7,4		7,4		225		16	49	76,3	Total	Cuarto de baño
5	Pasillo- distribuidor	Petreatos	16,7		8,3		75		2	113	66,5	Total	Pasillo- distribuidor
					8,3		75		2	113	66,5	Total	Pasillo- distribuidor
6	Estudio	Petreatos	8,8		4,4		75		16	74	42,6	Total	Estudio
					4,4		75		16	74	42,6	Total	Estudio
7	Aseo	Petreatos	7,3		7,3		225		12	44	72,4	Total	Aseo
8	Habitacion 2	Petreatos	13,3		6,7		75		18	107	61,5	Total	Habitacio n 2
					6,7		75		18	107	61,5	Total	Habitacio n 2
9	Habitacion 3	Petreatos	12,6		6,3		75		22	106	60,8	Total	Habitacio n 3
					6,3		75		22	106	60,8	Total	Habitacio n 3

Subdivisión de los rollos en circuitos

Rollo n.: 1 **Tubo:** PEX-A16BA **Long.[m]:** 500 **Resto [m]:** 2

Espacio	Circuito n.	Long. [m]	VT	Mt inicio	Mt fin	Mt pond.
2- Cocina+despensa	1	112	Total			
3- Dormitorio ppla	2	99	Total			
6- Estudio	2	74	Total			
8- Habitación 2	2	107	Total			
9- Habitación 3	1	106	Total			

Rollo n.: 2 **Tubo:** PEX-A16BA **Long.[m]:** 500 **Resto [m]:** 2

Espacio	Circuito n.	Long. [m]	VT	Mt inicio	Mt fin	Mt pond.
1- Salón-comedor	1	104	Total			
1- Salón-comedor	3	104	Total			
1- Salón-comedor	4	104	Total			
2- Cocina+despensa	3	112	Total			
6- Estudio	1	74	Total			

Rollo n.: 3 **Tubo:** PEX-A16BA **Long.[m]:** 500 **Resto [m]:** 21

Espacio	Circuito n.	Long. [m]	VT	Mt inicio	Mt fin	Mt pond.
2- Cocina+despensa	2	112	Total			
3- Dormitorio ppla	1	99	Total			
4- Cuarto de baño	1	49	Total			
5- Pasillo-distribuidor	2	113	Total			

9- Habitación 3	2	106	Total			
-----------------	---	-----	-------	--	--	--

Rollo n.:	4	Tubo:	PEX-A16BA	Long.[m]:	500	Resto [m]:	20
------------------	---	--------------	-----------	------------------	-----	-------------------	----

Espacio	Circuito n.	Long. [m]	VT	Mt inicio	Mt fin	Mt pond.
1- Salón-comedor	2	104	Total			
2- Cocina+despensa	4	112	Total			
5- Pasillo-distribuidor	1	113	Total			
7- Aseo	1	44	Total			
8- Habitación 2	1	107	Total			

Se desecha finalmente la instalación del suelo radiante ya que al ser una vivienda ya construida elevaría mucho el costo de la instalación.

5.4 ANEXO IV. CÁLCULO DE FANCOILS

5.4.1 Selección de fancoils

Los fancoils se han elegido en función de la carga térmica de cada una de las estancias, se pondrá un fancoil por habitación para así poder regularlos de forma independiente.

El tipo a usar es el mural, que solamente se puede poner en posición horizontal en la parte superior de la pared, ya que al tener también refrigeración en posición vertical pueden producir condensaciones y problemas en el aparato.

Para las zonas con más superficie como son el salón-comedor, la cocina y el pasillo se ha elegido un mismo modelo y para el resto otro con una capacidad térmica menor.


Se han seleccionado los fancoils un tanto sobredimensionados por los valores que da el fabricante de la capacidad de calefacción máxima, media y mínima son referentes a una temperatura de entrada de agua de 50 °C en calefacción y de 20 °C en refrigeración a una temperatura de 7 °C para el agua y de 27 °C para el aire y estas temperatura en la realidad siempre son más bajas en el caso de la calefacción y más altas en el de la refrigeración.

Tabla 5.2 fancoils elegidos





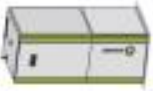

Estancias	Cargas térmicas (kW)	Número de fancoil	Fancoils elegidos	Modelo	Capacidad de calefacción (kW)		
					Máxima	Media	Mínima
Salón comedor	1,667	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W4	4,340	3,860	3,250
Cocina+despensa	1,855	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W4	4,340	3,860	3,250
Pasillo+distribuidor	0,987	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W4	4,340	3,860	3,250
Dormitorio principal	0,861	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W3	3,020	2,600	2,230
Cuarto de baño	0,438	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W3	3,020	2,600	2,230
Estudio	0,520	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W3	3,020	2,600	2,230
Aseo	0,432	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W3	3,020	2,600	2,230
Dormitorio 2	0,790	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W3	3,020	2,600	2,230
Dormitorio 3	0,747	1	Fancoil mural	ecoGEO FC W3	3,020	2,600	2,230

5.5 ANEXO V. FICHAS TÉCNICAS

5.5.1 Bomba geotérmica



ecoFOREST
estufas | calderas | pellets | geotermia

						
	ecoGEO B1 3-12 Kw ecoGEO B1 5-22 Kw	ecoGEO B2 3-12 Kw ecoGEO B2 5-22 Kw	ecoGEO B3 3-12 Kw ecoGEO B3 5-22 Kw	ecoGEO C1 3-12 Kw ecoGEO C1 5-22 Kw	ecoGEO C2 3-12 Kw ecoGEO C2 5-22 Kw	ecoGEO C3 3-12 Kw ecoGEO C3 5-22 Kw
Calentación y ACS	●	●	●	●	●	●
Frio pasivo		●			●	●
Frio activo			●		●	●
Depósito ACS Incorporado 170l						
COP*	4.6 / 5	4.6 / 5	4.6 / 5	4.6 / 5	4.6 / 5	4.6 / 5
EER*			6.1 / 6.9			6.1 / 6.9
Refrigerante R410A	●	●	●	●	●	●
Compresor Scroll con tecnología Inverter Copeland	●	●	●	●	●	●
Válvula de expansión electrónica	●	●	●	●	●	●
Bombas circulatorias de velocidad variable y alta eficiencia integradas	●	●	●	●	●	●
Intercambiador de calor de placas ALFA LAVALE	●	●	●	●	●	●
Control Micro PC Canel	●	●	●	●	●	●
Estrategias de control propias	●	●	●	●	●	●

* Calentamiento B1 145/11, 0/-3 - 30/95 °C (Unidad con bomba de calor activo). (Invierno y verano). (parámetros de certificación).

Bombas Geotérmicas ecoGEO		ecoGEO B1						ecoGEO B2						ecoGEO B3						ecoGEO C1						ecoGEO C2						ecoGEO C3					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Unidad		3-12		5-22		3-12		5-22		3-12		5-22		3-12		5-22		3-12		5-22		3-12		5-22		3-12		5-22							
Aplicación	Calefacción y ACS Acumulador ACS integrado 170 l Refrigeración activa Refrig. pasiva integrado	-	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•							
Refrigerante	Tipo	-	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A							
Componentes	Compresor Válvula expansión Intercambiadores Bombas circulatorias Acumulador ACS con serpentín Vistas de expansión integradas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Datos eléctricos	Tensión alimentación Protección magnetotérmica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Eficiencia	Potencia calorífica Potencia calorífica ¹ Consumo eléctrico ² COP ³ EER ⁴ Potencia frigorífica ⁴ HORNADA refrigeración pasiva	A	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40	32	40					
Circuito frigorífico	Carga refrigerante Presión funcionamiento máxima Tipo aceite compresor Carga aceite compresor	KW	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26	3-15	5-26					
Circuito calefacción	Temperaturas máximas/mínimas Presión funcionamiento máxima Caudal nominal	kg bar l/h	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5	1,35 42 2	1,7 42 2,5					
Circuito captación	Temperaturas máximas/mínimas Circuito captadores Caudal nominal Anticongelante resinsensibilizado ⁴	°C bar l/h	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3	60/20 3 3					
ACS	Volumen acumulación ACS Presión funcionamiento máxima Temperatura máxima sin apoyo Temperatura máxima con apoyo	l bar °C °C	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -						
Insonorización	Nivel emisión sonora	dB	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45	42	45					
Dimensiones	Alto x ancho x fondo	mm	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175	170	175					
Peso	Peso en vacío (sin ensamblaje)	kg	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700	1000x600x700					

1) Conforme a EN 14511, 50 – 30/35 °C (incluyendo bombas de circulación). Provisional, pendiente de certificación.
 2) Conforme a EN 14511, 0/4 – 30/35 °C (incluyendo bombas de circulación). Provisional, pendiente de certificación.
 3) Conforme a EN 14511, 1/12 – 30/35 °C (incluyendo bombas de circulación). Provisional, pendiente de certificación.
 4) Consultar siempre las regulaciones regionales antes de utilizar el medio anticongelante.

5.5.2 Fancoils



22

		ecoGEO FC C9	ecoGEO FC C12	ecoGEO FC C17	ecoGEO FC W3	ecoGEO FC W4	ecoGEO FC W6	
Flujo de aire	H/M/L	1000/850/720	1400/1190/1070	2000/1700/1440	425/360/320	480/360/310	1020/870/770	
	H/M/L	590/500/420	820/700/580	1180/1000/850	250/210/190	400/340/300	600/510/450	
Calefacción	Capacidad	9,66/7,72/6,27	12,42/9,93/8,07	17,58/14,06/11,42	3,02/2,6/2,23	4,34/3,86/3,25	6,3/5,67/4,73	
	Caudal de agua	980	1230	1787	378	530	765	
Refrigeración	Pérdidas de carga	16,4	14,6	34,7	10	20,8	27,9	
	Capacidad	5,7/4,73/3,95	7,27/6,46/5,71	10,3/9,25/8,2	2,2/1,84/1,65	3,08/2,62/2,27	4,45/4,18/3,74	
Alimentación eléctrica	Pérdidas de carga	23,8	27	44	12	22	29	
	Potencia consumida	125	150	190	28	44	80	
Presión sonora	H/M/L	45/41/36	47/43/38	49/45/40	30/24/20	37/31/26	40/34/29	
	Tipo	Motor de 4 velocidades de bajo nivel sonoro						
Motor ventilador	Cantidad	1						
	Tipo	Centrifugo						
Ventilador	Cantidad	1						
	Filas	2						
Batería	Máx. presión de trabajo	1,6						
	Díámetro	ø7						
Panel	Dimensiones	950x45x950						
	Peso neto/bruto	6/9						
Cuerpo	Dimensiones	840x230x840		840x300x840		915x210x290		
	Peso neto/bruto	25/30		30,5/36,2		12/16		
Conexiones Hidráulicas	Entrada/Salida	R 3/4		R 3/4		R 3/4		
	Desagüe	DN12		DN12		DN20		

Notas:
 1. H: velocidad del ventilador alto; M: velocidad del ventilador medio; L: velocidad del ventilador bajo; 2. Condiciones de calefacción: T° entrada de agua 50 °C; T° entrada aire 20 °C; B8.
 Condiciones de refrigeración: T° entrada de agua 7 °C; aumento de T°: 5 °C; T° entrada aire 27 °C; B5/19 °C; B1

5.5.3 Sonda geotérmica

14 FERROTERM

04 Gama Sistema FERROTERM

04.1 Sistemas de captación

SONDAS VERTICALES

Fabricadas en polietileno de alta densidad PE-100, con una resistencia nominal a presión interna de 16 bar.

Llevar un **marcaje en rojo y otro en azul** para diferenciar tizas y retornos, y **taponas** en los mismos colores para proteger el interior de las tuberías.

Poseen un **excelente coeficiente de conductividad térmica** y una **elevada resistencia a los impactos y arañazos** que se puedan producir al introducirlas en las perforaciones.

El **pie de sonda está certificado por SKZ** y formado por una pieza en U de PE-100, con presión nominal 16 bar, electrosoldable. **La soldadura está realizada e individualmente testada en fábrica**, otorgándole una total garantía de funcionamiento.

Se suministran en rollos de sondas simples (2 tubos de Ø 40) o dobles (4 tubos de Ø 32 o 40). En el caso de las sondas dobles se incluye un tornillo para la unión de las U.

SONDA VERTICAL GEOTERMIA PE-100 SIMPLE						
Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)	
246001	2	40	3,7	80	66	
246002	2	40	3,7	100	84	
246003	2	40	3,7	125	105	
246004	2	40	3,7	150	126	

SONDA VERTICAL GEOTERMIA PE-100 DOBLE						
Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)	
246005	4	32	2,9	80	87	
246006	4	32	2,9	100	109	
246007	4	32	2,9	125	136	
246008	4	32	2,9	150	163	
246009	4	40	3,7	80	136	
246010	4	40	3,7	100	168	
246011	4	40	3,7	125	210	
246012	4	40	3,7	150	252	

Para otros modelos consultar

5.6 ANEXO VI. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Se realiza a continuación un estudio económico que permite conocer de forma aproximada el coste energético anual asociado a cada uno de los sistemas más habituales para esta forma de determinar ahorros que se obtienen al instalar bomba de calor geotérmica.

GAS NATURAL	
Inversión inicial	
Coste caldera y depósito de ACS	3.700 €
Kit solar	2.800 €
Sistema de evacuación de humos	450 €
Equipo de aire acondicionado	1.300 €
Coste instalación	5.800 €
Coste TOTAL inversión inicial	14.050 €
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,061534
Incremento anual del precio	5 %
Coste de distribución (€/mes)	8,99
Datos instalación	
Rendimiento	0,85
Costes anuales de mantenimiento	200 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

GASÓLEO	
Inversión inicial	
Coste caldera y depósito de ACS	3.500 €
Kit solar	2.800 €
Sistema de evacuación de humos	450 €
Depósito de gasóleo	800 €
Equipo de aire acondicionado	1.300 €
Coste instalación	5.800 €
Coste TOTAL inversión inicial	14.650 €
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,120857
Incremento anual del precio	7 %
Datos instalación	
Rendimiento	0,85
Costes anuales de mantenimiento	200 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

PROPANO	
Inversión inicial	
Coste caldera y depósito de ACS	3.700 €
Kit solar	2.800 €
Sistema de evacuación de humos	450 €
Equipo de aire acondicionado	1.300 €
Coste instalación	5.800 €
Coste TOTAL inversión inicial	14.050 €
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,103928
Incremento anual del precio	5 %
Coste de distribución (€/mes)	1,55
Datos instalación	
Rendimiento	0,85
Costes anuales de mantenimiento	200 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

ELECTRICIDAD	
Inversión inicial	
Coste caldera y depósito de ACS	3.200 €
Kit solar	2.800 €
Equipo de aire acondicionado	1.300 €
Coste instalación	5.800 €
Coste TOTAL inversión inicial	13.100€
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,116297
Impuesto eléctrico	1,05113
Incremento anual del precio	5 %
Datos instalación	
Rendimiento	1,00
Costes anuales de mantenimiento	100 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

BIOMASA	
Inversión inicial	
Coste caldera y depósito de ACS	5.000 €
Kit solar	-
Sistema de evacuación de humos	450 €
Equipo de aire acondicionado	1.300 €
Coste instalación	5.800 €
Coste TOTAL inversión inicial	12.550 €
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,062069
Incremento anual del precio	5 %
Coste de distribución (€/mes)	-
Datos instalación	
Rendimiento	0,87
Costes anuales de mantenimiento	200 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

BOMBA DE CALOR AEROTÉRMICA	
Inversión inicial	
Coste caldera y depósito de ACS	8.300 €
Kit solar	2.800 €
Equipo de aire acondicionado	-
Coste instalación	3.200 €
Coste TOTAL inversión inicial	11.500 €
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,046519
Impuesto eléctrico	1,05113
Incremento anual del precio	5 %
Datos instalación	
COP	2,5
EER	3,50
Costes anuales de mantenimiento	100 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA TRADICIONAL	
Inversión inicial	
Coste caldera y depósito de ACS	10.600 €
Kit solar	-
Sist. de captación y perforaciones	4.400 €
Dep. inercia +bomba circuladora	1.300 €
Equipo de aire acondicionado	-
Coste instalación	5.000 €
Coste TOTAL inversión inicial	21.300 €
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,029074
Impuesto eléctrico	1,05113
Incremento anual del precio	5 %
Datos instalación	
COP	4,00
EER	5,00
Costes anuales de mantenimiento	0 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	
Inversión inicial	
Coste del equipo	1.300 €
Coste instalación	2.000 €
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,033228
Impuesto eléctrico	1,05113
Incremento anual del precio	5 %
Datos instalación	
EER	3,50
Costes anuales de mantenimiento	100 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA ecoGEO	
Inversión inicial	
Coste caldera y depósito de ACS	8.400 €
Kit solar	-
Sist. de captación y perforaciones	4.400 €
Depósito de inercia	0 €
Equipo de aire acondicionado	-
Coste instalación	2.000 €
Coste TOTAL inversión inicial	14.800 €
Datos combustible	
Precio (€/kWh)	0,0232594
Impuesto eléctrico	1,05113
Incremento anual del precio	5 %
Datos instalación	
COP	5,00
EER	6,00
Costes anuales de mantenimiento	0 €
Incremento anual coste mantenimiento	3 %

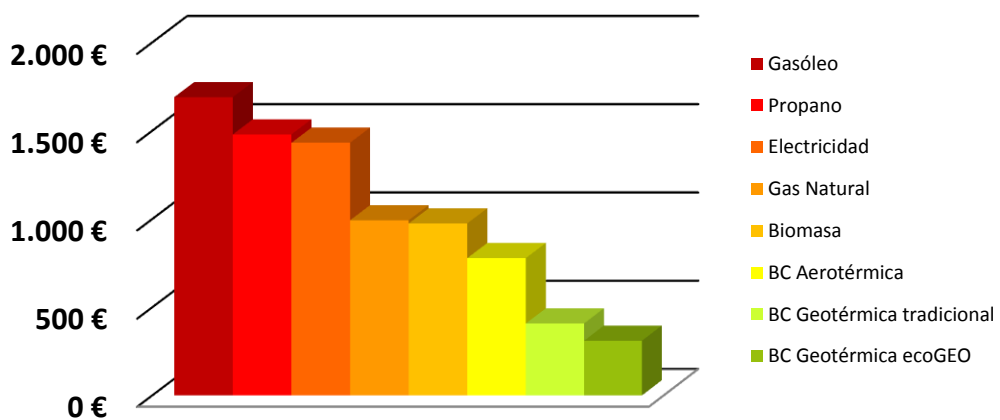
De acuerdo con los datos anteriores, en las siguientes tablas se muestran los costes energéticos anuales en combustible necesarios para satisfacer la demanda energética anual asociados a cada una de las instalaciones, así como los ahorros obtenidos si se instala una bomba de calor ecoGEO.

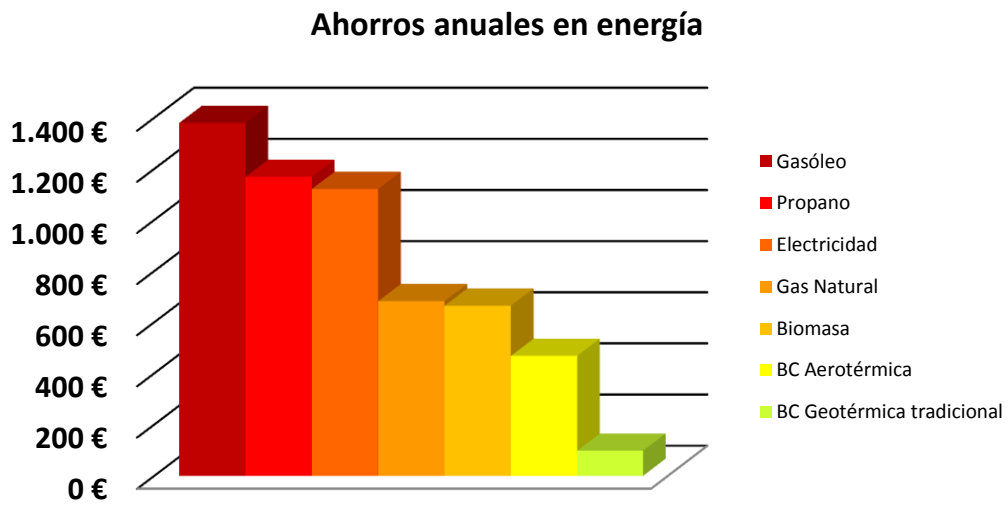
Posteriormente se representan gráficamente.

COSTE ANUAL DE COMBUSTIBLE (€/año)	
Gas natural	993 €
Gasóleo	1.690 €
Propano	1.479 €
Electricidad	1.432 €
Biomasa	975 €
BC aerotérmica	779 €
BC geotérmica tradicional	408 €
BC geotérmica ecoGEO	310 €

AHORROS ANUALES EN COMBUSTIBLE INSTALANDO ecoGEO (€/año)	
Gas natural	683 €
Gasóleo	1.380 €
Propano	1.169 €
Electricidad	1.121 €
Biomasa	665 €
BC aerotérmica	468 €
BC geotérmica tradicional	98 €

Costes anuales de energía





En la siguiente tabla se muestra la evolución de los costes totales asociados a cada sistema durante un periodo de 20 años.

El año 0 se considera aquel en el que se realiza la inversión inicial, mientras que durante los años siguientes los costes que se consideran son los correspondientes al consumo de combustible y al mantenimiento de los distintos equipos, ambos afectados por la tasa de incremento anual prevista.

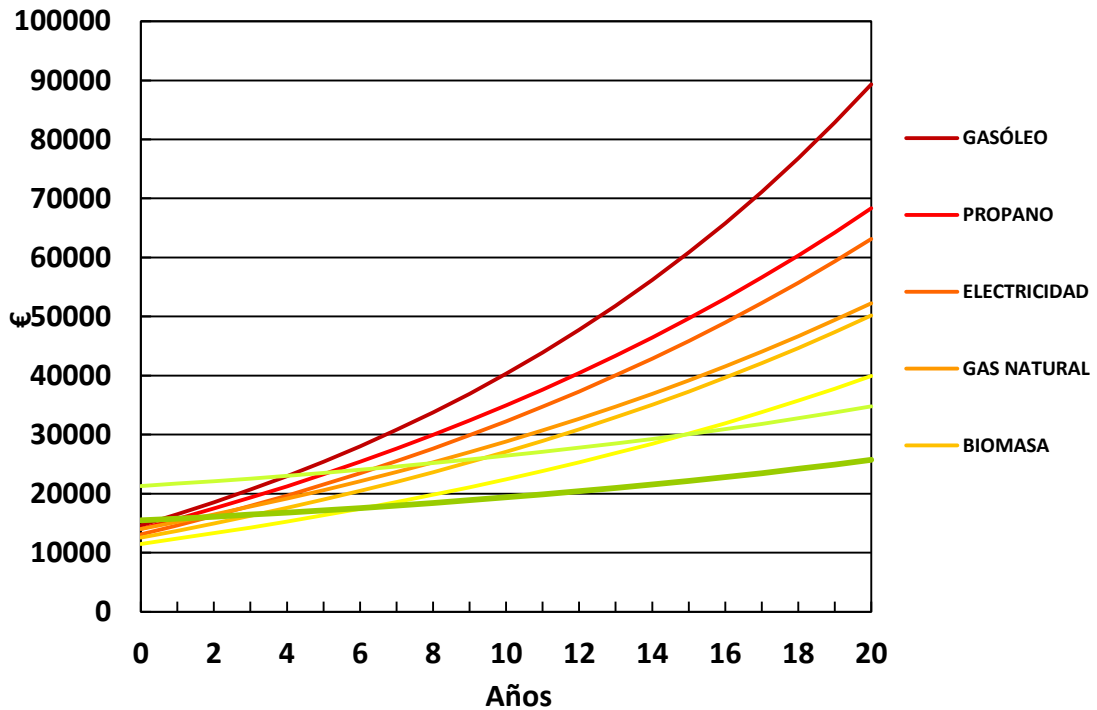
Siendo CTA los costes totales anuales y los CTAc los costes totales acumulados:

Año	GAS NATURAL		GASÓLEO		PROPANO		ELECTRICIDAD	
	CTA	CTAc	CTA	CTAc	CTA	CTAc	CTA	CTAc
0	14050	14050	14650	14650	14050	14050	13100	13100
1	1193	15243	1890	16540	1679	15729	1532	14632
2	1249	16492	2015	18555	1759	17488	1606	16238
3	1307	17799	2147	20702	1843	19331	1685	17923
4	1368	19167	2289	22991	1931	21262	1767	19689
5	1432	20599	2441	25432	2023	23285	1853	21542
6	1499	22098	2603	28035	2120	25404	1943	23485
7	1570	23668	2775	30810	2221	27625	2038	25524
8	1643	25311	2960	33770	2327	29953	2138	27661
9	1721	27032	3158	36928	2439	32391	2242	29903
10	1802	28833	3368	40296	2556	34947	2352	32255
11	1886	30720	3594	43890	2678	37625	2467	34721
12	1975	32695	3835	47724	2807	40432	2587	37308
13	2069	34764	4092	51816	2941	43373	2714	40022
14	2166	36930	4367	56183	3083	46456	2847	42869
15	2269	39199	4661	60844	3231	49687	2986	45855
16	2376	41575	4975	65819	3387	53073	3132	48987
17	2489	44063	5311	71130	3550	56623	3286	52273
18	2607	46670	5670	76800	3721	60344	3447	55720
19	2730	49400	6053	82853	3900	64244	3616	59336
20	2860	52261	6464	89317	4088	68332	3793	63129

Año	BIOMASA		BC AEROTÉRMICA		BCG TRADICIONAL		BCG ecoGEO	
	CTA	CTAc	CTA	CTAc	CTA	CTAc	CTA	CTAc
0	12550	12550	11500	11500	12550	12550	11500	11500
1	1175	13725	879	12379	1175	13725	879	12379
2	1230	14955	921	13299	1230	14955	921	13299
3	1287	16242	965	14264	1287	16242	965	14264
4	1347	17589	1011	15275	1347	17589	1011	15275
5	1410	19000	1059	16334	1410	19000	1059	16334
6	1476	20476	1110	17444	1476	20476	1110	17444
7	1545	22021	1163	18607	1545	22021	1163	18607
8	1618	23639	1219	19826	1618	23639	1219	19826
9	1694	25333	1277	21103	1694	25333	1277	21103
10	1774	27107	1339	22442	1774	27107	1339	22442
11	1857	28964	1403	23844	1857	28964	1403	23844
12	1944	30908	1470	25315	1944	30908	1470	25315
13	2036	32944	1541	26856	2036	32944	1541	26856
14	2132	35077	1615	28471	2132	35077	1615	28471
15	2233	37310	1693	30164	2233	37310	1693	30164
16	2339	39648	1775	31939	2339	39648	1775	31939
17	2449	42098	1860	33800	2449	42098	1860	33800
18	2565	44663	1950	35750	2565	44663	1950	35750
19	2687	47350	2044	37794	2687	47350	2044	37794
20	2815	50165	2143	39937	2815	50165	2143	39937

Resultados obtenidos de forma gráfica:

Costes totales acumulados



AHORROS FINALES TOTALES INSTALANDO LA BOMBA ecoGEO	
Gas natural	26.531 €
Gasóleo	63.587 €
Propano	42.603 €
Electricidad	37.400 €
Biomasa	24.436 €
BC Aerotérmica	14.208 €
BC Geotérmica tradicional	9.058 €

Como la energía que tenemos actualmente instalada es gasóleo, tendremos una rentabilidad de la instalación en:

Gasto de gasóleo anual: 1.690 €

Gastos de inversión inicial: 14.800 €

Gasto de gasóleo anual si se instala geotermia: 1.380 €

Por lo que nos sale que la instalación se rentabiliza en un periodo de 8 años.

5.6.1 Cálculo del VAN (valor actual neto) y el TIR (tasa interna de rentabilidad)

VAN

El VAN de una inversión o proyecto de inversión es una medida de la rentabilidad absoluta neta que proporciona el proyecto, esto es, mide en el momento inicial del mismo, el incremento de valor que proporciona a los propietarios en términos absolutos, una vez descontada la inversión inicial que se ha debido efectuar para llevarlo a cabo.

Si el VAN sale mayor que 0 quiere decir que el proyecto es rentable.

TIR

La TIR mide la rentabilidad relativa media bruta por período del proyecto de inversión sobre el capital que permanece invertido a principios de cada período; incluye la retribución a los recursos financieros del capital invertido, por lo que es bruta, y además, se refiere al capital que a principio de cada año permanece inmovilizado en el proyecto y no al capital que se inmoviliza inicialmente.

Es decir, el TIR tiene que ser mayor que la tasa de actualización para que sea viable.

Se calculan para un periodo de tiempo de 20 años:

Siendo la tasa de actualización del 5 % y lo llamaremos k , y el coste de la inversión inicial de 14800 €

AÑOS	Bomba de calor geotérmica ecoGEO	Gasóleo	Flujos de caja	
0	14800	0		
1	879	1890	f1	1011
2	921	2015	f2	1094
3	965	2147	f3	1182
4	1011	2289	f4	1278
5	1059	2441	f5	1382
6	1110	2603	f6	1493
7	1163	2775	f7	1612
8	1219	2960	f8	1741
9	1277	3158	f9	1881
10	1339	3368	f10	2029
11	1403	3594	f11	2191
12	1470	3835	f12	2365
13	1541	4092	f13	2551
14	1615	4367	f14	2752
15	1693	4661	f15	2968
16	1775	4975	f16	3200
17	1860	5311	f17	3451
18	1950	5670	f18	3720
19	2044	6053	f19	4009
20	2143	6464	f20	4321

Calculamos el VAN:

$$\text{VAN} = -\text{inversión inicial} + \left(\frac{f_1}{(1+k)^1} + \frac{f_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{f_n}{(1+k)^n} \right)$$

Sale un VAN de 10.707,48 € que es mayor que 0 por lo que es viable por el VAN

Calculamos el TIR:

El TIR que llamaremos R para simplificar es el valor que hace que el VAN sea 0, por lo tanto:

$$\text{VAN} = 0 = -\text{inversión inicial} + \left(\frac{f_1}{(1+R)^1} + \frac{f_2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{f_n}{(1+R)^n} \right)$$

R= 11% que es mayor que el 5% del valor de la tasa de actualización por lo tanto el proyecto es rentable en el TIR también.

5.7 ANEXO VII. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA. DIAGRAMA GANTT

En el presente anexo se explicará cómo se llevarán a cabo los trabajos proyectados y finalmente se representará en un diagrama de Gantt.

El diagrama de GANTT es una herramienta para el director del proyecto que le permite realizar una representación gráfica del progreso del proyecto, pero también es un buen medio de comunicación entre las diversas personas involucradas en el proyecto.

Principales actividades que condicionan la ejecución del proyecto:

1. Trabajos previos
2. Perforación de los sondeos
3. Introducción del colector geotérmico
4. Relleno del pozo
5. Instalación de las sondas
6. Instalación de la bomba de calor
7. Instalación de Fancoils
8. Planificación y montaje de la sala técnica
9. Puesta en marcha
10. Seguridad y salud
11. Control de calidad

Lo primero que se hace es inspeccionar el terreno en el que se tiene planificado hacer la perforación, a continuación se realiza la perforación de 125 m de profundidad.

Seguidamente se introducen las sondas, los tubos con lo que se hará circular el agua con anticongelante por la perforación y se sella con un mortero especial para geotermia, que permite un buen intercambio de calor entre la tierra y el agua que circula por el interior de los tubos. Así quedaría rematada la parte de la perforación.

Se llevan los tubos desde la perforación hasta la entrada del edificio donde se unirán las sondas con la bomba de calor y se realiza la instalación de los fancoils en todas las habitaciones

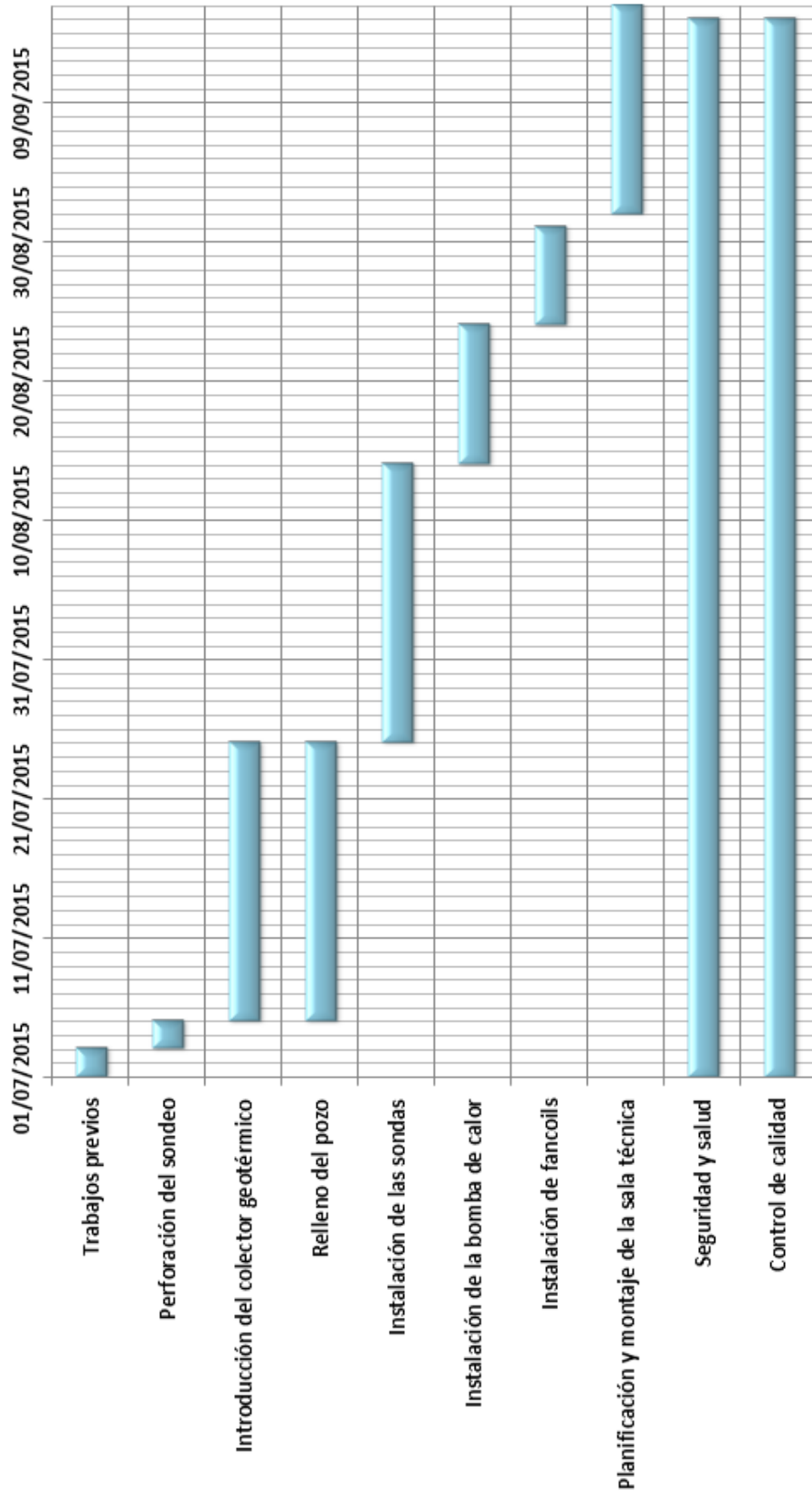
Una vez que todos los elementos estén instalados se planifica y monta la sala de máquinas conectando todos los elementos.

Finalmente se realiza la puesta en marcha de la instalación y se comprueba que todo funcione correctamente.

DIAGRAMA GANTT:

En el diagrama de Gantt cada día cuenta como una jornada de trabajo de 8 horas.

ACTIVIDAD	INICIO TRABAJOS	DURACIÓN	FIN TRABAJOS
Trabajos previos	01/07/2015	2 días	03/07/2015
Perforación del sondeo	03/07/2015	2 días	05/07/2015
Introducción del colector geotérmico	05/07/2015	20 días	25/07/2015
Relleno del pozo	05/07/2015	20 días	25/07/2015
Instalación de las sondas	25/07/2015	20 días	14/08/2015
Instalación de la bomba de calor	14/08/2015	10 días	24/08/2015
Instalación de fancoils	24/08/2015	7 días	01/09/2015
Planificación y montaje de la sala técnica	01/09/2015	15 días	16/09/2015
Seguridad y salud	01/07/2015	Durante toda la actividad	16/09/2015
Control de calidad	01/07/2015	Durante toda la actividad	16/09/2015



5.8 ANEXO VIII. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.8.1 Objeto del estudio

En aplicación del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se desarrolla el presente estudio de seguridad y salud que analiza, desarrolla y complementa las previsiones contenidas en el proyecto de la obra y/o al estudio de seguridad y salud de la misma.

El proyecto de ejecución de la obra ha estado redactado por el Srta. Gloria Bastos González, estudiante de Grado en Ingeniería de la Energía.

El estudio de seguridad y salud de la obra ha estado redactado por la Srta. Gloria Bastos González, estudiante de Grado en Ingeniería de la Energía en la Universidad de León.

Si no existiera el Coordinador de seguridad y salud, sus funciones serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Este estudio de seguridad y salud podrá ser modificado durante la ejecución de la obra, aunque siempre con la autorización expresa del Coordinador de seguridad y salud o de la Dirección Facultativa según corresponda.

Este estudio de seguridad y salud se encontrará a la obra a disposición permanente del Coordinador en materia de seguridad y salud y/o de la Dirección Facultativa y de las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención y de los representantes de los trabajadores, los cuales podrán presentar para escrito las sugerencias y alternativas oportunas.

Una vez recogida por parte del Coordinador de seguridad y salud, la Acta de Aprobación del presente estudio de seguridad y salud, el contratista de la obra registrará al Departamento de Trabajo la correspondiente comunicación de apertura del centro de trabajo, conjuntamente con el Estudio de seguridad y salud. Ambos documentos, junto a la Acta de aprobación, permanecerán a la obra a disposición de la Autoridad Laboral, del Coordinador de seguridad y salud y de terceros.

El presente Estudio de seguridad y salud ha estado redactado por la empresa de Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León, ubicada en campus de Vegazana, León (León).

5.8.2 Normativa aplicada

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre de reforma del marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales (BOE núm. 298 de 13 de diciembre).

- Ley 32/2006 de 18 de octubre reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción (Ley de Subcontratación) (BOE núm. 250 de 19 de octubre).
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1977, de 17 de enero, el cual aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, el cual establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (BOE núm. 127 de 29 de mayo).
- Real Decreto 1109/2007 de 24 de agosto por el que se desarrolla la Ley 32/2006 de 18 de octubre reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción (BOE núm. 204 de 25 de agosto).
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción (BOE de 14/03/09).
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE núm. 27 de 31 de enero).
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales en materia de Coordinación de Actividades Empresariales (BOE núm. 27 de 31 de enero).
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras en construcción (BOE núm. 256 de 25 de octubre).
- Real Decreto 2177/2004 de 12 de noviembre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud por la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura (BOE núm. 274 de 13 de noviembre).
- Decreto 201/1994 de 26 de julio regulador de los escombros y otros residuos de la construcción.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y la demolición
- Real Decreto 396/2006 de 31 de marzo por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud al puesto de trabajo (BOE núm. 97 de 23 de abril).
- Real Decreto 836/2003 de 27 de junio por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de

elevación y mantenimiento referente a grúas torre por obras u otras aplicaciones (BOE núm. 170 de 17 de julio).

- Real Decreto 837/2003 de 27 de junio por el que se aprueba el nuevo texto y refundido de la Instrucción Técnica Complementaria M^{IE-AEM-4} del Reglamento de aparatos de elevación y mantenimiento, referente a grúas móviles autopropulsadas (BOE núm. 170 de 17 de julio).
- Real Decreto 681/2003 de 12 de junio sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el puesto de trabajo (BOE núm. 145 de 18 de junio).
- Real Decreto 349/2003 de 21 de marzo que modifica el Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE núm. 82 de 5 de abril).
- Real Decreto 255/2003 de 28 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos (BOE núm. 54 de 4 de marzo)
- Real Decreto 99/2003 de 24 de enero por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995 de 10 de marzo (BOE núm. 30 de 4 de febrero).
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los puestos de trabajo (BOE núm. 97 de 23 de abril)
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que comporte riesgos, en particular para los trabajadores (BOE núm. 97 de 23 de abril).
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores ante los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas (BOE de 26/03/09).
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE núm. 140 de 12 de junio).
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud por la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE núm. 188 de 7 de agosto).
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados Miembros sobre máquinas.

- Real Decreto 1644/2008 de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de máquinas.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico por Baja Tensión (BOE núm. 224 de 18 de septiembre).
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas por la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE núm. 148 de 21 de junio).
- Real Decreto 668/1980 de 8 de febrero (industria y energía) que desarrolla el Reglamento sobre almacenamiento de productos químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la exposición al ruido (BOE núm. 60 de 11 de marzo).
- Ordenanza General de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74 de 28 de marzo).
- Acuerdo Estatal del Sector del Metal de 7 de agosto de 2008 (BOE núm. 203 de 22 de agosto de 2008).

Se tendrán en cuenta todas las modificaciones sobre esta normativa.

5.8.3 Características de la obra

5.8.3.1 Descripción de la obra

Forma parte de este presente proyecto un solo edificio que es la vivienda unifamiliar a la que se desea climatizar y abastecer de ACS.

Se realizará un único pozo

La obra está situada dentro del recinto de la vivienda unifamiliar en la calle Vacaría número 29 Budiño en O Porriño (Pontevedra) C.P. 36475

El promotor de la obra será la Universidad de León.

El presupuesto de ejecución material del proyecto de la obra es el siguiente: 14.800 euros para la ejecución de la perforación y bomba de calor.

5.8.3.2 Cierre provisional de la obra y señalización

Previo al inicio de los trabajos, se procederá a la colocación de los carteles de obra.

Igualmente, se llevará a cabo el cierre de las zonas necesarias de las obras.

En tal caso, el cierre de la zona de obras estará conformado por los cierres originales de los propios edificios, y con cercas provisionales amarillas o del tipo Rivisa.

Estos cierres delimitarán el perímetro del ámbito de la obra.

En ningún caso se admite como cerca el simple balizado con cinta de PVC, malla electrosoldada de herrero, red tipo tenis de polipropileno (habitualmente de color naranja) o elementos tradicionales de delimitaciones provisionales de zonas de riesgo.

Las cerca tendrán abalizamiento luminoso y elementos reflectantes.

El contratista principal de la obra velará por el correcto estado de la cerca, evitando que se deteriore su estado original.

No se admite como solución permanente de acceso la retirada parcial del cierre.

5.8.3.3 Instalación de higiene y bienestar y botiquín

Se debe prever a la obra una zona para la ubicación de las instalaciones de higiene y bienestar, previendo la presa provisional de agua y electricidad y la evacuación de aguas fecales.

En tal caso se utilizarán los servicios higiénicos y otros servicios ya existentes a las instalaciones donde se realiza la obra, previo acuerdo y permiso de la propiedad.

Será necesario que los operarios de la obra dispongan de los teléfonos de emergencia y de los centros médicos más próximos.

También se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios con el material necesario, con un encargado del mantenimiento y reposición del contenido de la misma.

5.8.3.4 Accesos a la obra

Dado que la obra es un barrio y que la anchura de las calles no es suficiente, se considera problemático el acceso de la maquinaria por lo que hay que idear con la empresa encargada de la perforación las posibilidades de acceder a la obra.

5.8.3.5 Interferencias y servicios afectados

En previsión de la existencia de instalaciones de suministro público por la zona donde se debe efectuar la obra, antes del inicio de las operaciones, la empresa habrá marcado la existencia de las líneas enterradas de agua, alcantarillado, electricidad y teléfono y líneas aéreas de electricidad y teléfono, para evitar problemas que puedan provocar un corte en el suministro o un accidente con los operarios que trabajan a la obra.

5.8.3.6 Selección, recogida y gestión de residuos

El contratista de la obra deberá planificar las operaciones de selección y de recogida selectiva de residuos, así como justificar la localización y titularidad de las instalaciones de gestión de residuos y de vertidos autorizados.

5.8.3.7 Descripción de los procesos y programación.

Estos procesos se estudiarán en el punto de riesgos profesionales del presente estudio de seguridad y salud.

5.8.4 Definición de los Riesgos y las Medidas de Protección y Prevención.

5.8.4.1 Riesgos profesionales

- **Riesgo:** por condiciones climáticas adversas.

Normas de seguridad: los trabajadores dispondrán del equipamiento necesario para poder soportar estas condiciones climáticas, como son: impermeables, anoraks, calzado cumplido, ropa de trabajo gruesa, crema protectora por las radiaciones solares...

En caso de nevada, lluvia intensa, tempestad o viento fuerte, se suspenderán los trabajos exteriores hasta que se puedan reiniciar en condiciones de seguridad.

En trabajos en época estival hay que seguir las siguientes recomendaciones:

- Uso de cremas protectoras solares para evitar quemaduras. Hay que proteger de forma especial la parte posterior de las orejas, cuello y hombros.
- No sacarse la camiseta en ningún momento
- Hacer uso del casco o gorra según convenga
- Beber agua cada 15/20 minutos para evitar deshidrataciones
- Hacer pausas entre las 12:00 y las 16:00 h (horas de máximo calor)
- Evitar de forma constante a pleno sol, hay que alternar con tareas a la sombra.
- **Riesgo:** caídas a diferente nivel por zonas de la obra

Normas de seguridad: Siempre que haya un riesgo de caída a diferente nivel a 2 m, esta zona estará protegida por barandillas. La barandilla tendrá una resistencia suficiente para poder soportar los esfuerzos habituales sobre la misma

La norma UNE 13374:2004, de sistemas provisionales de protección del borde, establece que requisitos deben reunir estas barandillas en función del lugar donde deben ir colocadas.

- **Riesgo:** caídas a diferente nivel durante la utilización de escaleras de mano y/o andamios

Normas de seguridad: Antes de empezar a trabajar con escaleras de mano, se comprobará lo siguiente:

- Correcto estado estructural del cuerpo de la escalera, sin grietas, estructuras dobladas o falta de trozos.
- Correcta ensambladura de los escalones y ausencia de pintura a las escaleras de madera.
- Existencia de sistemas antideslizamiento (zapatos de goma o ganchos superiores adecuados).
- Existencia y correcto estado del cable o cuerda que impide una apertura excesiva en las escaleras de tijera.

- La escalera deberá estar situada de tal manera que la distancia de la zona de acodamiento a la base de la escalera sea una cuarta parte de la altura del punto de acodamiento superior.
- La escalera deberá sobrepasar en 1 m. la planta de la zona donde se quiera acceder.
- Los trabajos además de 3,5 m. de altura y desde el punto de operación del tierra y que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos por la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anti caída o se adoptan medidas de protección alternativas.

Otros aspectos a considerar en el trabajo en escaleras de mano, son:

- No se utilizarán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de 5 m. de longitud, sobre las cuales no se tengan garantías de su resistencia.
- Está prohibido el uso de escaleras de construcción improvisada.
- Se debe impedir que los pies de la escalera resbalen durante su utilización mediante la fijación de la parte superior o inferior de los traveseras, ya sea mediante cualquier dispositivo anti resbalando o cualquier otra solución de eficacia equivalente.
- Las escaleras de mano se revisarán periódicamente.
- Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.
- Está rigurosamente prohibido trabajar con escaleras cerca de aperturas verticales sin proteger (balcones, ventanas, cajas de escalera, etc.).

Por trabajos en altura cerca de ventanas y puertas exteriores, se procederá a la formación de barandillas que impidan la caída del operario aunque se haya modificado su plan de trabajo

Andamios:

Las condiciones de seguridad y comprobaciones de los trabajos en andamios son:

- Los pies de los andamios deben estar situados sobre puntos firmes, que no puedan ceder ni romperse. En caso de que la base esté constituida por rueda, estarán frenados antes de que nadie utilice el andamio.
- La anchura de las zonas de paso o trabajo tendrán una anchura de 60 cm. y resistencia suficiente para soportar las personas y su carga (3 tablonés). La superficie de acodamiento será firme, sólida e inamovible.
- La estabilidad del andamio se comprobará regularmente, y siempre después de cualquier golpe o anomalía.

- Siempre que el riesgo de caída a diferente nivel sea superior a los 2 m., existirán barandillas de 90 cm. de altura, con rodapie y barrotes intermedios. Su resistencia será de 150 kg/m. lineal, como mínimo.
- En caso de detección de defectos, se resolverán inmediatamente
- Hay que asegurar que no hay una separación superior a los 15 cm. entre la plataforma y la pared, si no hay barandillas por el lado del trabajo.
- Siempre que haya que trabajar sobre andamios de "caballetes" cerca de aperturas verticales, se colocarán puntales trabados en la apertura para evitar el riesgo, redes o barandillas con una resistencia mínima de 150 kg. de tracción por metro lineal.
- Los andamios estarán arriostrados a paramentos verticales firmes, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Como mínimo se arriostrarán a partir de 4 m. de altura, con los elementos previstos por el fabricante.
- Durante el montaje del andamio, el personal implicado, debe de estar protegido frente al riesgo de caídas a distinto nivel, por eso, se utilizarán sistemas anti caída, anclados a puntos firmes, preferentemente independientes de la propia andamio.
- En caso de que algunas partes de la andamio no se encuentren preparadas por su utilización, en particular durante el montaje, desmontaje o transformaciones, estas partes deberán contar con las señales de advertencia de peligro general, tal y como prevé el Real Decreto 485/1997, sobre señalización y delimitadas físicamente para evitar el acceso a la zona de peligro.
- Complementariamente es conveniente la instalación de redes o lonas a toda la zona de la estructura situada en vías de circulación, desde las bases de nivelación hasta la cota más alta y desde un extremo al otro de la andamio incluidos los laterales; las redes pueden ser de alto grado de permeabilidad del aire (60 gr./m²), de menor permeabilidad pero más calada (100 gr./m²) e impermeables al aire (lonas).

La utilización de los dos primeros tipos de redes es aconsejable pero hay que tener en cuenta que su utilización modifica la cantidad y/o tipo de sujeción de la andamio. Se desaconseja totalmente el uso de lonas por los efectos que pueda provocar el viento.

Cuando por problemas de espacio deban pasar personas propias o ajenas a la obra por bajo la andamio, habrá que instalar a bajo de la misma cualquier sistema de recogida de objetos o materiales de suficiente resistencia.

- **Riesgo:** caídas al mismo nivel

Normas de seguridad: Todas las zonas de la obra se mantendrán en las necesarias condiciones de orden y limpieza para evitar el riesgo de caídas, torcidas de a pie, etc.

Los desperdicios se lanzarán en el lugar adscrito, situado en un punto común, salvo que se trate de residuos que tengan una normativa especial.

El mantenimiento de la orden y la limpieza es básico por un correcto funcionamiento de la zona de trabajo, así como una importante medida preventiva para evitar golpes, caídas y propagación de incendios. Así, hay que proceder a la retirada de todos aquellos elementos situados en la zona que no se hagan servir.

Las provisiones de material se realizarán correctamente asegurando en todo momento la estabilidad.

Hay que responsabilizar a cada trabajador de la orden y la limpieza de su zona de trabajo, Las zonas de paso estarán iluminadas por lo menos con una intensidad de 50 lux. A falta de luz natural, se dispondrá de luz artificial hasta lograr este nivel, especialmente cuando también haya riesgo de caída a diferente nivel.

Los cables eléctricos se pondrán en altura, de manera que no se pueda tropezar con ellos y a la vez, que no se puedan malograr, de manera que puedan dar ocasión a riesgos como la electrocución.

- **Riesgo:** proyecciones de materiales en la utilización de martillos neumáticos, sierras de disco, taladros...

Normas de seguridad: Siempre que exista riesgo en alguna operación se utilizarán gafas de seguridad certificadas (marcado CE) contra impactos.

Se tendrá en cuenta las normas de uso del fabricante de los aparatos a la hora de ser utilizados.

Los operarios han recibido la formación necesaria de acuerdo con el libro de instrucciones del fabricante antes de ser autorizados a trabajar con las máquinas-herramientas.

- **Riesgo:** caída de materiales

Normas de seguridad: Todo el personal de la obra utilizará el casco, excepto cuando se encuentren en el lugar de conducción de una máquina y esta está protegida por estructuras antivuelco.

- **Riesgo:** caídas de objetos manipulados y pistones sobre objetos

Normas de seguridad: todo el personal que acceda a la obra dispondrá de botas de seguridad con puntera metálica y suela anti penetración, debidamente certificada (marcaje CE)

- **Riesgo:** golpes con objetos y herramientas

Normas de seguridad: En las operaciones donde exista riesgo de golpes y cortes para trabajar con herramientas que pueden ofrecer este riesgo, será preceptiva la utilización de guantes de protección certificaciones (marcaje CE) ante el riesgo mecánico.

- **Riesgo:** Excesos de ruidos en los puestos de trabajo en operaciones concretas.

Normas de seguridad: Tal como indica la normativa actual, será obligatoria la utilización de protectores auditivos cuando se supere el nivel superior de 85 dB o 137 dB, debiendo

ser suficiente la atenuación correspondiente para reducir la exposición real por debajo de los 87 dB, mientras no se lleven a cabo acciones correctoras.

En caso de que la exposición determine un valor comprendido entre los 80 y 85 dB o igual a 135 dB de nivel pico, el empresario deberá fomentar el uso de protectores auditivos. En cualquier caso, siempre y cuando se superen los valores anteriores, habrá que llevar a cabo acciones preventivas.

La relación no exhaustiva de tareas que implicarán a la utilización de los protectores será:

- Trabajo con martillo neumático
- Golpeado de piezas con martillo
- Cortes con muelas radiales

La relación no exhaustiva de niveles de ruido en equipos utilizados a las obras se construcción son:

- Martillo neumático: 103dB
- Pistola fija clavos de impacto: 150 dB
- Disco radial portátil: 105 dB

- **Riesgo:** contactos eléctrico directos con puntos de la instalación a voltaje superior a 24 V en locales muelles o zonas exteriores

Normas de seguridad: Todas las operaciones de conexión y desconexión de máquinas que no se haga desenchufando una clavija estándar (de 10 a 63 a normalizadas), se realizarán después de desconectar la corriente eléctrica y comprobar con un voltímetro la ausencia de tensión en aquel punto.

En caso de duda, el corte de corriente se hará en la salida de generador o del cuadro eléctrico general de obras.

Todos los puntos susceptibles de estar bajo tensión dispondrán de elementos de cierre (puertas, tapas, etc.) que exijan una acción concreta y específica para poder abrirlos, cosa que solo podrá hacer el personal formado y autorizado para hacerlo.

Todos los armarios que contengan material eléctrico estarán señalizados por la señal de advertencia normalizada.

Cuando se corte la corriente eléctrica de un cuadro eléctrico para realizar alguna operación, se colocará en el mismo, un cartel.

Cuando se detecte la existencia de daños en aparatos o instalaciones, deberán repararse y/o sustituirse inmediatamente las partes malogradas.

No se intervendrá en las instalaciones eléctricas si no se posee los suficientes conocimientos profesionales.

En lugares húmedos se utilizarán solamente aparatos eléctricos especialmente concebidos para este uso.

Nunca se modificará ningún aparato de protección (fusibles, disyuntores, etc.).

No se modificarán las clavijas ni las presas de corriente.

Nunca se abrirá ningún aparato eléctrico sin haberlo desconectado previamente.

Nunca se tocará con las manos un conductor caído en la tierra después de un accidente o una avería, sin haber desconectado previamente la corriente.

La desconexión de prolongadores debe hacerse sin tensión.

Los cuadros eléctricos se mantendrán limpios y sin ningún material o herramienta depositada en su interior.

Nunca se utilizarán enchufes en cuerpos externos rotos, ni conectados a cables sin clavija.

Periódicamente se comprobará el estado de los interruptores diferenciales accionando el botón de prueba.

Se desconectarán las máquinas y las herramientas eléctricas al acabar los trabajos, especialmente al final de la jornada.

- **Riesgo:** Sobreesfuerzos

Normas de seguridad: Toda operación que suponga una sollicitación física importante, se realizará con la ayuda de maquinaria como carretones elevadores... (Cuya conducción estará restringida a personal formado y expresamente autorizado)

En caso de que lo anteriormente citado no pueda cumplirse, el movimiento de las cargas ocupará el número de personas necesarias para garantizar la ausencia de daños físicos.

Si es necesario mover pesos manualmente, se valorará previamente su importancia, las dificultades que puedan existir durante el traslado, la distancia que se debe salvar, el tiempo necesario por eso, de forma que no se haga un sobreesfuerzo como consecuencia de un comportamiento inadecuado en el transporte de la carga.

Para evitar lesiones a la espalda, hernias...se elevará el peso de manera adecuada e en fases sucesivas.

Cuando las cargas deben elevarse con la mano, no se utilizarán solamente la parte final de los dedos, operación con la que se somete los músculos y tendones a grandes esfuerzo. La forma de realizar el acto será en toda la mano, reduciendo así el esfuerzo muscular del brazo.

- **Riesgo:** inhalación de polvo

Normas de seguridad: En las operaciones donde se genere polvo por defecto de cortar material, los operarios llevarán mascarillas de un solo uso para limitar la inhalación de polvo.

En otras operaciones de limpieza de zonas confinadas donde también se pueda generar polvo, especialmente si es de arena, tierra o cemento, también habrá mascarillas de protección.

Hay que seguir las siguientes recomendaciones: recambiar el filtro de las mascarillas después de su utilización, la mascarilla no puede ser utilizada por varias personas, cada persona debe utilizar una propia, se necesita un periodo de adaptación al inicio de la utilización y hay que evitar el envejecimiento y la suciedad.

- **Riesgo:** Retraso en la asistencia a un accidentado

Normas de seguridad: En el recinto o zona donde se efectúen los trabajos, se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios que contenga los medicamentos básicos y elementos necesarios.

El encargado de los trabajos o el responsable que este durante la jornada de trabajo en la obra, dispondrá de medio para ponerse en contacto con servicios de emergencia médica de forma rápida y eficaz.

Dadas las características de movilidad de la obra, el botiquín estará en uno de los vehículos de utilización permanente en la zona donde se trabaja.

Antes del inicio de las obras, en el botiquín se pondrá el número de teléfono asistencial más próximo.

- **Riesgo:** Riesgos asociados a las condiciones físicas y psíquicas adecuadas de los trabajadores.

Normas de seguridad: Todos los trabajadores con costumbres, enfermedades y cualquier otra causa ajena que no les permita realizar su tarea en perfectas condiciones físico-psíquicas, es necesario que lo comuniquen a la empresa para que esta pueda hacer un cambio de vacaciones o una suspensión del contrato laboral de acuerdo al convenio aplicable.

- **Riesgo:** Inhalación de gases tóxicos o asfixiantes

Normas de seguridad: Cuando se utilicen elementos generadores de corriente, aire comprimido, calefacción,...que implique la utilización de motores térmicos, mediante gases o líquidos derivados del petróleo u otros combustibles que puedan generar monóxido de carbono, dióxido de carbono y de otros gases tóxicos o asfixiantes, se dispondrá el elemento generador en una zona donde los gases no puedan afectar a los trabajadores.

También se tendrán en cuenta la posible acumulación de gases en zonas bajas de la obra como interior de depósitos, fondos de zanjas, interior de los canales soterrados...casos en los que se dispondrá de un explosímetro y medido de ausencia de oxígeno mientras el personal esté en la zona de peligro.

Se velará este hecho especialmente en la utilización de martillos neumáticos autónomos.

- **Riesgo:** Retraso en la extinción de un incendio

Normas de seguridad: Teniendo en cuenta la cantidad de material almacenado en la obra, la maquinaria utilizada en las diferentes fases de la misma y las diversas actividades que se desarrollan, es preceptivo disponer en la obra de dos extintores de polvo ABC.

- **Riesgo:** caídas de materiales y golpes por la utilización incorrecta de la pluma del camión (carga/descarga de quipos de trabajo y material a la obra.

Normas de seguridad: Uno de los pilares básicos de la Prevención de Riesgos es la formación de los trabajadores.

Para evitar los accidentes de trabajo propios y ajenos en las operaciones con la pluma del camión, es necesario que los trabajadores autorizados a la manipulación de los mismos reciban una formación específica sobre los siguientes puntos:

- Revisión diaria de la pluma (botonera, gancho, cables, ...).
- Traslado sobre zonas libres de personal.
- Movimientos a la menor altura posible.
- Evitar producir golpes entre el sistema de sujeción de la pluma y las piezas, para evitar subbalanceo y la posible caída.

También se recomienda que la empresa autorice a la manipulación de la pluma solo al personal que haya superado la formación de manera satisfactoria. Esta formación se deberá efectuar de acuerdo con el libro de instrucciones elaborado por el fabricante de la pluma, y teniendo en cuenta las recomendaciones allí indicadas.

Es conveniente que un trabajador dirija la maniobra de carga de las piezas al camión, y que alerte al trabajador encargado de la manipulación de la pluma de cualquier acontecimiento no previsto.

Se necesario realizar un mantenimiento preventivo de la pluma que llevan incorporada algunos camiones, efectuando revisiones periódicas de su estado, y colocando pestillos de seguridad a los ganchos de las plumas que no tengan.

En la utilización de este equipo hay que tener en cuenta las normas siguientes de seguridad:

En todo momento hay que mantener una distancia de seguridad respecto la carga, en previsión de una posible caída.

Antes de empezar las maniobras:

- Comprobar que no haya ninguna persona sobre la pluma y el lugar de actuación.
- Activar los apoyos del camión en un lugar firme.
- Poner los comandos en posición 0.

- Conectar el circuito hidráulico.
- Realizar un ensayo sin carga y a poca velocidad.
- Comprobar el correcto funcionamiento del equipo.
- Verificar el correcto montaje de la longitud de la pluma.

Al empezar el trabajo:

- No hacer movimientos bruscos.
- Tensar las eslingas y comprueba el equilibrio de la carga.
- Si la carga está mal equilibrada o mal amarrada avisar al encargado.
- En caso de resistencia anormal al elevarse, no insistir.
- Elevar siempre en zonas libres.

Descenso de la carga:

- Hacer esta operación solo si la carga no presenta movimientos de balanceo ni oscilación.
- No probar de colocar la carga más lejos haciendo movimientos de balanceo.
- Aflojar las eslingas un poco para asegurarte que la carga es estable.

Cuando se haya acabado la jornada de trabajo:

- Conducir la pluma a su posición de parada.
- Bloquear la pluma al lugar de la parada mediante su dispositivo.
- Colocar los comandos y controles a posición 0.

Es necesario que la revisión de la pluma se realice por personal calificado y que este facilite una certificación conforme el correcto estado de esta.

Importante: en caso de funcionamiento deficiente, el operario no debe intentar reparar la avería, hay que llevar el camión a un Servicio Técnico autorizado.

- **Riesgo:** caídas de material transportado

Normas de seguridad: Por las operaciones de carga y descarga y el transporte en general se realizará con las máximas garantías de seguridad por el personal y por los materiales transportados, es necesario la adopción de las siguientes normas de seguridad:

- Las cargas deberán ser sujetadas mediante eslingas, cables, etc. por una persona que tendrá instrucciones sobre el método y los medios a utilizar.
- Si algún pallet no pudiese ser descargado con la pinza, el cabo de obra supervisará la solución adoptada.
- En caso de que haya materiales que vayan paletizados sin plásticos, se fijarán al apoyo de madera mediante flejes.
- Estará previsto que los tacos de madera de los palets sean de más altura que los dos apoyos de la pinza, con objeto de poder retirarla directamente accionando el carro de la grúa

- La carga y descarga de puntales metálicos se realizará mediante portapuntales.
- Los trabajadores no permanecerán bajo las cargas suspendidas, aunque sea en lamaniobra de ascenso y descenso de la carga.

Si en alguna obra hay que descargar un pallet y no se dispone de plataforma voladizo y esta se coloca en un balcón, azotea, etc. sin barandillas, la persona que controle la posición de éste pallet, será necesario que vaya debidamente atada a un punto de resistencia suficiente a la tracción de caída de una persona.

- **Riesgo:**Caída de materiales y rebotes

Normas de seguridad: Para evitar el riesgo de caídas de herramientas en trabajos que impliquen una concentración muy elevada del personal, se dotará a los operarios de un cinturón donde se llevarán las herramientas cogidas con una cuerda fina, con la finalidad de que en caso de caída de alguna herramienta, no se precipite al vacío, provocando un daño a otro operario que se encuentre trabajando en un plan inferior. Se colocarán viseras de protección y/o redes.

- **Riesgo:** Atropello en la zona de actuación de la obra.

Normas de seguridad: En los trabajos al exterior, los trabajadores de las obra utilizarán en todo momento el chaleco reflectante.

Se suspenderán los trabajos en situaciones de visibilidad reducida.

- **Riesgo:** riesgos asociados a la falta de señalización de la obra

Normas de seguridad: Según el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, el cual regula las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad en el trabajo, indica que hay que señalar para advertir de un riesgo y gritar la atención de trabajadores sobre la existencia de determinados peligros.

En este sentido, en la realización de aquellas tareas que impliquen dejar aperturas en la tierra por paso de canalizaciones, caídas de material en altura... que pueden causar daños a los propios trabajadores y a terceras personas, habrá que señalarlas debidamente.

Una buena manera de asegurar esta señalización es utilizar cerca, cintas de colores, señales en forma de paneles...

- **Riesgo:** Interferencias con instalaciones

Normas de seguridad: En el caso de existir tendidos eléctricos en las proximidades, se deberá vigilar la distancia de seguridad, colocando barreras o bloques de protección, aislando los conductores de la línea cortando la corriente o trasladando la línea si es necesario.

Todas estas operaciones de protección las efectuará el personal debidamente formado ante el riesgo eléctrico (de acuerdo con el Real Decreto 614/2001 sobre seguridad eléctrica)

Este riesgo es de especial importancia en las descargas de material con grúas.

Se prohibirá cualquier trabajo a menos de 6 metros de un tendido eléctrico de alta tensión y de 3 metro de una línea de baja tensión desnuda.

- **Riesgo:** No utilizar equipos de protección individual

Normas de seguridad:A la llegada a la zona de obras existirá un panel con la señalización de la obligación de utilizar los elementos de protección individual que se determinan en este plan de seguridad y salud.

- **Riesgo:** Riesgos por parte del personal no perteneciente a la obra

Normas de seguridad: Todas las visitas a la obra por personal externo que no efectúen trabajos en la obra, estarán acompañados en todo momento por personal de la obra, el cual podrá limitarles el acceso a algunas zonas en función de la peligrosidad de las mismas.

- **Riesgo:** Falta de formación a nivel de prevención de riesgo por parte del personal de la obra.

Normas de seguridad: Los trabajadores de la obra han recibido formación sobre la prevención de riesgos laborales, enfocada principalmente a la utilización de elementos de protección individual y normas de seguridad contempladas en este plan de seguridad y salud.

- **Riesgo:** Riesgos por trabajos en solitario.

Normas de seguridad: Es necesario que todas la tareas que impliquen el menos riesgo por trabajos en zonas peligrosas donde haya riesgo de caída a diferente nivel, atrapamientos en máquinas o exposición a productor químico, se realicen como primera medida de precaución, entre dos personas.

- **Riesgo:** varios riesgos por trabajos nocturnos en áreas exteriores.

Normas de seguridad: Es necesario que se garantice una iluminación general de las vías de circulación de 50 lux, y localizada de 200 lux a los lugares donde se realicen trabajos en horario en que no haya suficiente luz natural, o que no ofrezca un valor superior a los indicados.

- **Riesgo:** Golpes y cortes con herramientas manuales y máquinas-herramientas portátiles eléctricas

Normas de seguridad: Para minimizar el riesgo indicado, es necesario que en la utilización de herramientas manuales se tengan en cuenta los siguientes conceptos:

- Las herramientas deben ser de buena calidad (diseño y materiales).
- Se debe comprobar periódicamente el estado de las herramientas, en especial los mangos.
- Hay que realizar un mantenimiento preventivo.
- Está rigurosamente prohibido utilizar una herramienta para realizar un empleo por el que ha estado diseñada.
- Hay que guardar la herramienta a su lugar y transportarla de una forma adecuada (cinturón de herramientas, caja de herramientas, fundas, etc.)
- Hay que evitar hacer mucha fuerza a la hora de atornillar/destornillar previniendo que se pueda escapar la herramienta. (Es recomendable el uso de líquidos desengrasantes, lubricantes, ceras, etc., para evitar hacer una fuerza excesiva en las tareas de cortar, agujerear, encarrujar/destornillar etc.)

Siempre que se realice un empleo donde haya que utilizar herramientas manuales, y sea susceptible de producir golpes o cortes a brazos y manos, será obligatorio el uso de guantes.

Algunas de las herramientas más utilizadas son el destornillador, las alicatas, las llaves fijas, los martillos, los cinceles y las sierras, y para evitar riesgos con las mismas, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

Destornillador:

- Su espesura, anchura y forma deben ajustarse perfectamente a la cabezota de los visos. Una encajadura defectuosa estropea la cabezota y la punta del destornillador y se pueden producir accidentes.
- Hay que utilizarlo siempre haciendo fuerza vertical sobre el tornillo para evitar que resbale.
- La pieza sobre la cual se debe trabajar debe apoyarse sobre una superficie llana y firme y no sujetarla con las manos, sobre todo si es pequeña.

Alicates:

- Solo se utilizan para sujetar, doblar o cortar.
- Nunca se utilizarán para aflojar tornillos o para golpear objetos.

Llaves fijas:

- La llave debe quedar completamente abrazando o encajada al tornillo formando un ángulo recto con el eje del mismo.
- Se debe hacer la torsión girando hacia la persona que lo está utilizando, nunca empujando y teniendo especial atención a que los nudillos de los dedos no golpeen contra ningún objeto.

Martillos:

- Hay que asegurar que el cabo del martillo y el mango estén sólidamente unidos mediante su cuña. Está rigurosamente prohibido utilizar martillos que estén unidos con cuerdas o hilo de hierro.
- Hay que sujetar el martillo por el extremo y golpear con la cara del martillo paralelamente a la superficie que se golpea.
- Seleccionar un martillo de dimensiones y dureza adecuadas en función de la superficie que hay que golpear.

Cinceles:

- Los cortes de los cinceles deben estar afilados correctamente. Los cortes deben estar correctamente afilados con ingles de corte que van de 30 a 80 grados, según el material a trabajar. Materiales blandos como plomo, aluminio...30 grados , para chapas, pletinas,...60 grados y para materiales más duros 80 grados
- Con el fin de proteger otros operarios se instalarán pantallas.
- Se utilizarán protectores de goma para trabajar con estas herramientas, nunca se utilizarán con las manos directamente.
- Cuando se trabaje con estas herramientas hay que mirar el corte del cincel.
- No utilizarlos nunca como palancas, destornilladores o llaves.
- Periódicamente se deben limpiar las rebabas existente en las herramientas de percusión (cortafríos, cinceles,barrenas/brocas...)
- No utilizar cinceles con deformaciones en su cabeza
- No utilizar cinceles con las cabezas y bocas de ataque mal templadas.
- Utilizar un cincel con la medida adaptada al trabajo/trabajo que se realice.
- Fijas la pieza sobre la que se trabaje firmemente.
- Se deben utilizar gafas protectoras y guantes de protección-

Sierras:

- Hay que transportarlas y guardarlas siempre con fundas de protección.
- Antes de empezar a trabajar hay que fijar firmemente la pieza de trabajo para evitar que se mueva.
- La herramienta es necesario que esta inclinada para empezar a serrar y los primeros cortes deben ser poniendo tirante la herramienta detrás, nunca empujando, para facilitar la grieta que actuará como guía de la sierra.

Respecto a las máquinas-herramientas portátiles eléctricas, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- No limpiar la herramienta con la máquina de funcionamiento ni con la mano
- No realizar mucha fuerza cuando la herramienta está trabajando.
- Cortar, agujerear,...siempre con la máquina en marcha.
- Si la pieza al trabajar se mueve, hay que fijarla con una prensa...
- Deberá tener conexión para toma de tierra o se de doble aislamiento.

- Se retirará cualquier máquina donde se observen deficiencias en los conductores o en la carcasa.
- Si se trabaja en lugares húmedos se utilizarán las herramientas adecuadas alimentadas a 24 Voltios mediante un transformados de muy baja tensión de seguridad o alimentarlas mediante un transformados de separación de circuitos. Siempre el transformador de encontrará fuera de la zona de trabajo.
- Si se utilizan alargadores, hay que asegurarse de que sea adecuado por el tipo de herramienta que se utiliza.
- Hay que revisar periódicamente el estado de las herramientas.
- Cuando se finalice la tarea es necesario que se guarde la herramienta en su lugar.
- **Riesgo:** atrapamiento y otros riesgos en máquinas

Normas de seguridad: Hay que mantener los sistemas de protección según el proyecto original de la máquina.

No se pueden anular los sistemas de seguridad de apertura de puertas, enclaves, detectores,...

En caso de que se precise hacer una modificación, se debe plantear un sistema que de un nivel de seguridad equivalente, y que cuente con la aprobación del fabricante.

Las máquinas siempre se utilizarán y se mantendrán según las especificaciones establecida por el fabricante. En este sentido siempre se debe disponer del manual de funcionamiento de las mismas.

- **Riesgo:** Riesgos eléctricos por deficiencias en el cuadro de entrada

Normas de seguridad:

- Dispondrá de protección contra los contactos indirectos mediante diferencial de sensibilización mínima de 30 mA.
- Para alumbrado y herramientas eléctricas de doble aislamiento su sensibilidad será necesario que sea de 30 mA-
- Dispondrá de protección contra los contactos directos para que no existan partes en tensión al descubierto (bornes de conexión, tornillos de conexión, terminales automáticos...)
- Dispondrá de interruptores de corte magnetotérmicos para cada uno de los circuitos independientes. Los de los aparatos de elevación deberán ser de corte omnipolar (cortarán todos los conductores, incluido el neutro)
- Irá conectado a tierra (resistencia máxima 35 Ω). Al inicio de la obra se realizará una conexión a tierra provisional que deberá estar conectada al anillo de tierra, en seguida después de realizados los cimientos.
- Estará protegido de la intemperie.
- Es recomendable el uso de llave especial para su apertura

- Se señalizará con señal normalizada de advertencias de riesgo eléctrico (de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo)
- **Riesgo:** Incendio, explosión o deflagración a la obra

Medidas de seguridad: La acumulación de varios materiales en las diferentes fases de la obra y la cantidad de industriales trabajando simultáneamente haciendo diversas tareas, puede provocar un incendio una explosión o una deflagración según el caso.

Para evitar el riesgo indicado hay que mantener la obra en correcto estado de orden y limpieza, almacenando correctamente todos los materiales y en especial los inflamables.

También hay que tomar una serie de medidas preventivas consistentes en:

- Coordinación de actividades si hace falta hacer algún proceso que implique la formación de llamas o chispazos.
 - Prohibición rigurosa de fuma en la zona donde esté prohibido por la ley del tabaco y sobre todo en zonas donde se aplique material inflamable
 - Otros en función del riesgo
 -
- **Riesgo:** Riesgos asociados a la falta de la figura del “recurso preventivo” a la obra.

Normas de seguridad: Teniendo en cuenta la reforma del marco normativo en prevención de riesgos laborales del mes de julio de 2003, siempre que se mantenga la situación de riesgo de caída a diferente nivel, se debe disponer de la figura del “Recurso Preventivo” a la obra, para controlar en todo momento las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores.

En este sentido, es necesario que la empresa determine que persona será la encargada/ designada para llevar a cabo este control de la obra.

Esta persona encargada/designada, con una formación de nivel básico, tendrá la potestad de aplicar las medidas correctoras más convenientes en función del riesgo detectado.

Es necesario que esta formación se corresponda con el temario oficial del Real Decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (50 horas) ampliándolo (10 horas) con los contenidos formativos del VI Convenio General del Sector de la Construcción 2007-2011, y con el Real Decreto 1109/2007, que desarrolla la ley de 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

- **Riesgo:** Varios riesgos en la reparación de máquinas

Normas de seguridad: Es necesario que todas las reparaciones de las máquinas se hagan con todas las energías (electricidad, gas, aire comprimido, fluido hidráulico...) desconectadas y/o descargados.

Cuando sea preciso verificar el funcionamiento o ajustamiento de la máquina, se pondrá en marcha pero no se manipulará hasta que vuelva a estar en condiciones de manipularla con seguridad.

- **Riesgo:** Varios riesgos por la manipulación en las máquinas

Normas de seguridad: Los operarios no están autorizados a manipular las máquinas cuando tengan algún problema que se escape de los habituales.

Cuando para hacer arreglar la máquina haya que abrir cualquier tapa o introducir las manos en zonas de atrapamiento, será necesario que lo haga el equipo de mantenimiento.

Habrán que dar instrucciones al respecto a la totalidad de los operarios.

- **Riesgo:** Atrapamiento en las máquinas

Normas de seguridad: Hay que impartir a la totalidad de los operarios de la obra, formación para comprobar la seguridad a todas las máquinas antes de empezar el trabajo diario.

- **Riesgo:** Atrapamiento cuando se está reparando las máquinas

Normas de seguridad: La normativa de equipos de trabajo, Real Decreto 1215/1997, indica que todas las zonas de atrapamiento de las máquinas deben estar protegidas, ser inaccesibles o bien disponer de un sistema que detecte el acceso de una parte del cuerpo a una zona peligrosa y detenga el funcionamiento de una máquina inmediatamente.

Dado que eso no es posible cumplirlo en operaciones de mantenimiento, para asegurar la no puesta en marcha de la máquina cuando esta se está reparando, es necesario que encima de la zona de accionamiento, se coloque un cartel que indique que hay operarios trabajando.

5.8.4.2 Instalación eléctrica

A) Descripción de los trabajos.

Se trata de realizar la instalación eléctrica de acuerdo con las especificaciones del proyecto de ejecución de la obra.

- Colocación de las tierras de la instalación eléctrica a los cimientos de la obra.
- Instalación del cuadro provisional de obras para el material portátil.
- Cuando la obra se encuentra en fase de construcción, se indica al paleta por donde pasarán los tubos de los cables eléctricos de manera que este deje o haga las aperturas que sean necesarias.
- Una vez la obra se encuentra en una fase avanzada, el constructor avisa a la empresa para que proceda a la realización de la instalación eléctrica.
- Los operarios realizan las operaciones de poner los tubos para los cables eléctricos, pasar el cable eléctrico e instalar el cuadro eléctrico, protecciones

magnetotérmicas y diferenciales. Los focos de luz acostumbran a colocarse posteriormente.

- El conexionado con el tendido eléctrico se realiza una vez se ha finalizado la obra.

B) Riesgos más frecuentes, normas de seguridad y sistemas de protección.

Se tendrán en cuenta los riesgos indicados en la anterior fase del presente plan de seguridad y salud.

- **Riesgo:** Electrocutación por contactos eléctricos directos e indirectos

Normas de seguridad: Los trabajos se efectuarán siempre en ausencia de tensión.

El corte efectivo de la tensión se hará aplicando el procedimiento de las “5 reglas de oro”

- Corte efectivo y visible de la tensión
- Comprobación de la ausencia de tensión
- Enclave de los comandos
- Colocación de la red de tierras y en cortocircuito
- Señalización y delimitación de la zona de trabajo.

Se formarán a los operarios en este concepto.

- **Riesgo:** Riesgos asociados a la utilización de lámparas eléctricas portátiles.

Normas de seguridad: Las características que deben cumplir las lámparas eléctricas portátiles está regulado por las Normas UNE 20-417 y UNE 20-419. En su utilización, hay que seguir las siguientes recomendaciones y medidas de seguridad:

- Las lámparas deberá ir previstas de una reja de protección para los golpes, una tapa o protección estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua y un mango aislado que evite el riesgo de choque eléctrico.
- En locales secos y húmedos, a una tensión no superior a 220 V, se utilizarán lámparas portátiles de clase II o de doble aislamiento.
- En locales mojados o sobre superficies conductoras, a una tensión no superior a 24 V, se utilizarán lámparas portátiles de clase II o doble aislamiento, alimentados mediante transformadores de separación o circuitos que se colocarán en el exterior de estos lugares.
- Los conductores de alimentación de lámparas serán de tipo flexible, de aislamiento reforzado, de 440 V de tensión nominal como mínimo.

- **Riesgo:** Riesgo de contactos eléctricos directos e indirectos

Normas de seguridad: Para la realización de tareas que impliquen la utilización de herramientas eléctricas en locales mojados o húmedos, es necesario que se utilicen equipos de luz portátiles alimentados a bajas tensiones de seguridad (24V) y es

conveniente que las herramientas eléctricas portátiles estén alimentadas por un circuito con un elemento separador (220 V/220 V)

- **Riesgo:** Varios riesgos en la manipulación de la máquina de doblar tubos de plástico

Normas de seguridad: Es las operaciones donde se trabaje con elementos o zonas a temperatura elevada, habrá que usar guantes que ofrezcan una protección térmica adecuada a la temperatura del tipo de trabajo que se esté realizando.

- **Riesgo:** Riesgos en trabajos eléctricos.

Normas de seguridad: Los trabajos en instalaciones eléctricas deben realizarse con ausencia de tensión y solo en casos excepcionales se permitirá trabajar con tensión.

Para trabajar sin tensión deberán cumplirse las siguientes NORMAS DE SEGURIDAD:

- Aislar de cualquiera posible fuente de alimentación la parte de la instalación en la que se va a trabajar, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.
Se recomienda que los aparatos de seccionamiento sean de corte visible, con el objetivo de que pueda apreciarse visualmente que se han abierto todos los contactos.
 - Bloquear en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento, colocando en su comando un rótulo con la prohibición de manipularlo.
El rótulo o cartel será de material aislante, normalizado, y llevará una zona blanca donde pueda escribirse el nombre de la persona que realiza los trabajos.
 - Comprobar, mediante un verificador, la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, neutro, los dos extremos de los fusibles, etc.)
Los comprobadores de tensión estarán dotados de puntas de prueba aisladas, excepto en sus extremos en la longitud más pequeña, para evitar cortocircuitos en las medidas.
 - No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existen personas trabajando.
La señalización solamente será retirada por el operario que la colocó, la cual llevará su nombre.
- **Riesgo:** riesgo de formación de arcos eléctricos por cortocircuitos en trabajos en tensión.

Normas de seguridad: Generalmente, de una corriente eléctrica elevada (cortocircuito) en los conductores eléctricos se logran elevadas temperaturas que pueden derivar a la formación de arcos eléctricos, con temperaturas de hasta los 4000º C.

El arco eléctrico produce radiaciones ultravioletadas, infrarrojas y visibles. Eso confirma la necesidad de utilizar gafas de protección sin pérdidas de visión, con objeto de absorber las radiaciones y proteger a los ojos contra las posibles salpicaduras de partículas metálicas que al fundirse se proyecta violentamente.

Así mismo, es obligatoria la utilización de guantes de cuero para la protección de las manos, ya que al producirse el cortocircuito, el guante actúa de pantalla absorbiendo parte del calor, dado que la duración del arco no sobrepasa el segundo. El guante aislante actuará, por lo tanto, de barrera entre el foco de calor y las manos.

La ropa de trabajo de los electricistas será resistente al calor, de manera que la temperatura del arco accidental no la inflame, aumentando las lesiones. Se recomienda el uso de ropa de algodón o de fibras artificiales resistentes al fuego.

Las comprobaciones de tensión en caso de avería, reparación, etc., serán consideradas como un trabajo con tensión, por el que será necesario la utilización de los equipos de protección descritos.

- **Riesgo:** Riesgo de pisotones sobre objetos, caídas al mismo nivel y electrocuciones.

Normas de seguridad: La presencia de restos de materiales, cables y tubos en el suelo conlleva el riesgo mencionado.

Hay que evitar al máximo la presencia de todos estos materiales, impidiendo su acumulación por la zona de trabajo.

Para hacerlo, habrá que recoger todo el material y herramientas que no deban ser utilizados.

También es necesario que todo el personal utilice bitas de seguridad certificadas con puntera reforzada, para proteger a los pies de las caídas pisotones de materiales.

Así mismo, se evitará al máximo la presencia de cables por el medio de las zonas de tránsito.

Si es necesario la utilización de corriente eléctrica, los cables que realizan la conducción desde el generador, se situarán en el más próximo posible a las paredes y/o columnas de la zona, evitando los desnudos y fijándolos al suelo mediante cinta adhesiva, evitando que se levanten y sean causa de tropezones.

- **Riesgo:** Quemaduras y proyecciones de material por cortocircuito.

Normas de seguridad

En el proceso de montaje de cuadros eléctricos o modificaciones de los mismos, puede suceder que se realicen conexiones que puedan ocasionar a cortocircuitos.

En este sentido, hay que asegurar que las conexiones se han hecho correctamente antes de someter el cuadro eléctrico o automatismo a tensión.

Es necesario que la primera conexión y el máximo número de pruebas, se hagan a una distancia prudencial del posible foco de cortocircuito.

Cuando se supere la fase de pruebas iniciales, se procederá a hacer las comprobaciones que carezcan.

Como medida preventiva, cuando sea preciso operar sobre un cuadro nuevo con tensión, es necesario que los operarios se protejan con pantalla facial apta por radiación infrarroja y ultravioletada, para evitar desprendimiento de retina por exposición a iluminaciones intensas y proyecciones de material, y al mismo tiempo, por protección frente la proyección de materiales.

Este riesgo es de especial importancia en personas afectadas por Daltonismo (incapacidad para percibir los colores de forma normal), ya que puede haber un error en las conexiones.

Si se detecta algún trabajador con esta enfermedad hereditaria, hay que ponerse en contacto con el servicio médico encargado de la vigilancia de la salud de la empresa para que determine las actuaciones a realizar.

- **Riesgo:** Sobreesfuerzos en las operaciones para pasar y estirar cables.

Normas de seguridad: Se recomienda que la tarea se realice utilizando elementos de elevación auxiliar siempre que sea posible.

Cuando se realice manualmente, es necesario que la tarea se realice siempre entre dos personas, cuando la entidad (peso) del cable lo requiera.

Hay que proporcionar formación a los trabajadores sobre posturas correctas de trabajo y manipulación de pesos.

- **Riesgo:** Riesgos asociados a la ropa de trabajo y a las joyas.

Normas de seguridad: Para evitar riesgos de atrapamientos o enganches con máquinas, entre otros, es necesario que los trabajadores lleven la ropa de trabajo ajustada a las muñecas, así como abrochados todos los botones y que la ropa se ajuste al cuerpo.

Se recomienda evitar llevar anillos, relojes, cadenas,...

- **Riesgo:** Golpes y cortes con objetos cortantes tipo cúter / cuchillo.

Normas de seguridad: Se recomienda formar al personal sobre la forma correcta de manipular las herramientas cortantes, haciendo que la zona de corte sea la mínima posible.

En caso de que se utilicen cúteres, se recomienda hacer servir los que disponen de miga de seguridad retráctil.

Para pelar cables, se utilizará el pelacables y se evitará el uso de cuchillos y cúteres.

5.8.4.3 Instalación sanitaria de ACS, sistema de climatización (calefacción/aire acondicionado)

A). Descripción de los trabajos.

La tarea consiste en la colocación y montaje de un conjunto de aparatos, conducciones, accesorios, etc. para proporcionar los servicios de agua y otros indicados. Los trabajos se inician con la descarga del material que se utilizará, y posteriormente, se hacen las medidas correspondientes, se cortan los tubos según la medida que se necesiten, se sueldan las juntas, se realizan los agujeros para clavar los tubos, etc.

B) Riesgos más frecuentes, normas de seguridad y sistemas de protección.

Se tendrán en cuenta los riesgos indicados en las fases anteriores del presente plan de seguridad y salud.

- **Riesgo:** Varios riesgos en los procesos de soldadura por arco.

Normas de seguridad: El tipo de soldadura que se realiza es con electrodo, por lo tanto, hay que tener en cuenta las siguientes premisas:

- Los equipos se deben desconectar de la red antes de transportar, limpiar o reparar.
- Es necesario que se realice una revisión periódica del estado de los cables del equipo.
- Utilizar herramientas eléctricas con aislamiento protector o mejor con doble aislamiento.
- Está totalmente prohibido marcharse y dejar el equipo en funcionamiento.
- Los cables no deben atravesar una vía de tránsito sin estar protegidos mediante apoyos de paso resistentes a la compresión.
- Si se trabaja en el lado de soldadores, es necesario que el trabajador utilice gafas de seguridad.
- Cuando se saque la escoria o se cepille la soldadura, el operario deberá llevar gafas de seguridad.
- Si se suelda sobre elementos metálicos, es necesario llevar calzado de seguridad aislante.

- En operaciones de soldadura a diferente altura, a donde sea necesario utilizar el arnés de seguridad, este deberá estar debidamente protegido para evitar que se quemé.
- Hay que hacer una revisión periódica y un mantenimiento preventivo de los elementos de los equipos de soldadura y de los sistemas de seguridad asociados (equipo de soldar, pinza, etc.).
- **Riesgo:** Varios riesgos en los procesos de soldadura por gas

Normas de seguridad: La soldadura por oxiacetilénica utiliza llama producida por combustión de gas, hecho que conlleva una serie de riesgos que se deben considerar y prevenir.

En la soldadura en continuo también se utilizan botellones de gas.

- **Riesgo:** explosión en la manipulación de botellones de gas.

Normas de seguridad: El transporte de botellones puede dar lugar, sobre todo si están estirados, a una separación de los componentes del interior de los botellones de acetileno.

Concretamente, la acetona utilizada como reductor del riesgo, mezclada con el acetileno, puede acumularse cerca de la válvula y salir en fase líquida al abrirla.

Si es da este hecho, hay que cerrar de nuevo la válvula y esperar 30 minutos antes de volver a utilizar la botella, comprobare de vez en cuando que no aumenta la temperatura de la botella, si esto ocurriera, hay que llevarla de inmediato a un lugar donde se pueda colocar una manguera para suministrar agua constantemente encima de la misma y se avisará a la empresa suministradora.

Otros aspectos que hay que tener en cuenta son los siguientes:

Para encender el soplete se procederá de la siguiente forma:

- Abrir ligeramente la válvula de regulación del oxígeno.
- Abrir la válvula de regulación del combustible.
- Encender la mezcla.
- Regular la llama, accionando las válvulas del oxígeno y el combustible, según las necesidades de trabajo.

Para apagar el soplete se procederá de la siguiente forma:

- Cerrar la válvula de regulación del combustible.
- Cerrar la válvula de regulación del oxígeno.
- **Riesgo:** Riesgos asociados en la instalación de equipos.

Normas de seguridad: Es necesario que todas las instalaciones de equipos (aire acondicionado, calderas...) se realicen mediante los manuales facilitados por los fabricantes.

Así mismo, hay que disponer del carnet de instalador autorizado que demuestra los conocimientos teórico- prácticos de la profesión y las disposiciones, normas e instrucciones reglamentarias que regulan las actividades que se realizan.

- **Riesgo:** contacto con productos nocivos en diferentes operaciones.

Normas de seguridad: En todos los casos que se deban manipular productos químicos, corrosivos, nocivos e irritantes, habrá que utilizar guantes y gafas de seguridad. Los guantes aptos para limpiar calderas y filtros de gasóleo son los de nitrilo.

Habrá que recordar a los trabajadores la necesidad de utilizar los equipos de protección individual que se hay proporcionado, de acuerdo con el compromiso que deberán haber adquirido de acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Es necesario que haya constancia para escrito de la entrega de los elementos de protección individual a los trabajadores.

- **Riesgo:** Inhalación de productos nocivos en diferentes operaciones.

Normas de seguridad: Hay que utilizar mascarilla con filtro adecuado por gases y vapores, para evitar la inhalación de productos nocivos por la salud.

También en la operación de calentar y unir tubos de PVC, habrá que utilizar la indicada mascarilla.

Habrá que recordar a los trabajadores la necesidad de utilizar los equipos de protección individual que se haya proporcionado, de acuerdo con el compromiso que deberán haber adquirido de acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Es necesario que haya constancia para escrito de la entrega de los elementos de protección individual a los trabajadores.

- **Riesgo:** Riesgo de inhalación de gases tóxicos y proyecciones de corrosivos al desatascar desagües.

Normas de seguridad: Hay que utilizar el ácido clorhídrico y la lejía con precaución, ya que combinados pueden generar cloro, producto altamente tóxico e irritante. Será necesario, pues, separar estos dos productos para eliminar el riesgo indicado, y en ningún caso utilizarlos juntos en trabajos de desatascar desagües.

También hay que leer la información contenida en las hojas de seguridad de los productos químicos utilizados en estas operaciones. Se formará a los trabajadores en este aspecto.

- **Riesgo :** Quemaduras y salpicaduras a los ojos por contacto con agua caliente, vapor o aceite térmico.

Normas de seguridad: En previsión de fugas a las tuberías, válvulas, etc., cuando se realicen instalaciones de aguacaliente, vapor o aceite térmico, se recomienda hacer una revisión a fondo de toda la instalación comprobando soldaduras, uniones, juntas, etc.

Si se prevé que puedan haber salpicaduras con agua caliente, vapor o aceite, habrá que utilizar pantalla facial de protección.

Cuando se realicen pruebas, se tendrá en cuenta este factor y no se tocarán los tubos y otros puntos a alta temperatura.

Se dejará la instalación de tal forma que no haya riesgos de contactos térmicos a las tuberías.

- **Riesgo:** Riesgos asociados a la utilización de disolventes.

Normas de seguridad: En las operaciones de limpieza de las piezas con disolvente, producto inflamable, está totalmente prohibido que el operario fume o que encienda llamas.

Dado que los disolventes son productos que pueden entrar en contacto con el trabajador por inhalación, contacto con la piel e ingestión, es necesario que se tenga en cuenta las siguientes premisas:

- Es necesario que antes de comer o beber el trabajador se lave las manos.
- Utilización de guantes y máscaras aptas por el disolvente en concreto.
- Que haya una buena ventilación a la zona.

- **Riesgo:** Contactos eléctricos indirectos en la red de agua.

Normas de seguridad: Este riesgo se da cuando en los trabajos de lampistería no se tiene en cuenta la puesta a tierra de toda la red de agua, en trabajos de sustitución de canalizaciones de plomo, cobre o hierro en antiguas viviendas.

Para evitar el riesgo indicado, hay que seguir las siguientes indicaciones:

- Utilizar materiales sintéticos no conductores que paren la continuidad eléctrica.
- Colocar un cable eléctrico (mínimo 16mm²) con pinzas de cocodrilo a cada extremo, para mantener la continuidad del recorrido eléctrico, cuando se hacen cortes a las canalizaciones, hay sospechas que puede haber derivaciones al suelo.

En todos los casos hay que aplicar el Real Decreto 614/2001, sobre las disposiciones mínimas por la protección de la salud y seguridad de los trabajadores ante el riesgo eléctrico. Así, en caso de detectar que la instalación de la vivienda presenta un estado que transmite la corriente al tocarla, habrá que finalizar el trabajo después de retirar la corriente eléctrica y se comunicará este hecho al usuario.

- **Riesgo:** Varios riesgos en la manipulación de la máquina de doblar tubos y en operaciones desoldadura en caliente.

Normas de seguridad: En las operaciones donde se trabaje con elementos que puedan producir golpes o cortes ozonas con temperatura elevada, como por ejemplo la máquina de doblar tubos de plástico o lasoldadura de tubos de plástico en caliente, para evitar el riesgo de quemaduras, se utilizaraguantes que ofrezcan una protección contra cortes o térmica adecuada a latemperatura del tipo de trabajo que se esté realizando.

- **Riesgo:** Presencia de recipientes a presión (sprays) en zonas con elementos calefactores o enmovimiento.

Normas de seguridad:

Es necesario que se determine un lugar para guardar los aditivos en sprays, alejado de zonas calefactores y/o que tengan un movimiento que puedan provocar aumentos de temperatura, deformaciones o golpes sobre el envase.

Es necesario que los operarios reciban formación conveniente sobre los riesgos concretos de estos elementos.

- **Riesgo:** Riesgo de incendio en toda la zona.

Normas de seguridad: Dadas las especiales características de actividad en estas zonas (utilización de aceites, lubricantes, productos químicos, etc.), la cantidad de material acumulado, etc., hay que tomar una serie de medidas preventivas consistentes en:

- Prohibición rigurosa de fumar en la zona.
- Prohibición de hacer ningún proceso que implique a la formación de llamas o chispazos.
- Establecimiento de permisos de llama.

Habrá que señalar todas estas instrucciones.

- **Riesgo:** Posturas incorrectas durante la ejecución de los trabajos.

Normas de seguridad: En ocasiones, la realización de la tarea implica a la adopción de posturas forzadas: de rodillas, agachadas, en espacios reducidos, etc. En este sentido, hay que tener en cuenta el siguiente:

- Proporcionar formación a los trabajadores sobre prevención de lesiones debido asobreesfuerzos y posturas forzadas.
- Dejar la zona de trabajo libre de obstáculos.
- Cambiar la postura frecuentemente.
- Proporcionar rodilleras.

- **Riesgo:** Riesgos asociados a la utilización de herramientas eléctricas (destornilladores, etc.).

Normas de seguridad: En el uso de estas herramientas, hay que tener en cuenta una serie de recomendaciones:

- Comprobar que el dispositivo de reversibilidad está en posición correcta de giro antes de embocar la pieza.
- En el collar las piezas con la herramienta, hay que comprobar que el par de presión de lamáquina se corresponde con el de la pieza, ya que si este es superior, la reacción del par se transmitirá en forma de torsión de la máquina al manipularla.
- Si es preciso cambiar el útil de la herramienta, habrá que hacerlo con la máquina parada y desenchufada.

5.8.5 Elementos de protección individual necesarios en diferentes fases de la obra.

Para cada trabajador:

- Casco de seguridad
- Gafas contra proyección de partículas
- Guantes para riesgos mecánicos
- Calzado de seguridad con puntera metálica
- Arnés anticaída
- Cinturón para llevar herramientas
- Armilla reflectante

En la zona de la obra:

- Tapones auditivos certificados
- Mascaras P2 de uso diario

Para trabajos eléctricos:

- Guantes dieléctricos
- Banqueta aislante
- Pantalla facial inactiva
- Zapatos de seguridad aislantes
- Ropa de trabajo de algodón o fibras sintéticas

5.8.6 Elementos de protección colectiva

Señalización:

- Señales de obra:
 - Obligatorio el uso del casco de seguridad
 - Obligatorio el uso de calzado de seguridad
 - Prohibido el paso a personas ajenas a la obra
- Señales de seguridad:
 - Primeros auxilios

- Riesgo eléctrico
- Riesgo de incendio

Iluminación:

- 2 lámparas de señalización destellantes con alimentación por baterías
- 1 tramo de 10 metro de guirnaldas de iluminación para balizamiento

Cerramientos:

- Rollos de hilado de cerramiento naranja
- Puntales de punta protegida de 1,4 m de altura
- Rollos de cinta plástica fluorescente
- Vallas de tipo Rivisa
- Vallas de tipo desmontable

Protección contra incendios:

- Extintores de polvo de 6 kg de carga situados en la zona de equipos

5.8.7 Recurso preventivo

Para coordinar todas las tareas contenidas en el presente plan, así como para coordinar la actividad empresarial del conjunto de subcontratados, se dispondrá de un Recurso Preventivo, que dedicará una parte de su tiempo a realizar la tarea preventiva aquí encomendada. El resto del tiempo estará en la obra realizando otras tareas que le puedan ser encargadas, teniendo en cuenta que no son su tarea principal.

Las funciones a desarrollar por la habilidad, con carácter exclusivo para este centro de trabajo, son vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud de la obra y comprobar la eficacia de éstas. Asimismo, deberá permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia:

Quando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollen sucesiva y simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

Quando se desarrollen actividades o procesos que Reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales, de acuerdo con el Anexo II del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción:

1. Trabajos con riesgo especialmente grave de enterramiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados o el entorno del puesto de trabajo.

2. Trabajos en los que la exposición a agentes químicos biológicos supongan un riesgo de especial gravedad o por los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.
3. Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes por los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.
4. Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de Alta Tensión.
5. Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.
6. Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.
7. Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.
8. Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.
9. Trabajos que impliquen el uso de explosivos.
10. Trabajos que requieren montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

Además, hay que tener en cuenta también la Aplicación del Real Decreto 604/2006.

5.8.8 Vigilancia de la salud

Todos los trabajadores habrán realizado el reconocimiento médico preventivo laboral periódico, de acuerdo con el artículo 22 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

5.8.9 Información y formación de los trabajadores

Todos los trabajadores de la obra habrán realizado un curso inicial de información y formación sobre la prevención de riesgos laborales en el puesto de trabajo de la construcción, de acuerdo con el artículo 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y de acuerdo con el IV Convenio General del Sector de la Construcción 2007-2011 y / o con el Acuerdo Estatal del Sector del Metal, (en función del convenio al que pertenezca la empresa): primer Ciclo de Formación y / o Aula Permanente, continuando esta formación en módulos específicos en función de la actividad del trabajador: Segundo Ciclo de Formación: contenidos formativo en función del puesto de trabajo o por oficios.

5.8.10 Prevención de emergencias

- Se dispondrá de extintores de incendios en la zona de obras
- Se dispondrá de botiquín (dentro de la caseta y/o vehículo de empresa)
- Se dispondrá de teléfono móvil

5.8.11 Teléfonos de los servicios de emergencia

Emergencias	112
Ambulancias	061
Bomberos	085

Policía 091

Estos teléfonos tendrán que estar colgados de forma visible en la obra

5.8.12 Coordinación de actividades empresariales

En cumplimiento de lo indicado en el Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por lo que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de Coordinación de Actividades empresariales, previamente al inicio de los trabajos y de forma periódica, será obligatorio la asistencia a reuniones de coordinación, presididas por los responsables de prevención de cada una de las empresas presentes en la obra.

- Hoja de acta de reunión entre los diferentes industriales presentes en la obra
- Hoja de adhesión al plan de seguridad y salud
- Documento justificativo de información a los trabajadores
- Ficha del libro de subcontratación

5.8.13 Establecimiento de medidas de emergencia

Actuación general:


- Avisar lo más rápido posible a los servicios de emergencia
- No ponga nunca en peligro su integridad física
- Hágase ver por los quipos de emergencia
- Si el ambiente se llena de humo, agáchese y vaya a gatas hasta encontrar un salida
- Si se le enciende la ropa, ruede sobre usted mismo, no corra.
- No mueva a una persona accidentada si no hay peligro mayor para su integridad.


Se seguirán las instrucciones siguientes:


- Aléjese de la zona de peligro
- Comunique la situación a los compañeros de trabajo y al responsable indicándole el tipo de emergencia, el lugar donde sucede y las consecuencias hasta el momento.
- Permanezca en estado de alerta, sin moverse del sitio, para dar cumplimiento a las instrucciones del Jefe de Obra, ya sea avisando a otros servicios de emergencia o realizando otras comunicaciones.
- Mantenga libre en todo momento las líneas telefónicas, facilitando las comunicaciones por teléfono utilizado en la emergencia.



6 PLANOS

Plano1

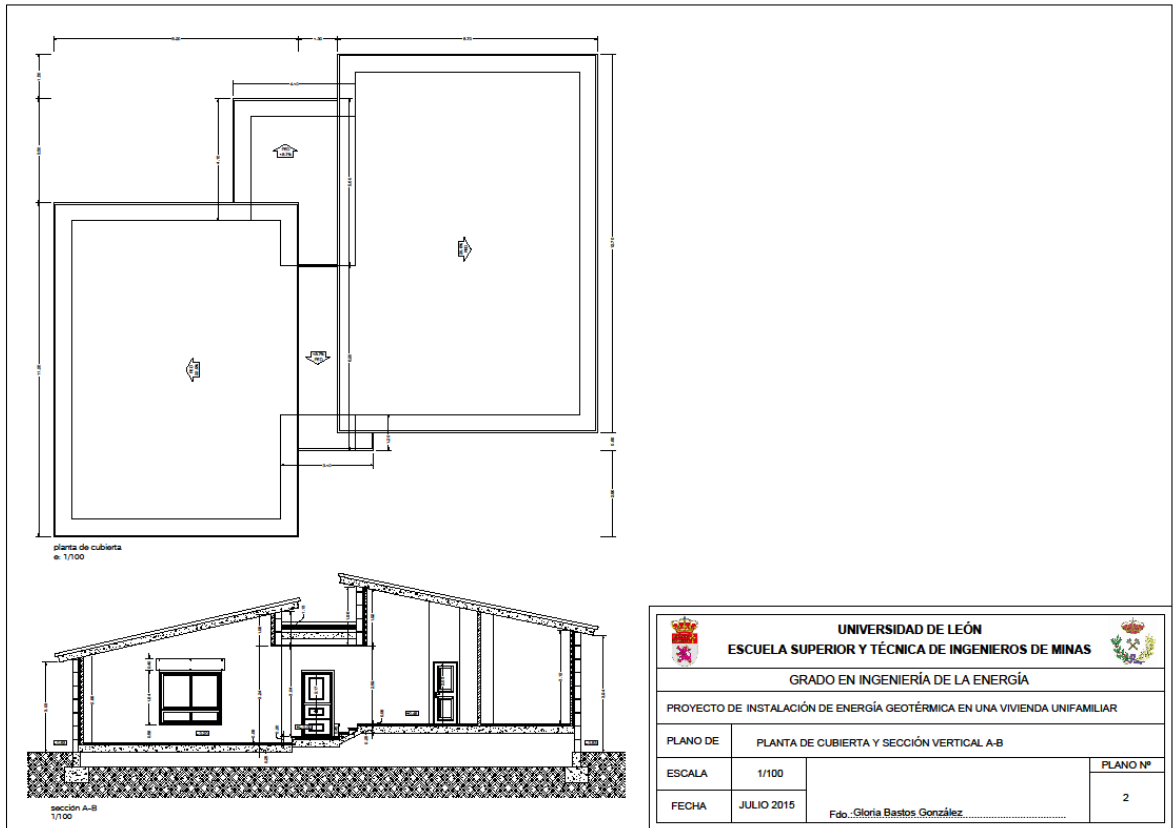








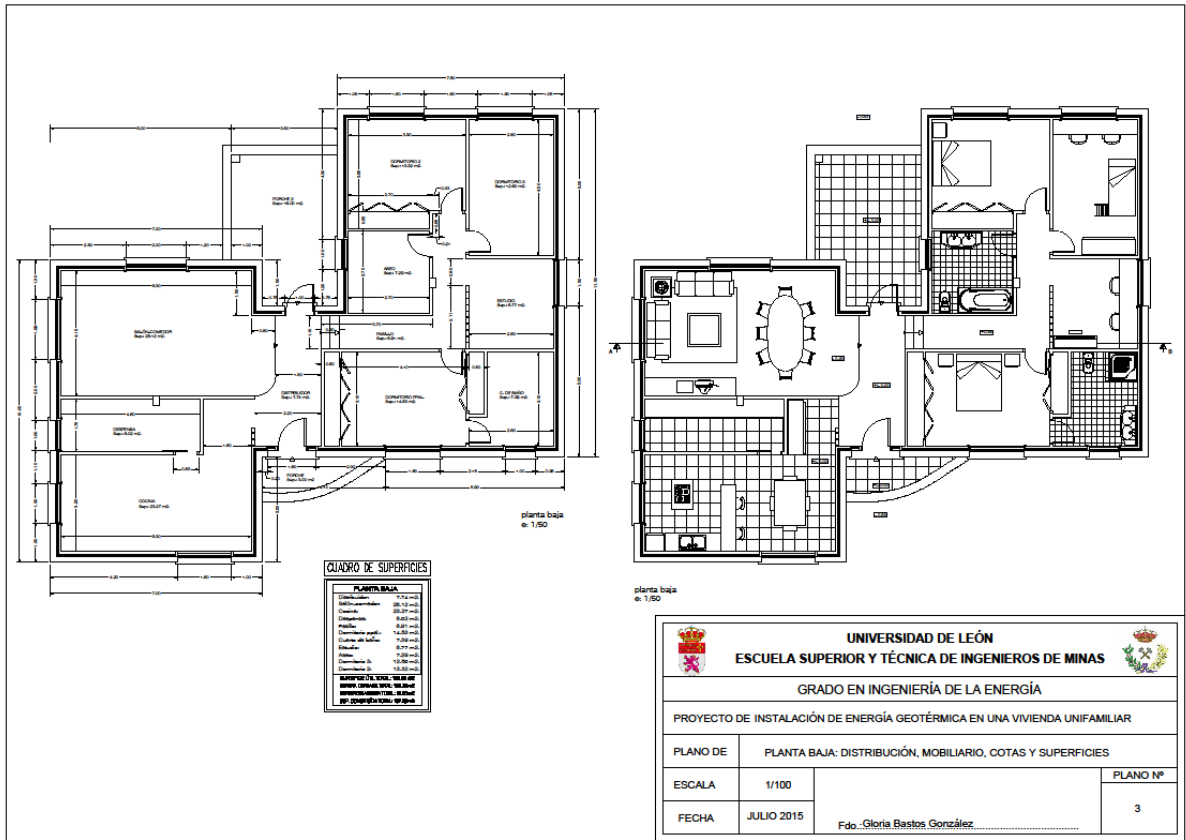
 UNIVERSIDAD DE LEÓN 			
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA			
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
PLANO DE	LOCALIZACIÓN		
ESCALA	S/E		PLANO Nº
FECHA	JULIO 2015	Fdo.: Gloria Bastos González	1

Plano 2

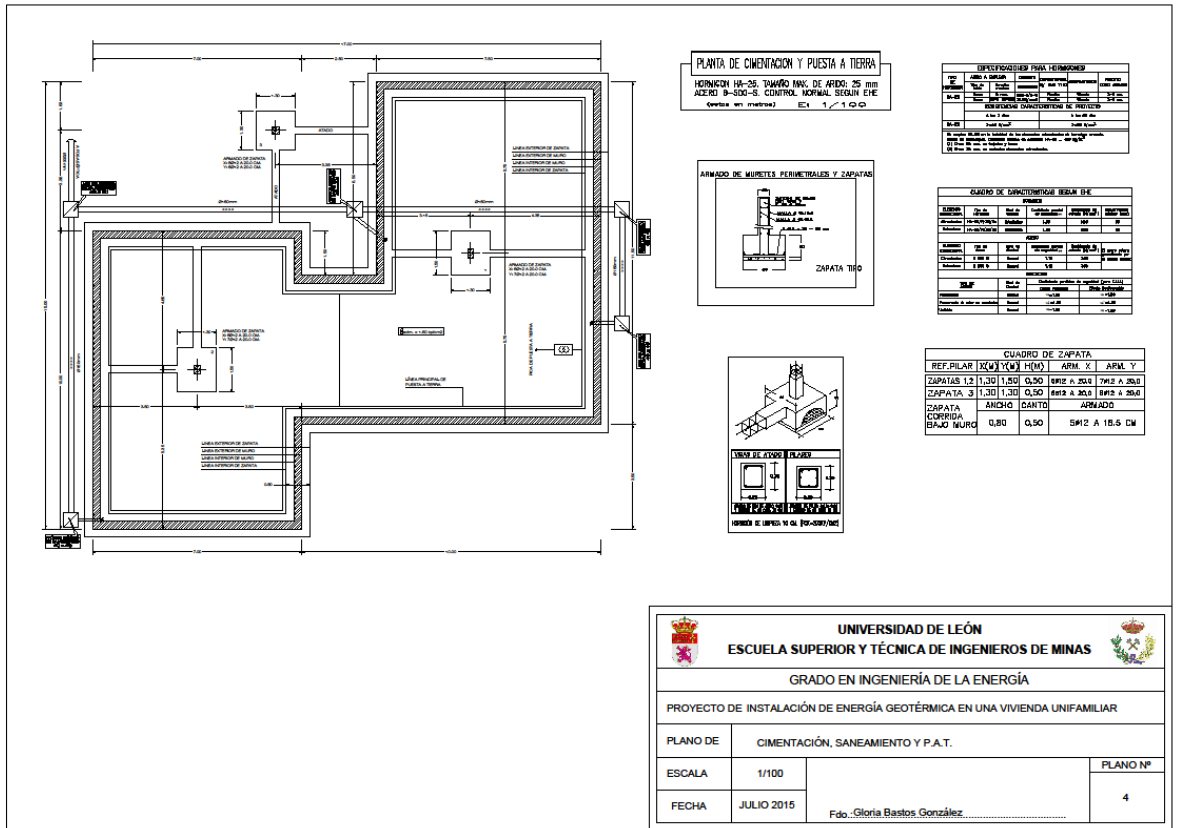


 UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS 	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR	
PLANO DE	PLANTA DE CUBIERTA Y SECCIÓN VERTICAL A-B
ESCALA	1/100
FECHA	JULIO 2015
Fdo. <u>Gloria Bastos González</u>	
PLANO Nº 2	

Plano 3



Plano 4




Plano 5

alzado posterior
e: 1/100

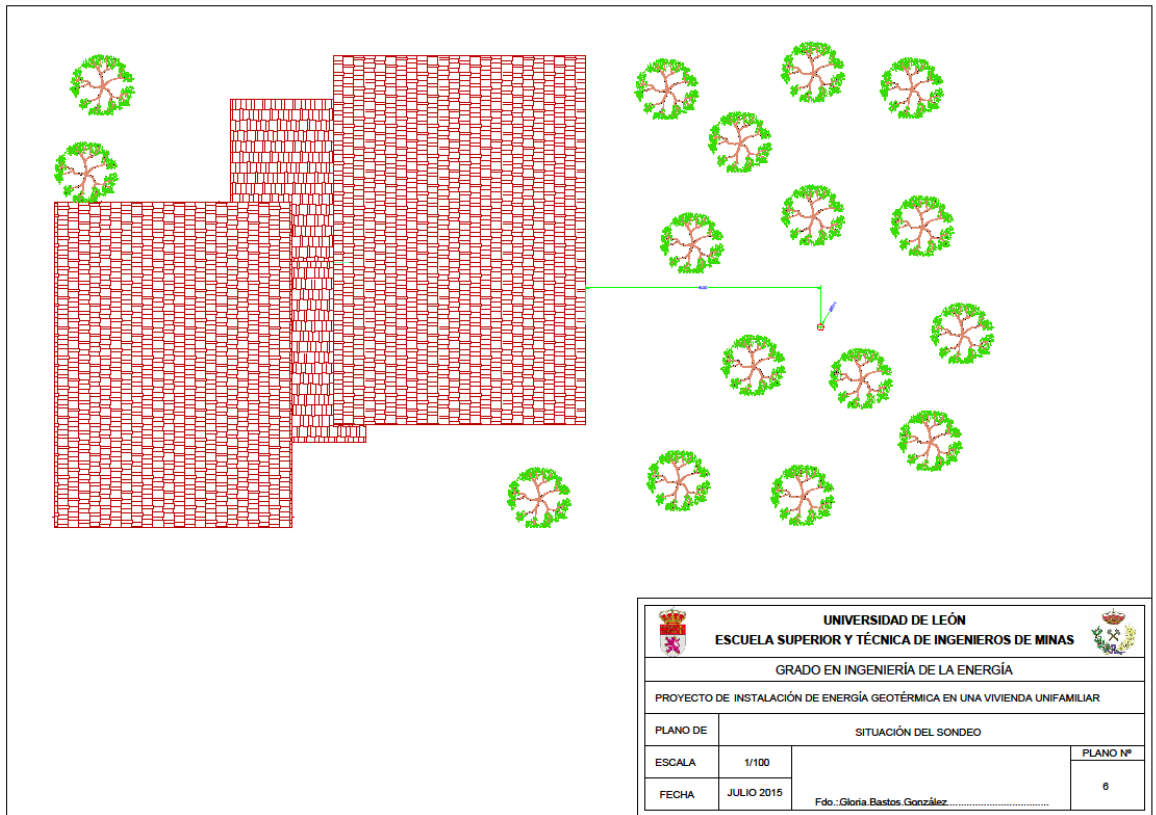
alzado lateral derecho
e: 1/100

alzado principal
e: 1/100

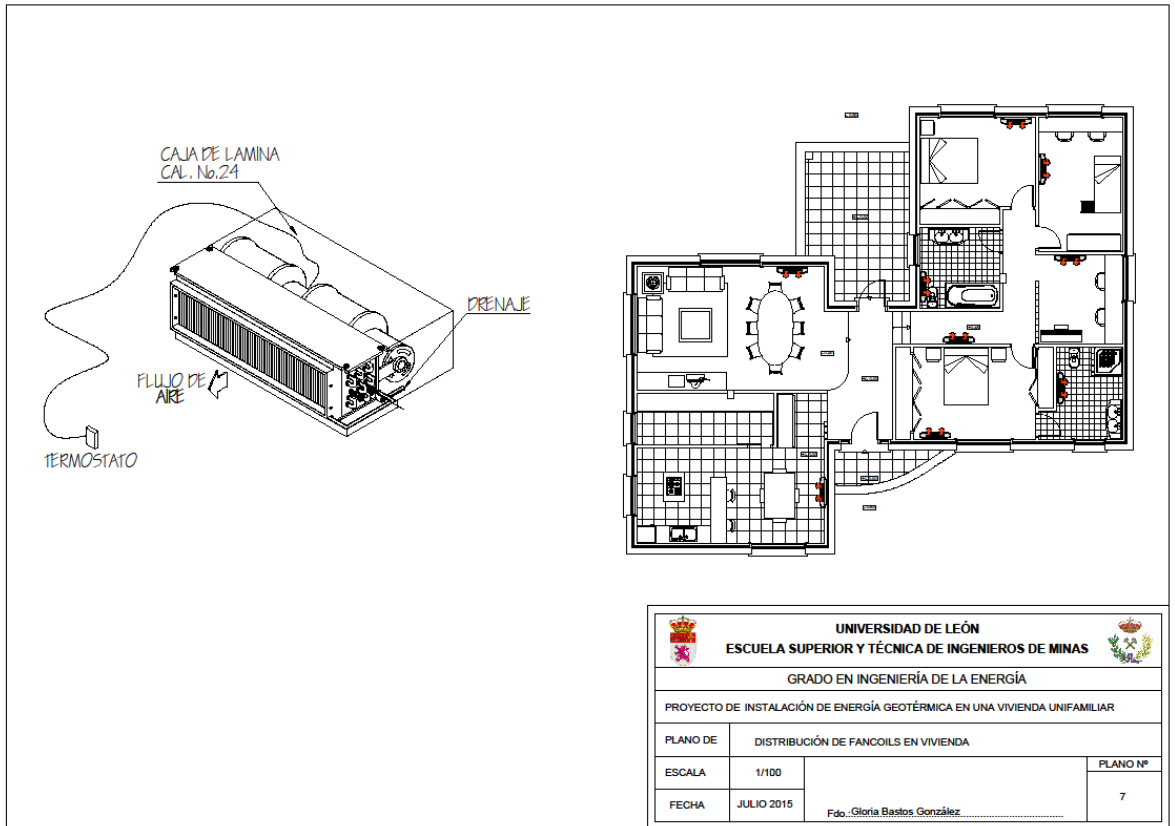
alzado lateral izquierdo
e: 1/100

 UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
PLANO DE	PLANOS DE FACHADAS.		PLANO Nº
ESCALA	1/100		5
FECHA	JULIO 2015	Fdo.: Gloria Bastos González.....	

Plano 6

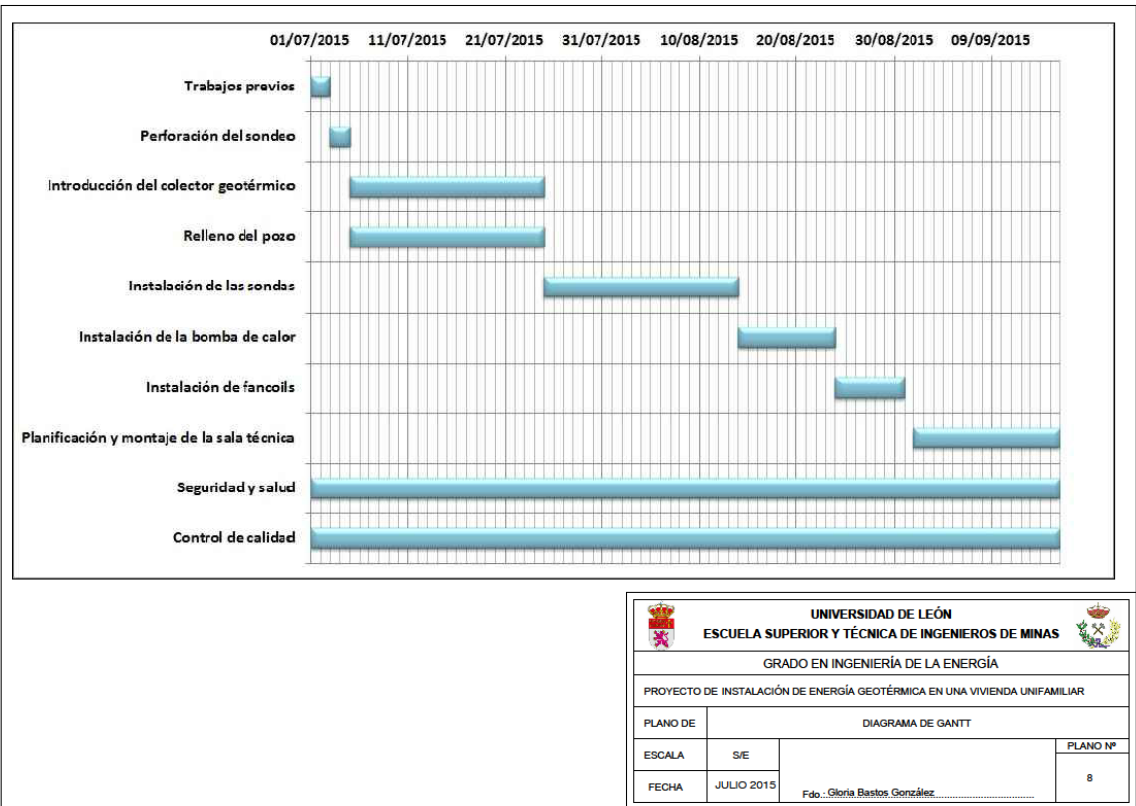


Plano 7



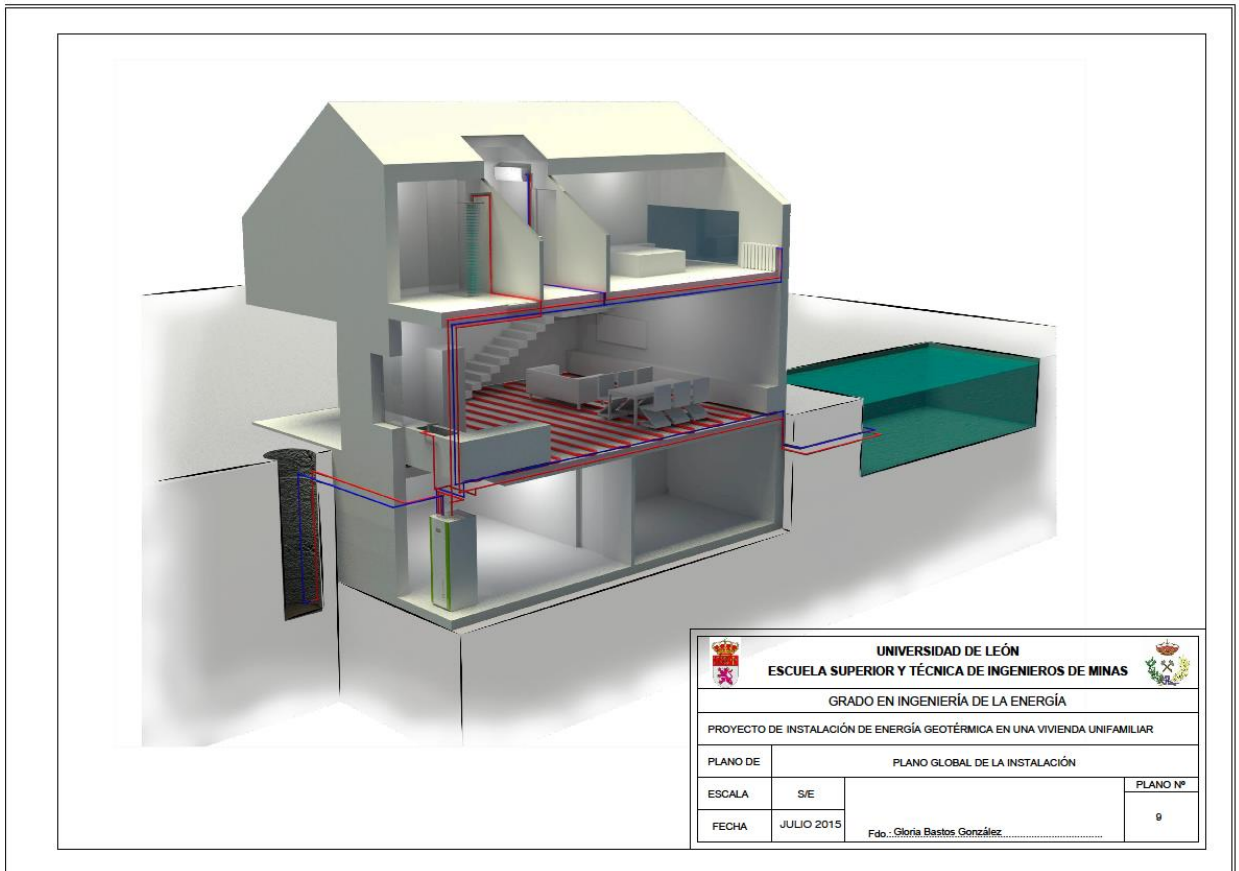
UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA			
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
PLANO DE	DISTRIBUCIÓN DE FANCOILS EN VIVIENDA		
ESCALA	1/100		PLANO Nº
FECHA	JULIO 2015	Fdo. Gloria Bastos González	7

Plano 8



UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA			
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
PLANO DE	DIAGRAMA DE GANTT		
ESCALA	S/E		PLANO Nº
FECHA	JULIO 2015	Fdo.: Gloria Bastos González	8

Plano 9



7 PLIEGO DE CONDICIONES

7.1 Pliego de prescripciones técnicas para instalaciones de geotermia.

El pliego de prescripciones técnicas de las instalaciones presente, está estructurado de la siguiente forma:

- Consideraciones generales aplicables a todas las instalaciones
- Condiciones específicas para la instalación que nos ocupa
- Condiciones específicas para los materiales de la instalación que nos ocupa

Para el proyecto y la posterior ejecución de las instalaciones, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- a. La instalación del presente proyecto, se llevará a cabo manteniendo las instalaciones de la vivienda unifamiliar existentes o nuevas pero sin afectar a las mismas ya que las perforaciones/ o perforación y los conductos salvarán a las instalaciones en profundidad o colocación con el objeto de no afectarlas.
- b. Todas las instalaciones tendrán que cumplir con la normativa vigente y, de acuerdo a ella, se deberán normalizar y legalizar.
- c. La empresa encargada de la dirección de obra se le pedirá la documentación “as-build” que refleje el estado final de las instalaciones. Esta documentación por su parte incluirá, la siguiente información:
 - I. Planos y esquemas actualizados de todas las instalaciones que realmente se han ejecutado.
 - II. Fotografías digitales de todas las instalaciones que queden ocultas, ya sean enterradas o simplemente no sean accesibles.
 - III. Documentación técnica completa de los equipos e instalaciones instaladas (fichas técnicas, manuales...). Donde se indique como mínimo: fabricante, marca, modelo y las características técnicas de funcionamiento.
 - IV. Manuales con las instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento de los equipos que forman parte de las instalaciones.

7.2 Instalación de intercambiadores geotérmicos vivienda unifamiliar en la provincia de Pontevedra

7.2.1 Normativa de aplicación

7.2.1.1 *Código Técnico de la Edificación (CTE). Parte II. Documento Básico HS Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.*

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

7.2.1.2 *Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)*

El Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (en adelante RITE) aprobado por el Real decreto 1027/2007, de 20 de julio, tiene por objeto establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinados a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionamiento, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.

7.2.1.3 *Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas*

Esta ley establece un régimen jurídico de la investigación y aprovechamiento de los yacimientos minerales y demás recursos geológicos, cualesquiera que fueren su origen y estado físico.

Se debe tener presente en cualquier proyecto relacionado con el ámbito minero que los yacimientos, son Bienes de Dominio Público.

La ley de minas clasifica los recursos en 4 secciones:

- Sección A
- Sección B
- Sección C
- Sección D

El objetivo de esta ley es regular el régimen jurídico de la investigación y aprovechamiento de los yacimientos minerales y demás recursos geológicos, haciendo referencia expresa a los recursos geotérmicos en su inclusión en la sección D, junto con los carbones, los materiales radiactivos, las rocas bituminosas y cualesquiera otros yacimientos minerales o recursos geológicos de interés energético.

Queda fuera del ámbito de la ley de Minas la extracción ocasional y de escasa importancia de recursos minerales cualquiera que sea su clasificación, siempre que se lleve a cabo por el propietario de un terreno para uso exclusivo y no exija aplicación de técnica minera alguna en el aprovechamiento.

En definitiva, el régimen normativo dependerá del fin del aprovechamiento.

7.2.1.4 Real decreto 235/2013, de 5 de abril que modifica al RD 47/2007, de 19 de enero

El real decreto establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que deberá incluir información objetiva sobre la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia tales como requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de una unidad de éste puedan comparar y evaluar su eficiencia energética. Los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios o unidades de éste no se incluyen en este real decreto, ya que se establecen en el Código Técnico de la Edificación. De esta forma, valorando y comparando la eficiencia energética de los edificios, se favorecerá la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía. Además, este real decreto contribuye a informar de las emisiones de CO₂ por el uso de la energía proveniente de fuentes emisoras en el sector residencial, lo que facilitará la adopción de medidas para reducir las emisiones y mejorar la calificación energética de los edificios.

Se establece el Procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en su consumo energético, así como las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los edificios

7.2.1.5 Real Decreto 486/1997, de 14 de abril

Por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

7.2.1.6 RGNBSM, reglamento general de normas básicas de seguridad minera. RD 863/1985 de 2 de abril.

El reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera se aplicará siempre y cuando intervenga en el proyecto una técnica minera para su desarrollo.

7.2.1.7 ITC, instrucciones técnicas complementarias.

Instrucciones técnicas complementarias del capítulo VI del RGNBSM

7.2.1.8 Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

Tiene por objeto la determinación de las garantías y responsabilidades para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

7.2.1.9 Norma UNE-EN 1264

Norma UNE sobre sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies.

7.2.1.10 Norma UNE-EN 12831

Norma UNE sobre sistemas de calefacción en edificios. Cálculo de la carga térmica.

7.2.1.11 Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre

RD sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

7.2.1.12 Real Decreto 485/1997 de 14 de abril

RD sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

7.2.1.13 Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio

RD sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

7.2.1.14 Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto

Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones complementarias del reglamento electrotécnico para baja tensión

7.2.1.15 Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril

Reglamento de aparatos a presión, con los reales decretos y correcciones de carácter modificativo y de aplicación de distintas directivas del consejo de las comunidades europeas posteriores.

Y cualesquiera otras normas técnicas en vigor, aplicables a la ejecución de las obras que no se citan específicamente.

7.2.2 Condiciones generales.

Las siguientes son las consideraciones técnicas específicas para la instalación del proyecto que nos ocupa.

- Si durante la realización de un pozo no se puede llegar a la profundidad deseada, solo se facturará por metro lineal de pozo efectivo realizado, no la totalidad de la profundidad del pozo prevista.

- Si una vez instalada una sonda no se puede certificar como totalmente buena y en correcto funcionamiento, no se facturará.
- Será necesario disponer de todos los permisos necesarios antes de iniciar las perforaciones correspondientes a los pozos de geotermia.
- Se realizarán pozos de 150 m de profundidad máxima. Para asegurar los metros lineales reales de los pozos finalizados, primero se comprobará de acuerdo a las marcas que incorporan los tubos de las sondas. Las sondas tienen un metraje y llevan incorporadas unas marcas de manera que se puede saber en todo momento hasta cuando se ha llegado en la profundidad de la sonda. Si esto no fuera garantía para establecer la certificación de la profundidad alcanzada se tendrá de proceder a hacer las pruebas de calidad llenando con agua el circuito de la sonda y calcular el volumen de agua la cual indicará la profundidad alcanzada.
- Se podría considerar oportuno realizar estudios mediante sensores de ultrasonidos o equipos similares para detectar previamente a la perforación si hay algún tipo de conducción o elemento enterrado en el punto donde se quiere perforar para evitar daños a las instalaciones existentes. En todo caso se adjuntan planos con los servicios afectados previstos; y también se ha previsto una partida para hacer calas previas en el terreno. Estas se harán en las ubicaciones que presenten dudas, o en zonas que se puedan considerar conflictivas.
- Las sondas indicadas en proyecto (marca Ferroplast) disponen de todas las homologaciones y certificaciones necesarias, así como la garantía correspondiente. En todo caso solo se admitirán sondas que incorporen los correspondientes certificados, homologaciones y garantías necesarias. Y siempre que sean de calidad similar y equivalente.
- Se proponen unas medidas preventivas y correctoras, que se tendrán en cuenta para la conservación medioambiental de la zona, durante la perforación:
 - Si hay pequeñas pérdidas de aceite o de gasoil de la máquina perforadora, se parará de inmediato el equipo de perforación, y se recogerán los líquidos vertidos mediante materiales absorbentes, y los mismos se llevarán a un centro de reciclaje autorizado.
 - Si se genera polvo, el equipo perforador dispondrá de un equipo de captación del polvo, pudiéndose desconectar el mismo en caso de presencia de agua dentro de la perforación.
 - Para evitar las afectaciones a acuíferos:
 - Nunca se extraerá agua bajo ninguna finalidad. Tan solo se introducirán sondas geotérmicas para intercambiar calor con el subsuelo mediante la circulación por el interior de las mismas de un fluido caloportador.

- Solamente se utilizará el propio detritus procedente de la perforación o arena silícica para rellenar las perforaciones.
- Se proponen unas medidas preventivas y correctoras, que se tendrán en cuenta para la conservación medioambiental de la zona, durante la utilización de la instalación, si hubiera pérdidas del fluido caloportador:
 - El líquido anticongelante será biodegradable a CO₂ i H₂O.
 - Todos los materiales utilizados en las sondas tendrán que cumplir lo que se establece en el pliego de condiciones del presente proyecto.
 - Su mantenimiento es prácticamente nulo. En el caso de abandono de la instalación, la actuación que se tendría de hacer sería el vaciado del circuito mediante camión cisterna y llevar el líquido a un centro de reciclaje autorizado.
- El proceso de puesta en marcha de la instalación es de gran importancia para garantizar un eficiente aprovechamiento de la energía geotérmica producida, así como una larga vida útil a los elementos que la componen.

A continuación se listan las acciones a emprender para la protección de la vegetación de la zona de afectación con la implantación de la instalación geotérmica en la vivienda unifamiliar:

 - a. No compactar el terreno alrededor de los árboles. Las instalaciones que se encuentran cerca de los árboles (1 m), dispondrán de las tierras sin compactar. Tanto por las sondas geotérmicas como por lo que se refiere a las zanjas que puedan quedar cercanas a los árboles.
 - b. Las zanjas y los pozos se alejarán tanto como sea posible del centro de cada uno de los árboles. De esta manera se evitan posibles daños.
 - c. Durante el periodo de duración de la obra, no se verterán productos tóxicos ni restos de construcción alrededor de los árboles.
 - d. Durante el periodo de duración de la obra. No se acopiara material ni se colocará la casera de obra sobre el alcornoque de los árboles. En el supuesto caso de no existir alcornoque, se respetará 1 m de distancia respecto a límite del tronco del árbol.
 - e. Durante el periodo de duración de la obra, no se utilizarán los árboles como soporte de tancas, señales, instalaciones eléctricas o similares.
 - f. Habrá que estudiar una posible poda correctora de la copa para contrarrestar la eventual pérdida de raíces.
 - g. En espacios abiertos, se protegerán los árboles con una cerca de madera de 1,2–1,8 m de altura, a una distancia de 2 metros de la copa (5 metros en árboles columnares).
 - h. Si se diera el caso, y vista la posibilidad de impedir el exceso de tránsito, la superficie del suelo alrededor del árbol se deberá recubrir con una capa de

material de drenaje (grava) de un mínimo de 20 cm de grosor, sobre la cual se colocará un revestimiento de tablonos u otro material semejante.

- i. Las zanjas a menos de un metro del tronco, se abrirán manualmente y en caso de tener que cortar raíces, será necesaria la supervisión de “jardines del ayuntamiento de Porriño”. En nuestro caso no habrá zanjas a menos de 1 metro del tronco, pero para proteger y minimizar los efectos sobre las raíces de los árboles (aparentemente algunas son bastante grandes), concretamente en los casos dudosos, se procederá a abrir las zanjas de forma manual poniendo especial atención en no afectar a las raíces cercanas. Si finalmente fuera necesario cortar alguna raíz, se haría bajo la supervisión de la autoridad antes mencionada.
- j. Previo al inicio de las obras, se adecuará el arbolado susceptible de ser afectado.
- k. Los árboles se protegerán con neumáticos o tablonos en caso de elementos individuales, y con cerramientos en caso de un grupo de árboles.

7.2.3 Condiciones técnicas particulares

Se establecen las siguientes condiciones técnicas particulares.

7.2.3.1 Perforaciones

- Las perforaciones serán de tipo vertical y mantendrán una separación mínima entre 7 y 8 m entre unas y otras. Siempre teniendo en cuenta la respuesta térmica del terreno.
- Los diámetros de perforación deberán estar dentro del rango de los 40 a los 50 mm, de forma que permitan la introducción de los tubos (posibilidad de sonda simple U o sonda doble U) además del tubo necesario para llevar a cabo el relleno del pozo captador.

7.2.4 Sondas

- Una vez instaladas las sondas, estas se protegerán por su parte superior (en la parte que queda en la superficie) mediante tapones o sistemas de que garanticen la no penetración de cuerpos en el interior del circuito.
- Las sondas será de unos 20 mm de diámetro y de polietileno PE100 PN16.
- Los tubos de polietileno están estandarizados según las normativas DIN 8074 (dimensionado) y DIN 8075 (requisitos generales de calidad y prueba. Estas normativas confirman una duración de vida de más de 100 años en unas condiciones concretas de utilización.
- El material de polietileno cumplirá los requisitos siguientes por su aplicación como sondas geotérmicas:
 - Elevada tenacidad y capacidad de alargamiento de ruptura.
 - Buenas propiedades mecánicas

- Buena resistencia a las sustancias químicas
- Buenas propiedades mecánicas y excelente viscosidad incluso hasta a baja temperatura.
- Larga vida con una garantía como mínimo de 10 años del producto.
- La instalación de la sonda presentara las siguientes partes: un pie de sonda, en forma de U, dos tubos de polietileno de la serie SDR11 y una punta de sonda o elemento de unión por empalmar los tubos verticales y el colector donde se unirán todas las sondas. El pie de la sonda estará termosoldado con el tubo, y será certificado todo el conjunto como sonda, por el fabricante.
Al pie de la sonda se unirá un peso de 50 kg, con la función de lastre para hacer bajar la sonda en el pozo.
- Se introducirá un tubo de polietileno DN25 por donde se inyectará el cemento térmico. Este tubo, en vez rellenando el pozo con el cemento térmico, quedará anulado.
- Cada 2 metros de profundidad se instalará un distanciador de tubos.
- La prueba de presión a la que se someten las sondas geotérmicas sigue el siguiente proceso:
 - Las sondas són ensayadas a presión, de forma que se llenan de agua, se marcan visualmente y se protegen contra posibles daños; se cierran para dejarlas estancas, a presión, y se introducen en el sondeo llenas de agua, para que al cementar dicho sondeo, con un material de mayor densidad, no resulten aplastadas al aumentar la presión exterior.
 - Antes de introducir el relleno, se suele realizar una primera prueba de presión sometiendo al intercambiador a 6 bar durante 30 minutos, comprobando que la presión no cae más de 0,6 bar para que el resultado sea satisficatorio.
 - Una vez cementado el sondeo, se realiza una prueba de presión definitiva que se ajusta a lo establecido por la norma alemana DIN V 4979-7, cuyo esquema operativo se resume en lo siguiente:
 1. Se mantienen los tubos en reposo, sin carga, durante al menos 1h.
 2. Se lleva la sonda a la presión de prueba (12 ± 1 bar) en un tiempo de 10 minutos.
 3. Se mantiene en presión (al menos 10 bar) durante 10 minutos.
 4. Periodo de espera: 60 minutos. Caída de presión máxima: 30%.
 5. Se reduce la presión rápidamente en 2 bar mediante vaciado de agua. Se mide la cantidad evacuada y se anota el nuevo valor de la presión.
 6. Comienza la prueba principal (30 minutos). Se mide la presión a los 10, 20 y a los 30 minutos. La prueba de presión es satisfactoria

si, al cabo de esa tercera medición, la caída de presión máxima es de 0,1 bar.

7. Después de un tiempo adicional de 90 minutos, la caída de presión debe ser inferior a 0,25 bar.

Después de la instalación de la sonda, el espacio entre la sonda y el suelo circundante tiene que ser llenado completamente. Esto es importante para asegurar la conductividad térmica del suelo con la sonda.

Posibles soluciones para el llenado:

- Solución 1: Bentonita

Para 1 m³ con conductividad térmica de aproximadamente 1,2 W/mK, se necesita lo siguiente:

- 200 kg de bentonita
- 150 kg de cemento
- 860 l de agua
- Densidad de la mezcla 1210 kg/m³

- Solución 2: Thermocem[®]

Para 1 m³ con conductividad térmica de aproximadamente 1,6 W/mK, se necesita lo siguiente:

- 775 kg de Thermocem[®]
- 705 l de agua
- Densidad de la mezcla 1480 kg/m³

- Solución 3: Stüwatherm[®] (material de alto poder conductor)

Para 1 m³ con conductividad térmica de aproximadamente 2,0 W/mK, se necesita lo siguiente:

- kg de Stüwatherm[®] (ya contiene la cantidad de cemento lista para usar)
- 150 kg de cemento
- 650 l de agua
- Densidad de la mezcla 1800 kg/m³

- Solución 4: Stüwapress F-10[®] (a prueba de heladas hasta -10⁰C)

Para 1 m³ con conductividad térmica de aproximadamente 1,5 W/mK, se necesita lo siguiente:

- kg de Stüwapress F-10 ®
- 650 l de agua
- Densidad de la mezcla 1600 kg/m³

7.2.4.1 Fluido caloportador

El fluido que se utilizará como fluido caloportador en el subsistema de intercambio será una mezcla de agua con propilenglicol al 25 o 30% aproximadamente. El circuito se llenará hasta una presión de 1.5 bar a la altura del vaso de expansión. Como alternativa también se puede utilizar el etilenglicol al 25 o 30% aprox. En resumen, las características del anticongelante serán las necesarias para conseguir que aguante temperaturas de congelación que estén entorno de los - 20°C.

7.2.5 Condiciones técnicas de los materiales

Se establecen las siguientes condiciones técnicas para los materiales.

7.2.5.1 Materiales básicos: líquidos y neutro

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS:

Aguas utilizadas para alguno de los siguientes usos:

- Confección de hormigón
- Confección de mortero
- Confección de pasta de yeso
- Riego de plantaciones
- Conglomerados de grava, tierra-cemento, grava, etc.
- Humectación de bases o subbases.
- Humectación de piezas cerámicas, de cemento, etc.

Características generales:

Pueden ser utilizadas las aguas potables y las sancionadas como aceptables por la práctica.

Se pueden utilizar aguas de mar o salinas análogas para la confección o curato de hormigones sin armadura. Para la confección de cemento armado o pretensado se prohíbe el uso de estas aguas, excepto el caso que se hagan estudios especiales. Si debe utilizarse para la confección o el curato de hormigón o de morteros y no hay antecedentes de su utilización o esta presenta alguna duda se deberá verificar que cumple todas estas características:

Exponente de hidrógeno pH (UNE 7-234): ≥ 5

Total de sustancias disueltas (UNE 7-130): ≤ 15 g/l

Sulfatos, expresados en SONIDO4- (UNE 7-131)

- En caso de utilizarse cemento SR: ≤ 5 g/l
- En el resto de casos: ≤ 1 g/l

Ion cloro, expresado en Cl⁻ (UNE 7-178)

- Hormigón pretensado: ≤ 1 g/l
- Cemento armado: ≤ 3 g/l
- Hormigón en masa con armadura de fisuración: ≤ 3 g/l

Hidratos de carbono (UNE 7-132): 0

Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7-235): ≤ 15 g/l

Ion cloro total aportado por componentes de un hormigón no puede superar:

- Pretensado: $\leq 0,2\%$ peso de cemento
- Armado: $\leq 0,4\%$ peso de cemento
- En masa con armadura de fisuración: $\leq 0,4\%$ peso de cemento

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro y almacenamiento: de manera que no se alteren sus condiciones.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición del elemento necesaria suministrada a la obra.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Real Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre, medio el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE).

7.2.5.2 Materiales Básicos. Granulados y arenas

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS

Arena procedente de rocas calcáreas, rocas graníticas, mármoles blancos y duros, o arena procedente del reciclaje de residuos de la construcción y demolición en una planta legalmente autorizada para el tratamiento de este tipo de residuo.

Se han considerado los siguientes tipo:

- Arena de mármol blanco
- Arena para confección de hormigones, de origen:
 - De piedra calcárea
 - De piedra granítica
- Arena para confección de morteros
- Arena para ripiado de zanjas con tuberías

Características generales:

Los gránulos deben tener forma redondeada o poliédrica. La composición granulométrica debe ser la adecuada a su uso, o si no consta, la que establezca explícitamente la DF.

No debe tener arcillas, margas u otros materiales extraños.

Contenido de piritas o de otros sulfuros oxidables: 0%

Contenido de materia orgánica (UNE 7-082): Abajo o nulo

Arena de mármol blanco:

Mezcla con granulados blancos diferentes del mármol: 0%

Arena para la confección de hormigones:

Se denomina arena a la mezcla de las diferentes fracciones de árido fino que se utilizan para la confección del hormigón

Designación: d/D - IL - N

d/D: Fracción granulométrica, d tamaño mínimo y D tamaño máximo

IL: Presentación, R rodado, T triturado (matxueig) y M mezcla

N: Naturaleza del árido (C, calcáreo; S, silicio; G, granítico; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; Y, fonolita; V, varios; A, artificial y R, reciclado

Medida de los gránulos (Tamiz 4 UNE_EN 933-2): ≤ 4 mm

Material retenido por el tamiz 0,063 (UNE_EN 933-2) y que sura en un líquido de peso específico 20 kN/m³ (UNE EN 1744-1): $\leq 0,5\%$ en peso

Compuestos de azufre expresados en SONIDO3 y referidos a granulado seco (UNE_EN 1744-1): $\leq 1\%$ en peso

Reactividad potencial con los álcalis del cemento (UNE 146507-2 EJ

Sulfatos solubles en ácido, expresados en SONIDO3 y referidos al granulado seco (UNE_EN 1744-1): $\leq 0,8\%$ en peso

Cloruros expresados en Cl⁻ y referidos al granulado seco (UNE EN 1744-1):

- Cemento armado o en masa con armaduras de fisuración: $\leq 0,05\%$ en peso
- Hormigón pretensado: $\leq 0,03\%$ en peso

Ion cloro total aportado por componentes de un hormigón no puede superar:

- Pretensado: $\leq 0,2\%$ peso de cemento
- Armado: $\leq 0,4\%$ peso de cemento
- En masa con armadura de fisuración: $\leq 0,4\%$ peso de cemento

Estabilidad (UNE 1367-2):

- Pérdida de peso con sulfato sódico: $\leq 10\%$
- Pérdida de peso con sulfato magnésico: $\leq 15\%$

Arena de piedra granítica para la confección de hormigones:

Contenido máximo de hasta que pasan por el tamiz 0,063 mm (UNE_EN 933-1):

- Granulado grueso:
 - Cualquier tipo: $\leq 1,5\%$ en peso
- Granulado fino:
 - Granulado redondeado: $\leq 6\%$ en peso
 - Granulado de matxueig no calcáreo para obras incursas a exposición IIIa,b,c, IV o alguna clase específica de exposición: $\leq 6\%$ en peso
 - Granulado de matxueig no calcáreo para obras incursas a exposición Y,IIa,b o ningún clase específica de exposición: $\leq 10\%$ en peso

Equivaliendo de arena (EAV)(UNE_EN 933-8):

- Para obras en ambientes Y, IIa,b o ningún clase específica de exposición: ≥ 70
- Resto de casos: ≥ 75

Absorción de agua (UNE EN 1097-6): $\leq 5\%$

Arena de piedra calcárea para la confección de hormigones:

Contenido máximo de hasta que pasan por el tamiz 0,063 mm (UNE_EN 933-1):

- Granulado grueso:
 - Cualquier tipo: $\leq 1,5\%$ en peso
- Granulado fino:
 - Granulado redondeado: $\leq 6\%$ en peso
 - Granulado de matxueig calcáreo para obras incursas a exposición IIIa,b,c,IV o alguna clase específica de exposición: $\leq 10\%$ en peso
 - Granulado de matxueix calcáreo para obras incursas a exposición Y,IIa,b o ningún clase específica de exposición: $\leq 16\%$ en peso

Valor azul de metileno (UNE 83-130):

- Para obras incursas a exposición Y,IIa,b o ningún clase específica de exposición: $\leq 0,6\%$ en peso
- Resto de casos: $\leq 0,3\%$ en peso

Arena para la confección de morteros:

La composición granulométrica debe quedar dentro de los siguientes límites:

Tamiz UNE 7-050 (mm)	Porcentaje en peso que pasa por el tamiz	Condiciones
5,00	A	A=100
2,50	B	60<=B<=100
1,25	C	30<=C<=100
0,63	D	15<=D<=70
0,32	E	5<=E<=50
0,16	F	0<=F<=30
0,08	G	0<=G<=15
Otras condiciones		C-D <=50
		D-E <=50
		C-E <=70

Medida de los gránulos: $\leq 1/3$ del espesor del junto a contenido de materiales perjudiciales: $\leq 2\%$

Granulados procedentes de reciclaje de residuos de la construcción y demoliciones:

El material debe proceder de una planta autorizada legalmente para el tratamiento de residuos de la construcción.

El material no debe ser susceptible de ninguna clase de meteorización o de alteración física o quien pizca bajo las condiciones mas desfavorables que presumiblemente se puedan dar en el lugar de utilización.

No deben dar lugar, con la agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras, capas de firmes, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

Se ha considerado que el uso será el ripiado de zanjas con tuberías.

Para cualquier utilización diferente de esta, se requiere la aceptación expresa de la dirección facultativa y la justificación mediante los ensayos que recaigan que se cumplen las condiciones requeridas por ellos a lo que se pretenden destinar.

2. **CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO**

Condiciones generales:

Suministro y almacenamiento: De manera que no se alteren sus condiciones. Cada remesa de arena se debe descargar en una zona ya preparada de suelo seco. Las arenas de tipo diferentes se deben almacenar para separado. Lo entrega de granulado a la obra

deberá ir acompañada de una hoja de suministro proporcionado por el suministrador, en el que deben constar como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del suministrador
- Número de la certificación de marcaje CE o indicación de autoconsumo
- Número de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la cantera - Fecha de la entrega
- Nombre del peticionario - Designación del granulado
- Cantidad de granulado suministrado
- Identificación del lugar de suministro

Condiciones de marcaje y control de la documentación:

El suministrador debe aportar la documentación siguiente, que acredita el marcaje CE, según el sistema de evaluación de conformidad aplicable, con arreglo a lo dispuesto en el apartado 7.2.1 del CTA:

- Sistema 2+: Certificación de control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado (incluye auditoría inicial y auditorías periódicas del control de producción en fábrica).

El símbolo de marcaje de conformidad CE se debe estampar de acuerdo con la Directiva 93/68CE y debe estar visible sobre el producto o sobre etiqueta, embalaje o documentación comercial y debe ir acompañado de la siguiente información:

- Número de identificación del organismo de certificación
- Nombre o marca de identificación y dirección del fabricante
- Las dos últimas cifras del año de impresión del marcaje
- Referencia a la norma UNE EN 12620
- Descripción del producto (nombre genérico, material, uso previsto)
- Designación del producto
- Información de las características esenciales aplicables

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición: la indicada a la descripción del elemento

Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada a la obra

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO

Arena para la confección de hormigones:

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, mediante el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

Arena para la confección de morteros:

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, mediante el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

UNE-EN 12620:2003 Áridos para hormigón.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, mediante el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación Parte 2. Documento Básico de Seguridad estructural Fábrica DB-SE-F.

Granulados procedentes de reciclaje de residuos de la construcción y demoliciones:

Ley 15/2003, de 13 de junio, de modificación de la Ley 6/1993, del 15 de julio, reguladora de los residuos.

Arenas para otros usos:

No hay normativa de cumplimiento obligatorio.

7.2.5.3 Materiales granulados. Granulados y gravas

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS:

Granulados utilizados para algún de los siguientes usos:

- Confección de hormigones
- Confección de mezclas grava para pavimentos
- Material para drenajes
- Material para pavimentos

Su origen puede ser:

- Granulados naturales, procedentes de un yacimiento natural
- Granulados naturales, obtenidos por machucamiento de rocas naturales
- Granulados procedentes de escorias siderúrgicas resfriadas por aire
- Granulados procedentes del reciclaje de residuos de la construcción o demoliciones, provenientes de una planta legalmente autorizada para el tratamiento de estos residuos

Los granulados naturales pueden ser:

- De piedra granítica
- De piedra calcárea

Los granulados procedentes del reciclaje de escombros de la construcción que se han considerado son los siguientes:

- Granulados reciclados provenientes de construcción de ladrillo
- Granulados reciclados provenientes de hormigón
- Granulados reciclados mixtas

- Granulados reciclados prioritariamente naturales

Características generales de los granulados reciclados:

Los granulados procedentes de reciclaje de escombros no deben contener en ningún caso restos provenientes de construcciones con patologías estructurales, como cemento aluminoso, granulados con sulfuros, sílice amorfa o corrosión de las armaduras.

Los gránulos deben tener forma redondeada o poliédrica.

La composición granulométrica debe ser la adecuada a su uso y debe ser la que se define a la alijo de obra en que intervenga o, si no consta, la que establezca explícitamente la DF.

Deben ser limpios, resistentes y de granulometría uniforme. No deben tener polvo, suciedad, arcilla, margas o de otras materias extrañas.

Diámetro mínimo: 98% retenido tamiz 4 (UNE_EN 933-2)

Granulados procedentes de reciclaje de residuos de la construcción y demoliciones:

El material debe proceder de una planta autorizada legalmente para el tratamiento de residuos de la construcción.

El material no debe ser susceptible de ninguna clase de meteorización o de alteración física o quien pizca bajo las condiciones mas desfavorables que presumiblemente se puedan dar en el lugar de utilización.

No deben dar lugar, con la agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras, capas de firmes, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

Granulados reciclados o provenientes de construcción de ladrillo:

Su origen debe ser construcciones de ladrillo, con un contenido final de cerámica superior al 10% en peso.

Contenido de ladrillo + morteros + hormigones: $\geq 90\%$ en peso

Contenido de elementos metálicos: Nulo

Uso admisible: Ripiados para drenajes y protección de cubiertas

Granulados reciclados provenientes de hormigones:

Su origen debe ser de construcciones de hormigón, sin mezcla de otros escombros.

Contenidos de hormigón: $> 95\%$

Contenido de elementos metálicos: Nulo

Uso admisible:

- Drenajes

- Hormigones de resistencia característica $\leq 20 \text{ N/mm}^2$ utilizados en clases de exposición
- Protección de cubiertas
- Bases y subasnos de pavimentos

Granulados reciclados mixtos:

Su origen debe ser escombros de construcciones de ladrillo y hormigón, con una densidad de los elementos macizos $> 1600 \text{ kg/m}^3$.

Contenido de cerámica: $\leq 10\%$ en peso

Contenido total de machuca de hormigón + ladrillo + mortero: $\geq 95\%$ en peso

Contenido de elementos metálicos: Nulo

Uso admisible:

- Drenajes
- Hormigones en masa

Granulados reciclados prioritariamente naturales:

Granulados obtenidos de pedrera con incorporación de un 20% de granulados reciclados provenientes de hormigón.

Uso admisible:

- Drenajes y hormigones utilizados en clases de exposición Y o IIb

Se han considerado las siguientes utilidades de las gravas:

- Para confección de hormigones
- Para drenaje
- Para pavimentos
- Para confección de mezclas grava tipo GC-1 o GC-2

Granulados procedentes de escorias siderúrgicas:

Contenido de silicatos inestables: Nulo

Contenido de compuestos férricos: Nulo

Grava para la confección de hormigones:

Se denomina grava a la mezcla de las diferentes fracciones de granulado grueso que se utilizan para la confección del hormigón

Designación: d/D - IL - N

d/D: Fracción granulométrica, d tamaño mínimo y D tamaño máximo

IL: Presentación, R rodado, T triturado (matxueig) y M mezcla

N: Naturaleza del árido (C, calcáreo; S, silicio; G, granítico; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; Y, fonolita; V, varios; A, artificial y R, reciclado)

El tamaño máximo D de un granulado grueso (grava) utilizado por la confección de hormigón será menor que las siguientes dimensiones:

- 0,8 de la distancia libre horizontal entre vainas o armaduras que formen grupo, o entre un paramento de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo $>45^\circ$ (con la dirección de formigonat)
- 1,25 de la distancia entre un paramento de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo $\leq 45^\circ$ (con la dirección de formigonat)
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza que se formigona con las siguientes excepciones:
 - Losas superiores de techos, con TMA $< 0,4$ del espesor mínimo
 - Piezas de ejecución mucho curiosa y elementos en los que el efecto de la pared del encofrado sea reducido (techos encofrados en una suela cara), con TMA $< 0,33$ del espesor mínimo

Todo el granulado debe ser de una medida inferior al doble del límite más pequeño aplicable a cada caso.

Hasta que pasan por el tamiz 0,063 (UNE_EN 933-2):

- Para gravas calcáreas y graníticas: $\leq 1,5\%$ en peso
- Granulados, reciclados de hormigón o prioritariamente naturales: $< 3\%$
- Para granulados reciclados mixtos: $< 5\%$

El índice de longueras para un granulado grueso según UNE EN 933-3: $\leq 35\%$ Material retenido por el tamiz 0,063 (UNE_EN 933-2) y que sura en un líquido de peso específico 20 kN/m³ (UNE 7-244):

- Granulados naturales $\leq 1\%$ en peso

Compuestos de azufre expresados en S y referidos a granulado seco (UNE_EN 1744-1):

- Granulados naturales: $< 1\%$ en peso
- Granulados de escorias siderúrgicas: $< 2\%$ en peso

Sulfatos solubles en ácidos, expresados en SONIDO3 y referidos a granulado seco (UNE_EN 1744-1):

- Granulados naturales: $\leq 0,8\%$ en peso
- Granulados de escorias siderúrgicas: $\leq 1\%$ en peso

Cloruros expresados en Cl⁻ y referidos a granulado seco (UNE EN 1744-1, Arte. 7):

- Cemento armado o en masa con armadura de fisuración: $\leq 0,05\%$ en masa
- Hormigón pretensado: $\leq 0,03\%$ en masa

El ion cloro total aportado por los componentes de un hormigón no puede exceder:

- Pretensado: $\leq 0,2\%$ peso del cemento
- Armado: $\leq 0,4\%$ peso del cemento
- En masa con armadura de fisuración: $\leq 0,4\%$ peso del cemento

Contenido de piritas o de otros sulfuros: 0%

Contenido de ion Cl⁻:

- Granulados reciclados mixtos: $< 0,06\%$

El contenido de materia orgánica que sura en un líquido de peso específico 2 segundos la UNE EN 1744-1(Apart.) 14.2 será $\leq 1\%$ para granulados gruesos

Contenido de materiales no pétreos (ropa, madera, papel...):

- Granulados reciclados provenientes de hormigón o mixtos: $< 0,5\%$
- Otro granulados: Nulo

Contenido de restos de asfalto:

- Granulado reciclado mixto o proveniente de hormigón: $< 0,5\%$
- Otro granulados: Nulo

Reactividad:

- alcalino-silicato (Método químico UNE 146-507-1 EJ o Método acelerado UNE 146-508 EJ): Nula
- Alcalino-carbonato (Método químico UNE 146-507-2): Nula

Estabilidad (UNE EN 1367-2):

- Pérdida de peso con sulfato magnésico: $\leq 18\%$

Resistencia a la fragmentación según UNE EN 1097-2 (Ensayo de los Ángeles):

- Granulados gruesos naturales: ≤ 40

Absorción de agua:

- Granulados gruesos naturales (UNE EN 1097-6): $< 5\%$
- Granulados reciclados provenientes de hormigón: $< 10\%$
- Granulados reciclados mixtos: $< 18\%$
- Granulados reciclados prioritariamente naturales: $< 5\%$

Pérdida de peso con cinco ciclos de sulfato de magnesio según UNE EN 1367-2:

- Granulados gruesos naturales: $\leq 18\%$

Grava para drenajes:

La medida máxima de los granulos debe ser de 76 mm (tamiz 80 UNE 7-050) y el cribado ponderal acumulado por el tamiz 0,08 (UNE 7-050) debe ser $\leq 5\%$. La composición

granulométrica debe ser fijada explícitamente por la DF según las características del terreno para drenar y del sistema de drenaje.

Coefficiente de desgaste (ensayo "Los Ángeles" NLT 149): ≤ 40

Equivaliendo de arena: > 30

Si se utiliza granulados reciclados habrá que comprobar que el hinchamiento sea inferior al 2% (UNE 103-502).

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Condiciones generales:

Suministro y almacenamiento: De manera que no se alteren sus condiciones.

Cada remesa de grava se debe descargar en una zona ya preparada de suelo seco

Las gravas de tipo diferentes se deben almacenar para separado

Condiciones de suministro:

Lo entrega de granulado a la obra deberá ir acompañada de una hoja de suministro proporcionado por el suministrador, en el que deben constar como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del suministrador
- Número de la certificación de marcaje CE o indicación de autoconsumo
- Número de serie de la hoja de suministro
- Nombre de la cantera o planta suministradora en caso de material reciclado
- Fecha de la entrega
- Nombre del peticionario
- Designación del granulado
- Cantidad de granulado suministrado
- Identificación del lugar de suministro

El suministrador de granulados procedentes de reciclaje, debe aportar la documentación que garantice el cumplimiento de las especificaciones establecidas a la norma EHE-08, si el material se debe utilizar en la confección de hormigones.

Condiciones de marcaje y control de la documentación:

El suministrador debe aportar la documentación siguiente, que acredita el marcaje CE, según el sistema de evaluación de conformidad aplicable, con arreglo a lo dispuesto en el apartado 7.2.1 del CTA:

- Sistema 2+: Certificación de control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado (incluye auditoría inicial y auditorías periódicas del control de producción en fábrica).

El símbolo de marcaje de conformidad CE se debe estampar de acuerdo con la Directiva 93/68CE y debe estar visible sobre el producto o sobre etiqueta, embalaje o documentación comercial y debe ir acompañado de la siguiente información:

- Número de identificación del organismo de certificación
- Nombre o marca de identificación y dirección del fabricante
- Las dos últimas cifras del año de impresión del marcaje
- Referencia a la norma UNE EN 12620
- Descripción del producto (nombre genérico, material, uso previsto)
- Designación del producto
- Información de las características esenciales aplicables

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición: la indicada a la descripción del elemento

Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada a la obra

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Grava para la confección de hormigones:

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, mediante el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08). UNE-EN 12620:2003 Áridos para hormigón.

Grava para pavimentos:

* Orden de 6 de febrero de 1976 mediante la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG 3/75)

Grava para drenajes:

Orden de 21 de junio de 1965 mediante la que se aprueba la norma 5.1.-IC: Drenaje

Orden de 14 de mayo de 1990 mediante la que se aprueba la Instrucción de carreteras 5.2-

IC: Drenaje superficial

Granulados procedentes de reciclaje de residuos de la construcción y demoliciones: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

Ley 15/2003, de 13 de junio, de modificación de la Ley 6/1993, del 15 de julio, reguladora de los residuos.

7.2.5.4 *Materiales básicos. Aglomerantes y conglomerantes; y cementos*

1. **DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS**

Conglomerando hidráulico formado por diferentes materiales inorgánicos finamente divididos que, amasados con agua, forman una pasta que, mediante un proceso de hidratación, endurece y una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo la agua.

Se han considerado los cementos regulados por la norma RC-03 con las características siguientes:

- Cementos comunes (CEM)
- Cementos de aluminato de calcio (CAC/R)
- Cementos blancos (BL)
- Cementos resistentes a la agua de mar (MR)

Características generales:

En el caso de que el material se utilice en obra pública de acuerdo a las normas aplicables a los estados miembros de la Unión Europea o de la Asociación Europea de Libre Cambio.

También en tal caso, se procurará que los mencionados materiales dispongan de la etiqueta ecológica europea, regulada en el Reglamento 880/1992/CEE o bien otros distintivos de la Comunidad Europea.

Debe ser un material granular mucho fino y estadísticamente homogéneo en su composición.

El cemento debe ser capaz, si se dosifica y mezcla adecuadamente con agua y granulados, de producir un mortero o un hormigón que conserve su trabajabilidad en un tiempo bastante largo y alcanzar, al final de períodos definidos, los niveles especificados de resistencia y mantener estabilidad de volumen a largo plazo.

No debe tener grumos ni principios de aglomeración.

En actividades manuales en las que haya riesgo de contacto con la piel y de acuerdo con el establecido a la Orden Presidencial 1954/2004 de 22 de junio, no se deben utilizar o comercializar cementos con un contenido de cromo (VINO) superior a dos partes por millón del peso seco del cemento.

Cementos comunes (CEM):

Deben llevar el marcado CE en conformidad con el que disponen los Reales Decretos 1630/1992 de 29 de diciembre y 1328/1995 de 28 de julio.

Los componentes deben cumplir los requisitos especificados en el capítulo 5 de la norma UNE-EN 197-1.

Tipo de cementos:

- Cemento Pórtland: CEM Y
- Cemento Pórtland con adiciones: CEM II
- Cemento Pórtland con escorias de horno alto: CEM III
- Cemento putzolànic: CEM IV
- Cemento compuesto: CEM V

Algunos de estos tipos se dividen en subtipo, según el contenido de la adición o mezcla de adiciones presentes en el cemento. Según este contenido creciendo los subtipos pueden ser A, B o C.

Adiciones del clinker pórtland (K):

- Escoria de horno alto: S
- Humo de sílice: D
- Puzolana natural: P
- Puzolana natural calcinada: Q
- Ceniza volante Sicilia: V
- Ceniza volante calcárea: W
- Esquisto calcinado: T
- Filler calcáreo L: L
- Filler calcáreo LL: LL

En cementos pórtland mixtos CEM II/A-M y CEM II/B-M, en cementos putzolànicos CEM IV/A y CEM IV/B y en cementos compuestos CEM V/A y CEM V/B los componentes principales además del clinker deben ser declarados a la designación del cemento. La composición de los diferentes cementos comunes debe ser la especificada al capítulo 6 de la norma UNE-EN 197-1. Los cementos comunes deben cumplir las exigencias mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad especificadas al capítulo 7 de la norma UNE-EN 197-1.

Cementos de aluminato de cal (CAC/R):

Cemento obtenido por una mezcla de materiales aluminosos y calcáreos. De acuerdo con el Real Decreto 1313/1988 de 28 de octubre y LA Orden Ministerial de 17 de enero de 1989, deben llevar la Certificación En Conformidad Con Requisitos Reglamentarios (CCRR). Deben cumplir las exigencias mecánicas, físicas y químicas especificadas al capítulo 7 de la norma UNE 80310.

Cementos blancos (BL):

Cementos homólogos de las normas UNE-EN 197-1 (cementos comunes) y UNE-EN 413- 1 (cementos de ramo de paleta) que cumplan con la especificación de blancura. Índice de blancura (UNE 80117): ≥ 85 De acuerdo con el Real Decreto 1313/1988 de 28 de octubre y LA Orden Ministerial de 17 de enero de 1989, deben llevar la Certificación En

Conformidad Con Requisitos Reglamentarios (CCRR). La composición, así como las prescripciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad que deben cumplir los cementos comunes blancos son las mismas que las especificadas para los cementos comunes a la norma UNE-EN 197-1. La composición, así como las prescripciones mecánicas, físicas y químicas que debe cumplir el cemento blanco de ramo de paleta (BL 22,5 X) son las mismas que las especificadas para el cemento homólogo a la norma UNE-EN 413-1.

Cementos resistentes a la agua de mar (mr):

De acuerdo con el Real Decreto 1313/1988 de 28 de octubre y LA Orden Ministerial de 17 de enero de 1989, deben llevar la Certificación En Conformidad Con Requisitos Reglamentarios (CCRR).

Las especificaciones generales en cuando a composición y a exigencias mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad que deben cumplir son las correspondientes a los cementos comunes homólogos de la norma UNE-EN 197-1. Deben cumplir los requisitos adicionales especificados al capítulo 7.2 de la norma UNE 80303-2.

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: de manera que no se alteren sus características.

El suministrador debe aportar la documentación siguiente, que acredita el marcaje CE, según el sistema de evaluación de conformidad aplicable, con arreglo a lo dispuesto en el apartado 7.2.1 del CTA:

- Sistema 1+: Declaración CE de conformidad de la fabricante y Certificación de conformidad CE del producto

El fabricante debe entregar una hoja de características del cemento donde se indique la clase y proporciones nominales de todos sus componentes.

Al albarán deben figurar los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial
- Fecha de suministro
- Identificación del vehículo de transporte
- Cantidad suministrada
- Designación y denominación del cemento
- Referencia de la encomienda
- Referencia de la certificación de conformidad o de la marca de calidad equivalente
- Advertencias en materia de seguridad y salud para la manipulación del producto
- Restricciones de utilización

Si el cemento se suministra en sacos, en los sacos hay de figurar los siguientes datos:

- Fechas de producción y de ensacado del cemento
- Peso limpio
- Designación y denominación del cemento
- Nombre del fabricante o marca comercial
- Restricciones de utilización
- Advertencias en materia de seguridad y salud para la manipulación del producto

El fabricante debe facilitar, si le piden, los siguientes datos:

- Inicio y final de adormecimiento
- Si se han incorporado aditivos, información pormenorizada de todos ellos y de sus efectos

Si el cemento se suministra a granel se debe almacenar en silos.

Si el cemento se suministra en sacos, se deben almacenar en un lugar seco, ventilado, protegido de la intemperie y sin contacto directo con la tierra, de manera que no se alteren sus condiciones.

Tiempo máximo de almacenamiento de los cementos:

- Clases 22,5 y 32,5: 3 meses
- Clases 42,5 : 2 meses
- Clases 52,5 : 1 mes

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición del elemento necesaria suministrada a la obra.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre, mediante el se declara obligatoria la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.

Orden de 17 de enero de 1989 mediante la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.

Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, mediante el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.

Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, miedo el que se modifica, en aplicación de la Directiva 93/68/CEE, las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, aprobado miedo el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.

Real decreto 1797/2003, de 26 de diciembre, miedo el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03).

UNE-EN 197-1:2000 Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

UNE 80310:1996 Cementos de aluminato de calcio.

UNE 80305:2001 Cementos blancos.

UNE 80303-2:2001 Cementos cono características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar.

7.2.5.5 Materiales básicos. Adhesivos y adhesivos de aplicación a dos caras

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS de los ELEMENTOS

Adhesivos que requieren desparramarse a las dos superficies que se deben unir.

Se han considerado los siguientes tipos:

- De caucho sintético en disolución, compatible o no con el poliestireno, o con el PVC.
- De cloropré
- De resinas epoxi bicomponent

Adhesivo de caucho sintético:

Debe ser fácil de aplicar, debe tener buena estabilidad dimensional frente de los cambios de temperatura y una gran fuerza adhesiva inicial.

Si es compatible con el poliestireno, no debe llevar diluyentes y componentes que reaccionen químicamente con este.

Si es para PVC, debe ser resistente a los ácidos, a los álcalis, en la agua y a los aceites. Tiempo de pre-assecatge en condiciones normales: 10 - 20 min

Tiempo útil de trabajo: 15 - 30 min

Densidad a 20°C (D): $0,8 \leq D \leq 0,9 \text{ g/cm}^3$

Rendimiento: Aprox. 300 g/m²

Adhesivo de cloropré:

Adhesivo de contacto con base de policloropré con disolución de hidrocarburos y disolventes polares.

Debe ser fácil de aplicar, debe tener buena estabilidad dimensional frente de los cambios de temperatura y una gran fuerza adhesiva inicial.

Contenido de sólidos: 26% Densidad : 0,83

Resistencia al calor: 160°C

Adhesivos de resinas epoxi bicomponent:

Adhesivo a base de un aglomerante de resinas epoxi que se catalizan al ser mezcladas con un activador.

La mezcla preparada después de agitarla 3 minutos no puede tener coágulos, hollejos ni depósitos duros.

Características de la película líquida:

- Temperatura de inflamación: > 20°C - Rendimiento: > 1 kg/m²
- Temperatura mínima de endurecimiento: 15°C
- Vida útil de la mezcla a 20°C: > 3 h

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: En envases herméticamente acotados.

A cada envase hay de figurar los siguientes datos:

- Identificación del fabricante
- Nombre comercial del producto
- Identificación del producto
- Fecha de caducidad
- Peso limpio o volumen del producto
- Instrucciones de uso
- Limitaciones de uso (temperatura, materiales, etc.)
- Toxicidad e inflamabilidad
- Tiempo de secado
- Rendimiento

Por adhesivos de dos componentes

- Proporción de la mezcla
- Tiempo de inducción de la mezcla
- Vida de la mezcla

Almacenamiento: En su envase, en locales ventilados, sin contacto con el terreno.
Temperatura de almacenamiento:

- De caucho: 5°C - 30°C
- De cloropré: 10°C - 25°C

Tiempo máximo de almacenamiento:

- De caucho: <= 6 meses a partir de la fecha de fabricación
- De cloropré: 1 año

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición: la indicada a la descripción del elemento

Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada a la obra

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

No hay normativa de cumplimiento obligatorio.

7.2.5.6 Materiales para impermeabilizaciones y aislamientos- Materiales para aislamientos térmicos, aislamientos acústicos y materiales fonoabsorbentes; y fieltro, placas y nódulos de lana de vidrio

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS de los ELEMENTOS

Elementos más o menos rígidos elaborados con lana mineral obtenida por fusión de roca, escoria o vidrio, con o sin revestimiento, en forma de fieltros, mantas, pannells o planchas.

Características generales:

En el caso de que el material se utilice en obra pública, exige que los materiales sean de calidad certificada o puedan acreditar un nivel de calidad equivalente, según las normas aplicables a los estados miembros de la Unión Europea o de la Asociación Europea de Libre Cambio.

También en tal caso, se procurará que les mencionados materiales dispongan de la etiqueta ecológica europea, regulada en el Reglamento 880/1992/CEE o bien otros distintivos de la Comunidad Europea.

Debe tener un aspecto uniforme y sin defectos. En las placas, las caras deben ser llanas y paralelas y los ángulos rectos.

Debe tener una resistencia a la tracción paralela a las caras (UNE-EN 1608) suficiente para soportar el doble del peso del elemento considerado en su dimensión total.

Resistencia térmica (UNE-EN 12667 o UNE-EN 12939): $\geq 0.025 \text{ m}^2\text{K/W}$

Conductividad térmica (UNE-EN 12667 o UNE-EN 12939): $\leq 0.060 \text{ W/mK}$

Las características del elemento deben cumplir las especificaciones de la UNE-EN 13162.

Sobre la misma plancha, sobre la etiqueta o sobre el embalaje, deben figurar de forma clara y muy visible, los siguientes datos:

- Identificación del producto
- Identificación del fabricante
- Fecha de fabricación
- Identificación del turno y del lugar de fabricación
- Clasificación según la reacción al fuego (determinada según UNE-EN 13501-1)
- Resistencia térmica (determinada según UNE-EN 12667 o UNE-EN 12939)
- Conductividad térmica (determinada según UNE-EN 12667 o UNE-EN 12939)
- Espesor nominal (determinado según UNE-EN 823)
- Código de designación según el capítulo 6 de la UNE-EN 13162
- Deben llevar el marcado CE en conformidad con el que disponen los Reales Decretos 1630/1992 de 29 de diciembre y 1328/1995 de 28 de julio
- Longitud y anchura nominales
- Tipo de revestimiento, en su caso

Tolerancias:

- Longitud nominal: $\pm 2\%$
- Anchura nominal: $\pm 1.5\%$

Las tolerancias del espesor deben cumplir el especificado en la UNE-EN 13162.

PLANCHAS O PANNELLS:

- Escuadrado (UNE-EN 824): ± 5 mm/m
- Campechanía (UNE-EN 825): ± 6 mm

FIELTRO O PLACA CON REVESTIMIENTO DE ALUMINIO: Permeabilidad al vapor de agua:

- Filtro con papel kraft de aluminio: $\leq 0,4$ g cm/cm² día mm hg
- Placa: Nula

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: Embalado en rollos en el caso de fieltros o mantas o planchas delgadas y embalado en paquetes, en el caso de elementos más rígidos como pannells o planchas.

Si el material debe ser componente de la parte ciega del cierre exterior de un espacio habitable, el fabricante debe declarar el valor del factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (ensayado según UNE-EN 12086).

El suministrador debe aportar la documentación siguiente, que acredita el marcaje CE, según el sistema de evaluación de conformidad aplicable, con arreglo a lo dispuesto en el apartado 7.2.1 del CTA:

Productos adscritos a usos no sujetos a reglamentación sobre reacción al fuego:

- Sistema 3: Declaración CE de conformidad del fabricante e informe o protocolo de los ensayo iniciales de tipo, realizado por el laboratorio notificado Productos para usos sujetos a reglamentación sobre reacción al fuego, que en su proceso de producción se ha aplicado una mejora en la clasificación de reacción al fuego, clasificados en clases A1, A2, B y C:
- Sistema 1: Declaración CE de conformidad de la fabricante y Certificación de conformidad CE del producto Productos para usos sujetos a reglamentación sobre reacción al fuego, que en su proceso de producción no se ha aplicado ningún mejora en la clasificación de reacción al fuego, clasificados en clases A1, A2, B y C y productos clasificados en clases D y E:
- Sistema 3: Declaración CE de conformidad del fabricante e informe o protocolo de los ensayo iniciales de tipo, realizado por el laboratorio notificado Productos para usos sujetos a reglamentación sobre reacción al fuego, que no necesitan realizar el ensayo de reacción al fuego, clasificados en clases de A1 a E y productos clasificados en clase F:
- Sistema 4: Declaración CE de conformidad del fabricante El fabricante debe facilitar, si se le pide, la certificación de conformidad de los valores declarados evaluats según la UNE-EN 13172. Almacenamiento: Apilados horizontalmente sobre superficies llanas y limpias, protegidos de las lluvias y las humedades.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición del elemento necesaria suministrada a la obra.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

UNE-EN 13162:2002 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos industriales de lana mineral (MW). Especificación.

7.2.5.7 Materiales para instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica. Purgadores automáticos.

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS de los ELEMENTOS

Purgadores de latón con flotador de posición vertical.

Características generales:

Debe incorporar una válvula de obturación. Debe eliminar el aire de los tubos de forma automática.

Todos sus componentes deben ser inalterables a la agua caliente. Debe estar homologado por la Delegación de Industria.

Debe llevar grabado en su cuerpo los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial
- Modelo
- Presión máxima de trabajo
- Diámetro de conexión
- Espesor mínimo del cuerpo: 2 mm
- Temperatura máxima de trabajo: 110°C
- Presión de trabajo: ≤ 10 bar

2. **CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO**

Suministro: En cajas.

Almacenamiento: En lugares protegidos de golpes, dentro de de su caja.

3. **UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN**

Unidad de medición del elemento necesaria suministrada a la obra.

4. **NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO**

No hay normativa de cumplimiento obligatorio.

7.2.5.8 *Materiales para instalaciones de climatización, calefacción y centilación mecánica. Termómetros*

1. **DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS de los ELEMENTOS**

Termómetro bimetalico, de contacto o con vaina roscada.

Características generales:

Debe estar protegido contra la corrosión.

Debe estar constituido por un mecanismo sensible a la temperatura, protegido del exterior, con una esfera graduada y una aguja de lectura.

El termómetro de contacto debe llevar debe llevar una abrazadora acoplable. Debe llevar de forma indeleble y muy visible los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial
- Diámetro de la esfera: 65 mm
- Escala de temperatura: de 0 a 120° C.

Termómetro con vaina roscada:

La vaina debe estar construida con material metálico inoxidable. La vaina debe ser estanca a una presión hidráulica igual a 1,5 veces la de servicio.

La longitud de la vaina debe ser la especificada en la MART.

Diámetro de la rosca: 1/2"

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Termómetro con vaina roscada:

Suministro: En cajas, con la correspondiente rosca.

Termómetro de contacto:

Suministro: En cajas, con la correspondiente.

Condiciones generales: Debe llevar las instrucciones de instalación y montaje correspondientes. Almacenamiento: En lugares protegidos de golpes, dentro de su caja.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición del elemento necesaria suministrada a la obra.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

UNE 9111:1987 Calderas y aparatos a presión. Termómetros. Selección e instalación.

7.2.5.9 Materiales para instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica. Manómetros

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS de los ELEMENTOS

Manómetros de esfera para roscar.

Características generales:

Debe estar constituido por un mecanismo sensible a la presión, protegido del exterior, con una esfera graduada y una aguja de lectura.

Debe ser estanco a la presión de prueba de la instalación.

Debe estar protegido pasivamente contra la corrosión.

El manómetro debe llevar de forma indeleble y muy visible los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial
- Presión de servicio Material: Acero

Temperatura de servicio (T):

- $20^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$ Tolerancia de precisión: $\pm 0,1 \%$

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: Empaquetado y con la rosca protegida. Debe llevar las instrucciones de instalación y montaje correspondientes.

Almacenamiento: En lugares protegidos contra los impactos.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición del elemento necesaria suministrada a la obra.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Orden de 18 de noviembre de 1974 mediante la que se aprueba el Reglamento de Redes de y Acometidas de Combustibles Gaseosos e instrucciones MEDIO.

7.2.5.10 Materiales para instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica. Accesorios para conductos rectangulares

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS

Conjunto de elementos auxiliares (apoyos, abrazadoras, etc.).

Características generales:

El material y sus características (calidad, dimensiones, etc.) deben ser los adecuados para el conducto y no deben hacer disminuir las características propias del conjunto de la instalación en ningún de sus aplicaciones.

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: Al albarán de entrega deben constar las características de siguientes identificación:

- Material
- Tipo
- Dimensiones en cm

Almacenamiento: En lugares protegidos contra los impactos, la lluvia, las humedades y de los rayos del sol.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición del elemento necesaria suministrada a la obra.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

No hay normativa de cumplimiento obligatorio

7.2.5.11 Partes proporcionales de elementos de montaje para aislamientos térmicos

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DEFINICIÓN:

Conjunto de elementos especiales para la ejecución de conducciones. Se han considerado los siguientes tipos:

- Para tubos (materiales para la unión entre tubos o entre tubos y accesorios)
- Por aislamientos térmicos (material para la unión y sujeción, cintas adhesivas, etc.)

Características generales:

El material, la calidad, los diámetros, etc., deben ser los adecuados para el tubo, y no deben hacer disminuir las características propias del conjunto de la instalación en ningún de sus aplicaciones.

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: Al albarán de entrega deben constar las características de siguientes identificación:

- Material
- Tipo
- Diámetros

Almacenamiento: En lugares protegidos contra los impactos, la lluvia, las humedades y de los rayos del sol.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad compuesta por el conjunto de piezas necesarias para montar 1 m de tubo.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

No hay normativa de cumplimiento obligatorio.

7.2.5.12 Válvulas, bombas y grupos de presión Válvulas de compuerta manuales con bridas.

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS de los ELEMENTOS

Válvulas de compuerta manuales de 10 y 16 bar de presión nominal, con conexión por bridas.

Características generales:

Debe estar formada por:

- Cuerpo con conexión por bridas
- Sistema de cierre en forma de cuña, de desplazamiento vertical y accionamiento por volante
- Prensaestopas de estanquidad sobre el eje de accionamiento del sistema de cierre

En el cuerpo debe haber grabada la presión de trabajo. Presión de prueba según presión nominal:

- Presión nominal 10 bar: ≥ 15 bar
- Presión nominal 16 bar: ≥ 24 bar

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: En cajas, con las correspondientes contrabridas, juntos y caracoles.

Almacenamiento: En lugares protegidos de la intemperie y de impactos.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición: la indicada a la descripción del elemento Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada a la obra

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

No hay normativa de cumplimiento obligatorio.

7.2.5.13 Válvulas, bombas y grupos de presión. Válvulas de esfera manuales con bridas

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS de los ELEMENTOS

Válvulas de esfera manuales de bronce de 10 y 16 bar de presión nominal con conexión por bridas.

Características generales:

Debe estar formada por:

- Cuerpo con conexión por bridas
- Cierre manual mitjanç alce manivela que acciona una bola provista de un agujero cilíndrico diametral que embozo 90°.
- Asentamientos de estanquidad para la bola.
- Prensaestopas o anillos tòrics para el eje de accionamiento.

En el cuerpo debe haber grabada la presión de trabajo. Presión de prueba según presión nominal:

- Presión nominal 10 bar: ≥ 15 bar
- Presión nominal 16 bar: ≥ 24 bar

Materiales: Válvulas con cuerpo de bronce:

- Bola: Acero inoxidable
- Elementos de estanquidad: Tefló

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: En cajas, con las correspondientes contrabridas, juntos y caracoles.

Almacenamiento: En lugares protegidos de la intemperie y de impactos

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición: la indicada a la descripción del elemento Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada a la obra

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

No hay normativa de cumplimiento obligatorio.

7.2.5.14 Válvulas, bomba y grupos de presión. Válvulas de esfera manuales soldadas.

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS de los ELEMENTOS

Válvulas de esfera manuales de bronce de 10 y 16 bar de presión nominal y conexión soldada.

Características generales:

Debe estar formada por:

- Cuerpo con extremos lisos para poder soldar
- Cierre manual mediante manivela que acciona una bola provista de un agujero cilíndrico diametral que embozo 90°.
- Asentamientos de estanquidad para la bola.
- Prensaestopas o anillos tóricos para el eje de accionamiento.

En el cuerpo debe haber grabada la presión de trabajo. Presión de prueba según presión nominal:

- Presión nominal 10 bar: ≥ 15 bar
- Presión nominal 16 bar: ≥ 24 bar

Materiales: Válvulas con cuerpo de bronce:

- Bola: Acero inoxidable
- Elementos de estanquidad: Tefló

2. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: Por unidades, empaquetadas en cajas. Los extremos deben ir protegidos.

Almacenamiento: En lugares protegidos de la intemperie y de impactos

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de medición del elemento necesaria suministrada a la obra.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

No hay normativa de cumplimiento obligatorio.

7.2.5.15 Escombros, movimiento de tierras y gestión de residuos. Movimiento de tierras. Excavación de zanjas y pozos

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS ALIJOS DE OBRA EJECUTADAS

Conjunto de operaciones para abrir zanjas y pozos de fundamentos, o de paso de instalaciones, realizadas con medios mecánicos o manuales, de forma continua o realizadas por etapas.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la zona de trabajo
- Situación de los puntos topográficos exteriores a la excavación
- Replanteo de la zona a excavar y determinación de la orden de ejecución de las etapas si es el caso
- Excavación de las tierras
- Carga de las tierras sobre camión, contenedor, o formación de caballones a orillas de la zanja, según indique la alijo de obra

Condiciones generales:

Se considera terreno flojo, el capaz de ser agujereado con pala, que tiene un ensayo SPT < 20.

Se considera terreno compacto, el capaz de ser agujereado con pico (no con pala), que tiene un ensayo SPT entre 20 y 50.

Se considera terreno de tránsito, el capaz de ser agujereado con máquina o escarificadora (no con pico), que tiene un ensayo SPT > 50 sin rebote.

Se considera terreno no clasificado, desde el capaz de ser agujereado con pala, que tiene un ensayo SPT < 20, hasta el capaz de ser agujereado con máquina o escarificadora (no con pico), que tiene un ensayo SPT > 50 sin rebote.

Se considera roca la que puede ser foradada con compresor (no con máquina), que tiene un rebote al ensayo SPT. El elemento excavado debe tener la forma y las dimensiones especificadas en la MART, o en su defecto, las que determine la DF.

El fondo de la excavación debe quedar nivelado. El fondo de la excavación no debe tener material desmigajado o flojo y las grietas y los agujeros deben quedar ripiados. Los taludes perimetrales deben ser los fijados por la DF.

Los taludes deben tener la pendiente especificada a la MART. La calidad de terreno del fondo de la excavación requiere la aprobación explícita de la DF. Tolerancias de ejecución:

- Dimensiones: $\pm 5\%$, ± 50 mm
- Campechanía: ± 40 mm/m
- Replanteo: $< 0,25\%$, ± 100 mm

- Niveles: ± 50 mm
- Aplomado o talud de las caras laterales: $\pm 2^\circ$

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN CONDICIONES GENERALES:

No se debe trabajar con lluvia, nieve o viento superior a los 60 km/h.

Se deben proteger a los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras.

Se deben eliminar los elementos que puedan entorpecer los trabajos de ejecución de la alijo.

Se debe seguir la orden de los trabajos previsto por la DF. Antes de empezar los trabajos, se hará un replanteo previo que debe ser aprobado por la DF.

Hay de haber puntos fijos de referencia exteriores a la zona de trabajo, a los que se deben referir todas las lecturas topográficas.

Si es preciso hacer rampas para acceder en la zona de trabajo, deben tener las características siguientes:

- Anchura: $\geq 4,5$ m
- Pendiente: - Tramos rectos: $\leq 12\%$ - Curvas: $\leq 8\%$
- Tramos antes de salir en la vía de longitud ≥ 6 m: $\leq 6\%$
- El talud debe ser fijado por la DF.

La finalización de la excavación de pozos o zanjas para fundamentos o de losas de fundamentación, se debe hacer justo antes de la colocación del hormigón de limpieza, para mantener la calidad del sol. Si eso no fuera posible, se dejará una capa de 10 a 15 cm sin excavar hasta el momento que se pueda formigonar la capa de limpieza.

Hay que extraer las rocas suspendidas, las tierras y los materiales con peligro de desprendimiento.

Hay que extraer del fondo de la excavación cualquier elemento susceptible de formar un punto de resistencia local diferente del resto, como rocas, restos de fundamentos, bolsas de material mullido, etc, y rebajar el fondo de la excavación para que el zapato tenga un acodamiento homogéneo.

No se deben acumular tierras o materiales a orillas de la excavación. No se debe trabajar simultáneamente en zonas superpuestas. Se ha de estrebar siempre que conste al proyecto y cuando lo determine la DF. El tirón debe cumplir las especificaciones fijadas a su pliegue de condiciones.

Se han de estrebar los terrenos desmigajados y cuando, en honduras superiores a 1,30 m, se dé algún de los siguientes casos:

- Se trabajar a dentro de Se trabaje en una zona inmediata que pueda resultar afectada por una posible derrubio
- Deba quedar abierta al acabar la jornada de trabajo También siempre que, por otras causas (cargas vecinas, etc.) lo determine la DF.

Se debe prever un sistema de desagüe para evitar acumulación de agua dentro del excavación. Se debe impedir la entrada de aguas superficiales.

Si aparece agua en la excavación se deben tomar las medidas necesarias para agotarla. Los agotamientos se deben hacer sin comprometer la estabilidad de los taludes y las obras vecinas, y se deben mantener mientras duren los trabajos de fundamentación.

Habrà que verificar en terrenos arcillosos, si es preciso hacer un saneamiento del fondo de la excavación. Los trabajos se deben hacer de manera que molesten el mínimo posible a los afectados.

En caso de imprevistos (terrenos inundados, olores de gas, restos de construcciones, etc.) se deben suspender los trabajos y avisar la DF.

No se debe rechazar ningún material obtenido de la excavación sin la autorización expresa de la DF. Se debe evitar la formación de polvo, por el que hay que regar las partes que se deban cargar.

La operación de carga se debe hacer con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes.

Se debe cumplir la normativa vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las tierras se deben sacar de arriba abajo sin socavarlas. La aportación de tierras para corrección de niveles debe ser la mínima posible, de las mismas existentes y de compacidad igual.

Se debe tener en cuenta el sentido de estratificación de las rocas. Se deben mantener los dispositivos de desagüe necesarios, para captar y reconducir las corrientes de agua internos, en los taludes.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

m³ de volumen excavado según las especificaciones de la MART, medido como diferencia entre los perfiles transversales del terreno levantados antes de comenzar las obras y los perfiles teóricos señalados a los planos, con las modificaciones aprobadas por la DF.

No se debe respaldar el exceso de excavación que se haya producido sin la autorización de la DF, ni la carga y el transporte del material ni los trabajos que hayan que para

rellenarlo. Incluye la riego, alisadura de taludes, agotamientos por lluvia o inundación y cuantas operaciones haga falta para una correcta ejecución de las obras.

También están incluidos en el precio el mantenimiento de los caminos de comunicación entre el desmontón y las zonas donde deben ir las tierras, su creación, y su eliminación, si se precisa. Solamente se deben respaldar los hundimientos no provocados, siempre que se hayan observado todas las prescripciones relativas a excavaciones, entibaciones y voladuras.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO OBRAS DE EDIFICACIÓN:

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, mediante el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación Parte 2. Documento Básico de Seguridad estructural de cimientos DB-SE-C.

7.2.5.16 Escombros, movimiento de tierras y gestión de residuos. Gestión de residuos

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS ALIJOS DE OBRA EJECUTADAS

Operaciones adscritas a la gestión de los residuos generados en la obra: residuo de construcción o demolición o material de excavación.

Se han considerado las siguientes operaciones:

- Clasificación de los residuos en obra
- Transporte o carga y transporte del residuo: material procedente de excavación o residuo de construcción o demolición
- Suministro y recogida del contenedor de los residuos
- Deposición del residuo no reutilizado en la instalación autorizada de gestión donde se le aplicará el tratamiento de valorización, selección y almacenamiento o eliminación

Clasificación de residuos:

Se deben separar los residuos en las fracciones mínimas siguientes si se supera el límite especificado:

- Hormigón CER 170101 (hormigón): ≥ 160 °
- Ladrillos, tejas, cerámicos CER 170103 (tejas y materiales cerámicos): ≥ 80 °
- Metal CER 170407 (metales mezclados) ≥ 4 °
- Madera CER 170201 (madera): ≥ 2 °
- Vidrio CER 170202 (vidrio): ≥ 2 °
- Plástico CER 170203 (plástico) ≥ 1 °
- Papel y cartón CER 150101 (envases de papel y cartón): ≥ 1 °

Los materiales que no superen este límite o que no se correspondan con ningún de las fracciones anteriores, deben quedar separados como mínimo en las siguientes fracciones:

Si se hace la separación selectiva en obra:

- Inerte CER 170107 (mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que no contienen sustancias peligrosas)
- No especiales CER 170904 (residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB ni sustancias peligrosas)
- Especiales CER 170903* (otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas)

Si se hace la separación selectiva en un centro de transferencia (externo):

- Inerte y No especiales CER 170904 (residuos mezclados de construcción y demolición que no contienen, mercurio, PCB ni sustancias peligrosas)
- Especiales CER 170903* (otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas)

Los residuos separados en las fracciones establecidas en la MART, se almacenarán en los espacios previstos a la obra para esta finalidad. Los contenedores deben estar señalizados claramente, en función del tipo de residuo que contengan, de acuerdo con la separación selectiva prevista.

Los materiales adscritos a ser reutilizados deben quedar separados, en función de su destino final.

Residuos especiales: Los residuos especiales siempre se deben separar. Los residuos especiales se deben depositar en una zona de almacenamiento separada del resto.

Tiempo máximo de almacenamiento: 6 meses. Los materiales potencialmente peligrosos deben estar separados por tipo compatibles y almacenados en bidones o contenedores adecuados, con indicación del tipo de peligrosidad.

El contenedor de residuos especiales debe situarse en un lugar plan, fuera del tránsito habitual de la maquinaria de obra, para evitar derramamientos accidentales. Hay que señalar convenientemente los diferentes contenedores de residuos especiales, teniendo en cuenta las incompatibilidades según los símbolos de peligrosidad representado en las etiquetas.

Los contenedores de residuos especiales deben estar tapados y protegidos de la lluvia y la radiación solar excesiva. Los bidones que contienen líquidos peligrosos (aceites, desencofrants, etc.) se deben almacenar en posición vertical y sobre cubetas de retención de líquidos para evitar fugas. Los contenedores de residuos especiales se deben colocar sobre una tierra impermeabilizada.

Carqa y transporte de material de excavación y residuos:

La operación de carga se debe hacer con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes. Los vehículos de transporte deben llevar los elementos adecuados con el fin de evitar alteraciones perjudiciales del material.

El contenedor debe estar adaptado al material que debe transportar. El trayecto que se debe recorrer debe cumplir las condiciones de anchura libre y de pendiente adecuada a la maquinaria que se utilice.

Transporte a obra:

Transporte de tierras y material de excavación o del rebaje, o residuos de la construcción, entre dos puntos de la misma obra o entre dos obras.

Las áreas de abocada deben ser las que defina la DF. La abocada se debe hacer en el lugar y con el espesor de capa indicados.

Las características de las tierras deben estar en función de su uso, deben cumplir las especificaciones de su pliegue de condiciones y es necesario que tengan la aprobación de la DF.

Transporte a instalación externa de gestión de residuos:

El material de rechazo que la DF no acepte para reutilizar en obra se debe transportar en una instalación externa autorizada, para recibir el tratamiento definitivo.

El transportista debe entregar una certificación donde se indique, como mínimo:

- Identificación del productor y poseedor de los residuos
- Identificación de cuya obra proviene el residuo y el número de licencia
- Identificación del gestor autorizado que ha gestionado el residuo
- Cantidad en t y m³ del residuo gestionado y su codificación según código CER

Disposición de residuos:

Cada fracción se debe depositar en el lugar adecuado legalmente autorizado para que se le aplique el tipo de tratamiento especificado en la MART: valorització, almacenamiento o eliminación

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN Y RESIDUOS:

El transporte se debe realizar en un vehículo adecuado, para el material que se desee transportar, provisto de los elementos que calan para su desplazamiento correcto. Durante el transporte se debe proteger al material de manera que no se produzcan pérdidas en los trayectos utilizados.

Residuos de la construcción:

La manipulación de los materiales se debe hacer con las protecciones adecuadas a la peligrosidad del mismo.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN O RESIDUOS:

m³ de volumen medido con el criterio de la alijo de obra de excavación que le corresponda, incrementado con el coeficiente de acorchamiento indicado en el pliego de condiciones técnicas, o cualquier otro aceptado previamente y expresamente por la DF.

La unidad de obra no incluye los gastos de vertido ni de mantenimiento del vertedero.

Tierras:

Se considera un incremento por acorchamiento de acuerdo con los siguientes criterios:

- Excavaciones en terreno flojo: 15%
- Excavaciones en terreno compacto: 20%
- Excavaciones en terreno de tránsito: 25%
- Excavaciones en roca: 25%

Residuos de la construcción:

Se considera un incremento por acorchamiento de un 35%.

Clasificación de residuos:

m³ de volumen realmente clasificado de acuerdo con las especificaciones de la MART.

Disposición de residuos de construcción o demolición inertes o no especiales y de material de excavación:

m³ de volumen de cada tipo de residuo depositado en el vertedero o centro de recogida correspondiente.

Disposición de residuos de construcción o demolición especiales:

kg de peso de cada tipo de residuo depositado en el vertedero o centro de recogida correspondiente.

Disposición de residuos:

La unidad de obra incluye todos los cañones, tasas y gastos por la disposición de cada tipo de residuo en el centro correspondiente. No incluye la emisión de la certificación por parte de la entidad receptora.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, mediante el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, mediante la cual se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Corrección de errores de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, mediante la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos.

Decreto 201/1994, de 26 de julio, regulador de los escombros y otros residuos de la construcción.

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producido mediante el amianto.

Decreto 161/2001 de 12 de junio, de modificación del Decreto 201/1994 de 26 de julio, regulador de los escombros y otros residuos de la construcción.

7.2.5.17 Fundamentos. Microtajones. Ejecución de microtajones.

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS ALIJOS DE OBRA EJECUTADAS

Formación de microtajones perforados armados, excavados por extracción de tierras mediante sistema mecánico desplazable por el interior de una entubación recuperable.

Se han considerado los siguientes diámetros:

- 80 mm
- 100 mm
- 125 mm
- 150 mm
- 175 mm
- 200 mm
- 250 mm

Se han considerado los armados siguientes:

- Tubo de acero STO-35 de 80 mm de diámetro exterior y 10 mm de espesor de pared
- Haz de barras corrugadas de acero B 500 S y B 500 SD con una cuantía de 4 kg/m

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Perforación
- Colocación de la armadura
- Inyección de mortero de cemento

Si la alijo lo especifica se considera que un 25% de la longitud de la perforación requiere utilizar métodos especiales por la dureza de los materiales atravesados (roca y/o hormigón).

Condiciones generales:

La posición debe ser la reflejada a la MART o, en su defecto, la indicada por la DF. La profundidad debe ser la indicada a la MART., comprobando que se ha llegado a la capa de terreno prevista a la MART. La sección del tajón no debe quedar disminuida en ningún punto.

Las armaduras y su posición deben ser indicadas a la MART. La beurada de cemento no debe presentar disgregaciones ni cocons.

La mezcla de la inyección debe estar bien dosificada y debe ser de alta calidad. No hay de haber interrupción en la vaina para evitar una disminución de la sección resistente y el riesgo de la corrosión de la armadura.

El empalme de los tubos no debe tener imperfecciones. El nivel final del tajón debe ser el indicado a la MART. Proporción beurada de cemento/agua:

- Engastamiento en las arenas consolidadas: ≥ 4 m
- Presión final de inyección: ≥ 2 g/mm²

Tolerancias de ejecución: Replanteo de los esos:

- Sobre paramentos de hormigón: ± 5 cm
- Superficies de excavación o remachemento: ± 10 cm
- Terreno natural sin excavar: ± 15 cm
- Inclinación: 6% de la longitud del tajón
- Profundidad: - 0 cm

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

La DF debe aprobar el equipo antes de empezar los trabajos. La orden de ejecución debe ser el indicado a la MART o el que determine la DF.

La ejecución del micropiloto consta de tres fases:

- Perforación
- Preparación y colocación de tubos

Inyección del hormigón se debe hacer en tres fases:

- Introducción de la beurada por los vacíos inferiores del tubo para llenar el espacio entre el tubo y el terreno

- Una vez dormida la primera inyección, se debe inyectar a presión a través de las válvulas inferiores del tubo para formar el bulbo de reparto de cargas a la punta del tajón
- Una vez dormido el bulbo se ha de extreu-re el mecanismo de inyección y se debe llenar el interior del tubo Las inyecciones por la formación del bulbo se harán después de 24 horas de acabar la inyección de la vaina. La vaina normalmente debe romperse, en suelos o rocas mullidas, a presiones de la orden de 20 a 40 bar.

Las estufillas se deben inyectar un después del otro, empezando siempre por el más abajo. Una vez acabada la inyección del bulbo, se debe proceder a rellenar el tubo con la beurada. La beurada de cemento se debe utilizar antes de que empiece su adormecimiento. Las perforaciones hechas y que no se deban hacer servir se deben llenar de hormigón.

Para cada tajón se debe confeccionar un comunicado con los siguientes datos:

- Fecha de ejecución
- Diámetro
- Hondura alcanzada
- Volumen de beurada realmente utilizada
- Armaduras utilizadas
- Estratos del terreno atravesado
- Hondura del engastamente por punta, si corresponde

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

m de hondura realmente ejecutado, medido según las especificaciones de la MART, comprobado y aceptado expresamente por la DF. El precio incluye la perforación, suministro y colocación del tubo y de las inyecciones.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

No hay normativa de cumplimiento obligatorio.

7.2.5.18 Instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica. Aislamiento de conductos y chimeneas. Aislamiento térmico de conductos

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS ALIJOS DE OBRA EJECUTADAS

Aislamiento térmico para conductos. Se han considerado los tipo de siguientes colocación:

- Montado interiormente
- Montado exteriormente

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Limpieza de superficies a recubrir
- Fijación del aislamiento a los conductos

Condiciones generales:

La zona para recubrir debe ser la reflejada en la MART o la indicada por la DF. En ningún caso el aislamiento debe interferir con partes móviles de los componentes aislados.

Aislamiento montado interiormente:

El aislamiento se debe aplicar en el interior del conducto, adherido en las paredes por la cara que no tiene recubrimiento, por medio de adhesivo. Los juntas entre las diversas piezas del aislamiento deben quedar ligeramente comprimidos y se deben sellar con adhesivo.

Aislamiento montado exteriormente

El aislamiento se debe aplicar en el exterior del conducto, en contacto con las paredes por la cara sin recubrimiento.

Los juntas entre las diversas piezas del aislamiento deben quedar ligeramente comprimidos y se deben sellar con cinta autoadhesiva UNE 100-106.

Los apoyos del conducto deben quedar en el exterior del aislamiento para evitar el puente térmico. El aislamiento para utilizar en la zona de contacto con el apoyo debe ser de tipo duro.

Hay que hacer un asentamiento continuado y seguro sobre la superficie que se debe aislar procurando, sin embargo, mantener el espesor sin ninguna presión que lo haga disminuir.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Antes de colocar el aislamiento, se debe limpiar la superficie del conducto de brozas, o xids, etc., y se debe aplicar una pintura antioxidante si no tiene ninguna protección.

Antes de empezar los trabajos de montaje, se hará un replanteo previo que debe ser aprobado por la DF.

Se debe comprobar que las características del producto corresponden a las especificadas al proyecto.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

m² de superficie medida según las especificaciones de la MART.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, mediante el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. (RITE)

- * UNE 100171:1989 IN Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación.
- * UNE 100171:1992 ERR Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación.
- * UNE 100172:1989 Climatización. Revestimiento termoacústico interior de conductos.

7.2.5.19 Instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica. Materiales auxiliares par a instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica. Purgadores automáticos

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS ALIJOS DE OBRA EJECUTADAS

Purgadores de latón de posición vertical con conexión por rosca acomodados. La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación del tubo que debe recibir el purgador con minio, estopa o pasta y cintas - Roscado del purgador al tubo
- Prueba de servicio

Condiciones generales:

Debe estar situado a la posición reflejada a la MART, tanto por lo que respecta a la situación espacial, como la posición dentro de del esquema.

Se debe instalar el circuito de ida, 1,5 m por encima de la última derivación. Debe ser estanco a la presión y temperatura de trabajo.

Debe estar proveit de un recipiente de desagüe conectado en la red de saneamiento. Si el tubo a lo que se conecta es de acero, el junto de estanquidad se debe hacer con minio y estopa, pastas o cinta.

Si el tubo a lo que se conecta es de cocer, se dispondrá una pieza especial de latón roscada al purgador y soldada por capilaritat al tubo de cocer.

Su eje principal debe ser vertical.

Tolerancias de ejecución:

- Replanteo: ± 10 mm
- Nivel: ± 10 mm
- Verticalidad: ± 2 mm/10 cm

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Su instalación no debe alterar las características del elemento. Todos los elementos se deben inspeccionar antes de su colocación.

Se debe comprobar que las características técnicas del aparato corresponden a las especificadas al proyecto.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de cantidad acomodada, medida según las especificaciones de la MART.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, mediante el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

Corrección de errores del Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, mediante el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre, mediante el que se modifica el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, mediante el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios

*Orden de 16 de mayo de 1975 mediante la que se aprueba la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ICR/1975 Instalaciones de Climatización: Radiación.

*NTE-IFC/1973 Instalaciones. Fontanería. Agua Caliente.

7.2.5.20 Instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica. Materiales auxiliares para instalaciones de climatización calefacción y ventilación mecánica. Termómetro.

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS ALIJOS DE OBRA EJECUTADAS

Termómetros bimeánicos o de mercurio acomodados en tubería. Se han considerado los tipos de siguientes colocación:

- Con abrazadora
- Con vaina roscada

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Colocación y fijación del aparato a la tubería
- Prueba de servicio

Condiciones generales:

El termómetro debe estar acomodado de forma que pueda dejarse fuera de servicio y hacer su sustitución con el equipo funcionando.

Debe llevar una placa metálica de identificación para localización en el esquema de la instalación.

Debe llevar indicado de forma visible la temperatura máxima de servicio. Debe estar ubicado donde fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora del mismo.

La posición debe ser la reflejada a la MART o, en su defecto, la indicada por la DF. No puede estar colocado encima o al lado del elemento que distorsione sus medidas como radiadores, difusores etc.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN COLOCADO CON ABRAZADORA:

La tensión de la abrazadora debe ser suficiente para su fijación COLOCADOS CON VAINA ROSCADA:

Las uniones roscadas se deben preparar con estopa, pasta o cintas de estanquidad. La enroscada, en su caso, se debe hacer sin forzar ni malograr la rosca.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de cantidad acomodada, medida según las especificaciones de la MART.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio miedo el que se aprueba lo Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y siesos Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

UNE 9111:1987 Calderas y aparatos a presión. Termómetros. Selección e instalación.

7.2.5.21 Instalaciones de climatización calefacción y ventilación mecánica. Materiales auxiliares para instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica. Manómetros

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS ALIJOS DE OBRA EJECUTADAS

Manómetros de esfera acomodados roscados. La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Colocación y fijación del aparato a la tubería
- Prueba de servicio

Condiciones generales:

Debe ir conectado en la red. La presión efectiva máxima de la instalación debe estar señalada en la escala del manómetro e indicada de manera visible.

Debe estar acomodado en un lugar accesible, visible y ventilado, de manera que quede bien fijado y su funcionamiento sea el correcto.

El manómetro debe estar acomodado de forma que pueda dejarse fuera de servicio y hacer su sustitución con el equipo funcionando.

Debe llevar una placa metálica de identificación para localización en el esquema de la instalación.

Debe llevar indicado los valores entre los cuales normalmente deben estar los valores por él comedidos. La posición debe ser la reflejada a la MART o, en su defecto, la indicada por la DF.

Debe quedar hecha la prueba de la instalación, con el manómetro funcionando.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Las uniones roscadas se deben preparar con estopa, pasta o cintas de estanquidad.

La enroscada, en su caso, se debe hacer sin forzar ni malograr la rosca. El tubo de conexión debe estar libre de obstrucciones.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de cantidad acomodada, medida según las especificaciones de la MART.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio miedo el que se aprueba lo Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y siesos Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, miedo el que se aprueba lo Reglamento de Aparatos a Presión.

7.2.5.22 Tubos y accesorios para gases y fluidos. Tubos de polietileno

1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS ALIJOS DE OBRA EJECUTADAS

Canalizaciones con tubo de polietileno para transporte y distribución de fluidos a presión y la colocación de accesorios en canalizaciones soterrañas con uniones soldadas, colocados superficialmente o al fondo de la zanja.

Se han considerado los tipo de siguientes material:

- Polietileno extruido de densidad alta para el transporte de agua a presión con una temperatura de servicio hasta 45°C
- Polietileno extruido de densidad baja para el transporte de agua a presión con una temperatura de servicio hasta 45°C
- Polietileno extruït de densidad media para el transporte de combustibles gaseosos a temperaturas hasta 40°C
- Polietileno reticulado (EPR)

Se han considerado los grados de dificultad de montaje para los tubos, siguientes:

- Grado abajo, que corresponde en una red de tramos largos, con pocos accesorios y situada en lugares fácilmente accesibles (montantes, instalaciones de hidrantes, etc.).
- Grado medio, que corresponde en una red equilibrada en tramos lineales y con accesorios (distribuciones de agua, gas, calefacción, etc.)
- Grado alto, que corresponde en una red con predominio de accesorios (sala de calderas, instalación de bombeig, etc.)
- Sin especificación del grado de dificultad que corresponde en una red donde se pueden dar tramos lineales, equilibrados y con predominio de accesorios indistintamente a lo largo de su recorrido (instalaciones de obras de ingeniería civil, etc.)

Se han considerado los tipo de siguientes unión:

- Soldada (para tubos de polietileno de densidad alta y media)
- Conectada a presión (para tubos de polietileno de densidad alta y baja y polietileno reticulado)

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Comprobación y preparación del plan de apoyo (en canalizaciones para soterrar)
- Replanteo de la conducción
- Colocación del elemento en su posición definitiva
- Ejecución de todas las uniones necesarias
- Limpieza del tubería
- Retirado de la obra de retales de tubos, materiales para juntos, etc.

No se incluye, en las instalaciones sin especificación del grado de dificultad, la colocación de accesorios. La variación del grado de dificultad en los diferentes tramos de la red no permite fijar la repercusión de accesorios; por eso, su colocación se considera una unidad de obra diferente.

Condiciones generales:

La posición debe ser la reflejada a la MART o, en su defecto, la indicada por la DF. Los juntos deben ser estancos a la presión de prueba, deben resistir los esfuerzos mecánicos y no deben producir alteraciones apreciables en el régimen hidráulico del tubería.

El ensayo de estanquidad debe estar hecho según la norma UNE-53-131. Todas las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se deben hacer únicamente por medio de los accesorios normalizados.

Las uniones se deben hacer con accesorios que presionen la cara exterior del tubo o bien soldados por testa, según sea el tipo de unión definido para la canalización.

La tubería para gas (densidad media), no debe estar próxima a conductos que transporten fluidos a alta temperatura.

Se debe garantizar que el tubería no supere una temperatura de 40°C. El paso a través de elementos estructurales se debe hacer con pasa muros y el espacio que quede se debe llenar con material elástico. Los pasa muros deben sobresalir ≥ 3 mm del paramento.

Colocación superficial:

Los tubos deben ser accesibles. Los tuberías se deben extender perpendicularmente o paralelamente con respecto a la estructura del edificio. Las horizontales deben pasar preferentemente cerca del pavimento o del techo. Los dispositivos de apoyo deben estar situados de tal manera que garanticen la estabilidad y la alineación del tubo. Sobre tabiques, los apoyos se deben fijar con tacos y visos, y a las paredes, se deben engastar.

Si la abrazadora del apoyo es metálica, entre ella y el tubo se debe interponer una anilla elástica. Los tuberías para gas con tubo de densidad media colocadas superficialmente, se deben instalar dentro de una vaina de acero.

Dado el elevado coeficiente de dilatación lineal, es necesario que los puntos singulares (apoyos, cambios de dirección, ramales, tramos largos, etc.), permitan en el tubo efectuar los movimientos axiales de dilatación. La tubería no puede atravesar chimeneas ni conductos.

Colocación soterrada:

La hondura de la zanja debe permitir que el tubo descansa sobre una cama de arena de río. por el suyo encima hay de haber un ripiado de tierra bien apisonada por tandas de 20 cm. Las primeras capas que rodean el tubo hay que apisonarlas con cuidado.

Espesor de la cama de arena:

- Polietileno extruido: ≥ 5 cm
- Polietileno reticulado: ≥ 10 cm

Espesor del ripiado: (sin tránsito rodado):

- Polietileno extruido: ≥ 60 cm
- Polietileno reticulado: ≥ 50 cm

Espesor del ripiado: (con tránsito rodado): ≥ 80 cm

El tubo se debe colocar dentro de la zanja serpenteando ligeramente para permitir las contracciones y dilataciones debidas a cambios de temperatura.

Para contrarrestar las reacciones axiales que se producen al circular el fluido, los puntos singulares (curvas, reducciones, etc.), deben estar ancladas en dados macizos de hormigón. En caso de coincidencia de tuberías de agua potable y de saneamiento, las de

agua potable deben pasar por un plan superior a las de saneamiento y deben ir separadas tangencialmente 100 cm.

Por encima del tubo se debe hacer un ripiado de tierras compactadas, que deben cumplir el especificado en su pliego de condiciones.

2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN CONDICIONES GENERALES:

La descarga y manipulación de los elementos se debe hacer de forma que no reciban golpes.

Para hacer la unión de los tubos no se deben forzar ni deformar los extremos. La unión entre los tubos y otros elementos de obra se debe hacer garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

Cada vez que se interrumpe el montaje, hay que tapar los extremos abiertos. La tendida del tubo se debe hacer desarrollando tangencialmente el rollo, haciéndolo rodar verticalmente sobre el terreno.

En las uniones elásticas el extremo liso del tubo se debe limpiar y lubricar con un lubricante autorizado por el fabricante del tubo, antes de hacer la conexión. En las uniones encolamientos el adhesivo se debe aplicar con pincel a los dos extremos para unir. El extremo del tubo se debe achaflanar.

Si se debe cortar un tubo, hay que hacerlo perpendicularmente al eje y eliminar las rebabas. Si se debe aplicar un accesorio de compresión hay que achaflanar la arista exterior. El tubo se debe encajar sin movimientos de torsión.

Se debe utilizar un equipo de soldadura que garantice la alineación de los tubos y la aplicación de la presión adecuada para hacer la unión.

Una vez acabada la instalación se debe limpiar interiormente y hacer pasar agua para arrastrar las brozas. En caso de que el tubería sea por abastecimiento de agua, hay que hacer un tratamiento de depuración bacteriológico después de enjuagarla.

Colocación soterrada:

Antes de bajar los elementos a la zanja la DF debe examinarlos, rechazando los que presenten algún defecto. Antes de la colocación de los elementos hay que comprobar que la rasante, la anchura, la hondura y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en la MART. De lo contrario hay que avisar la DF. El fondo de la zanja debe estar limpio antes de bajar los elementos.

Si el tubería tiene una pendiente $> 10\%$ se debe montar en sentido ascendente. Si no se puede hacer de esta manera, hay que fijarla provisionalmente para evitar el deslizamiento de los tubos.

Los tubos se deben calzar y acodar para impedir su movimiento. Colocados los elementos al fondo de la zanja, se debe comprobar que su interior es libre de elementos que puedan impedir su asentamiento o funcionamiento correcto (tierras, piedras, herramientas de trabajo, etc.).

Las tuberías y las zanjas se deben mantener libres de agua, agotando con bomba o dejando desagües a la excavación. No se deben montar tramos de más de 100 m de largo sin hacer un ripiado parcial de la zanja dejando el juntos descubiertos. Este ripiado debe cumplir las especificaciones técnicas del ripiado de la zanja.

Una vez situada el tubería a la zanja, parcialmente riplada excepto a las uniones, se deben hacer las pruebas de presión interior y de estanquidad según la normativa vigente. No se puede proceder al ripiado de las zanjas sin la autorización expresa de la DF. Los dados de anclaje se deben hacer una vez terminada la instalación.

Se deben colocar de forma que los juntos de los tuberías y de los accesorios sean accesibles para su reparación.

3. UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN TUBOS:

m de longitud acomodada, medida según las especificaciones de la MART, entre los esos de los elementos o de los puntos para conectar. Estos criterios incluyen las pérdidas de material por retales y los empalmaments que se hayan efectuado.

En las instalaciones con grado de dificultad especificado, incluye, además, la repercusión de las piezas especiales para colocar.

4. NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

La normativa debe ser la específica al uso a que se destina.

8 PRESUPUESTO

8.1 Coste unitario

PERFORACIÓN		
Descripción	Uds.	Cantidad
Traslado de maquinaria de perforación a la parcela	un	1,00
Perforación de diámetro 125mm	m	125,00
Inyección de mortero en perforación	m	125,00
Mortero geotérmico (bentonita)	Tn	2,80
Transporte de mortero geotérmico	Uds.	1,00
TOTAL PERFORACIÓN		4.350,50 €

MATERIAL E INSTALACIÓN GEOTERMIA		
Descripción	Uds.	Cantidad
Sonda marca ferroplast 32 mm, 125 m	un	1,00
Juego de perfiles planos DUO	un	1,00
Peso 25 kg	un	1,00
Tubo de relleno	m	129,00
ESM manguito 32	un	4,00
ESM codo 40/90º	un	2,00
Distanciador 32	un	1,00
Colector modular	un	1,00
Propilenglicol	l	87,50
Tubería necesaria desde sondas hasta arqueta 40 mm	m	40,00
TOTAL MATERIAL E INSTALACIÓN GEOTERMIA		1.856,43 €

SALA DE PRODUCCIÓN		
Descripción	Uds.	Cantidad
Bomba de calor geotérmica ecoforest ecoGEO c2 3-12 kW	un	1,00
Depósito de ACS de 170 l incorporado en la bomba	un	1,00
Mano de obra	un	1
Resto de componentes de la sala técnica	un	1
TOTAL SALA DE MÁQUINAS		8.790,00 €

ELEMENTOS DE CLIMATIZACIÓN		
Definición	Uds.	Cantidad
Fancoil ecoforest ecoGEO FC W3	un	6
Fancoil ecoforest ecoGEO FC W4	un	3
Instalación de los elementos de climatización	un	1
TOTAL CLIMATIZACIÓN		6.100,00 €

COSTES TÉCNICOS		
Descripción	Uds.	Cantidad
Proyecto de perforaciones geotérmicas	un	1,00
Legalización del proyecto	un	1,00
Estudio de cargas y dimensiones de las perforaciones	un	1,00
TOTAL COSTES TÉCNICOS		900,00 €

8.2 Coste total

El presupuesto total sumando lo desglosado anteriormente asciende a la cifra de: 22.021,43 €.

Está excluido del presente proyecto:

- Permisos y licencias
- I.V.A
- Exceso de inyección de bentonita.
- Trabajos de albañilería
- Trabajos de fontanería
- Instalación eléctrica ni cuadro eléctrico en caso de necesidad
- Bomba de retorno de ACS, opcional valorada en 400 €
- Grúa o maquinaria de arrastre para descarga e instalación de equipos pesado, por imposibilidad de acceso al punto de colocación de forma manual.

El presupuesto se realiza en base a los planos entregados por la propiedad, quedando sujeto a posibles modificaciones debido a variaciones detectadas por los técnicos en visitas previas a la formalización del contrato.

8.3 Ayudas y subvenciones

En estos momentos Galicia no cuenta con ningún tipo de ayuda o subvención para la instalación de energía geotérmica, ya que el plazo de solicitud de la ayuda de 3000 euros finalizó el 27 de mayo de 2015.

Esta ayuda consistía en una subvención de 3000 euros para proyectos dinamizadores de las áreas rurales de Galicia para proyectos de Energías renovables, cofinanciados por el

Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader), en el marco del PDR de Galicia de 2007-2013.

Pero no se descarta que salgan ayudas posteriormente.

Lista de referencias

- IDAE- “Guía técnica de diseño de bomba de calor geotérmica”
“Guía técnica de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado”
Estudio de seguridad y salud
Pliego de condiciones de una instalación de geotermia
- Comunidad de Madrid (fenercom)- “Guía de la energía geotérmica”
“Guía técnica de sondeos geotérmicos superficiales”
- INGEO- Atlas geotérmico de Galicia
- “Litoestratigrafía de la banda esquistosa de Monteferro-El Rosal (Macizo Ibérico, provincia de Pontevedra)” J.M. Toyos.
- Artículos en periódicos como: Faro de Vigo
La Voz de Galicia
- “Técnica de perforación a emplear en los sondeos geotérmicos de baja entalpía y de circuito cerrado”. Juan Franqueza Pinós
- “Explotación de agua subterráneas”. Ing. Moisés Jaime Sánchez Velázquez
- IGME-
http://aguas.igme.es/igme/publica/libros1_HR/libro110/Pdf/lib110/in_12.pdf
- <http://www.agua.uji.es/pdf/presentacionPEG05.pdf>
- <http://procedimientosconstruccion.blogs.upv.es/tag/perforacion-a-rotoperfusion/>
- <http://www.portal-energia.com/>
- <http://www.acluxega.com/>
- <http://www.mundoenergia.com/>
- <https://enerxia.wordpress.com/energias-renovables-introduccion/energia-geotermica-breve-introduccion/geotermica-bomba-de-calor/>
- <http://www.telecable.es/personales/albatros1/calor/>
- Información facilitada por empresas:
 - ecoForest (geotermia)
 - Ferroplast (sondas geotérmicas)
 - Aforiol (perforaciones)