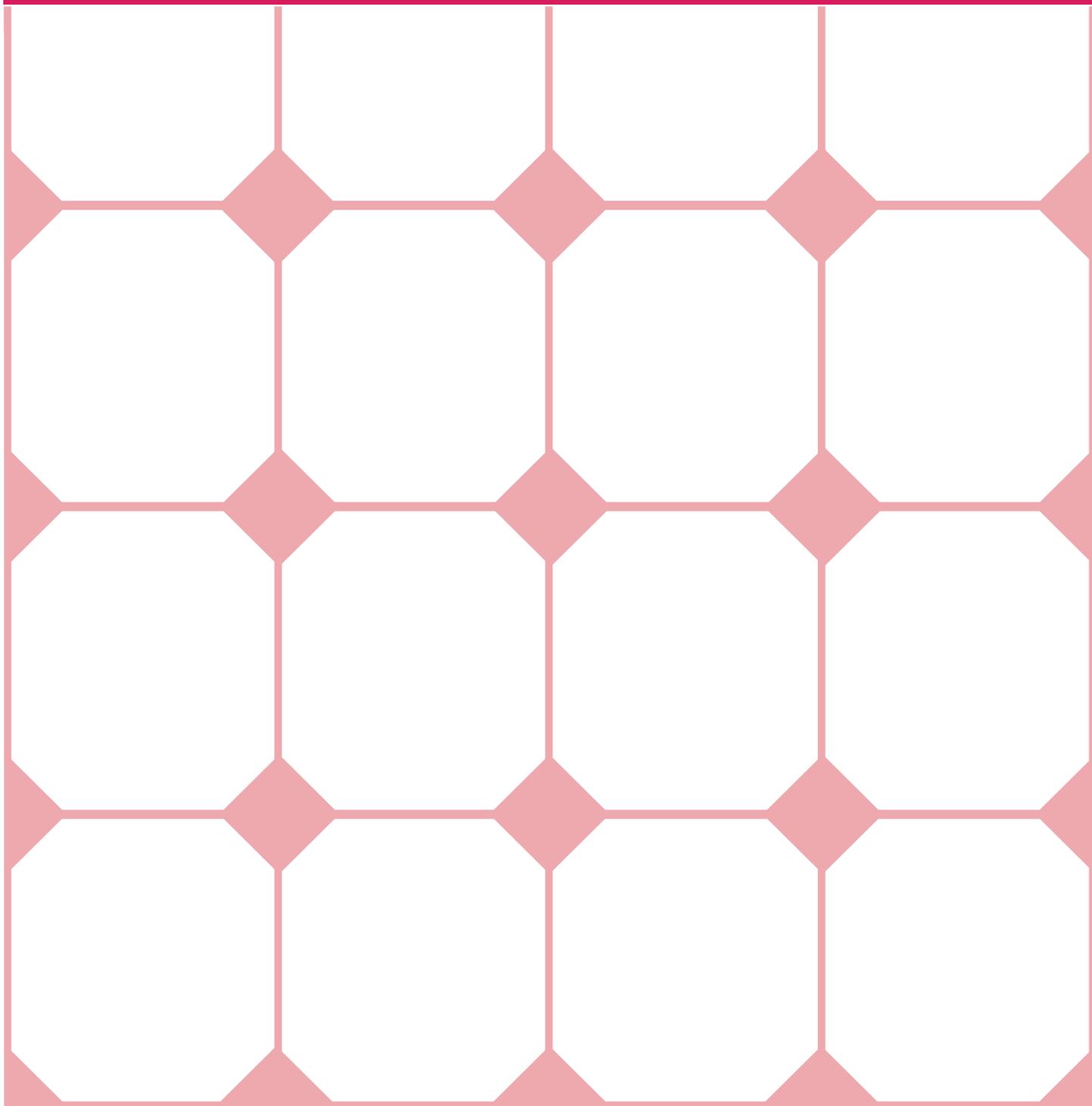


CONSTRUYE
2020



Instalaciones
de geotermia



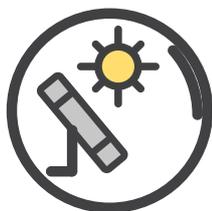
El presente proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación (comunicación) es responsabilidad exclusiva de su autor. La Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

1ª edición: marzo 2016

© Rubén Munguía Rivas
© Fundación Laboral de la Construcción
ESPAÑA

Imprime:
Tornapunta Ediciones
C/ Rivas, 25
28052 Madrid
Tel.: 900 11 21 21
www.fundacionlaboral.org

Depósito Legal: M-8223-2016



Instalaciones de biomasa

Ruben Munguía Rivas

Índice

Objetivos.....	5
Presentación.....	5
■ 1. Fundamentos de energía geotermia	6
■ 2. Fundamentos de una instalación geotérmica.....	14
■ 3. Montaje y ejecución de equipos de producción de calor.....	23
■ 4. Montaje y ejecución de redes de distribución para instalaciones de climatización mediante la energía geotérmica	32
■ 5. Puesta en marcha y mantenimiento de la instalación	44
■ 6. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección ambiental	49



PRESENTACIÓN

La energía geotérmica resulta, de entre todas las fuentes de energía renovable, una de las menos implantadas a pesar de su gran potencial. En la última década, la instalación de este tipo de fuente energética ha aumentado considerablemente, sobre todo para su aplicación en viviendas particulares.

El cálculo, montaje y mantenimiento de este tipo de instalaciones puede suponer una oportunidad de expansión para instaladores de frío, calor o climatización. Resulta interesante conocer esta nueva opción, capaz de competir con las instalaciones tradicionales y pudiendo, bajo determinadas condiciones, superar las prestaciones de estas.

La puesta en marcha y mantenimiento de estas instalaciones implica el conocimiento de los fundamentos básicos de estos sistemas y las configuraciones más habituales.

El presente manual se basa en la descripción de todos los conceptos y procedimientos que son necesarios conocer para el montaje, puesta en marcha y verificación de una instalación geotérmica.

Inicialmente se expone una clasificación de los diferentes tipos de instalación en función de la temperatura de trabajo. Por su mayor nivel de implantación, el manual se desarrolla principalmente sobre instalaciones de baja o muy baja temperatura, las cuales, necesitan de una bomba de calor para su funcionamiento. Estas instalaciones hacen referencia a aquellas que no exigen unas condiciones especiales del terreno y que por tanto son las instaladas para hogares particulares, pequeñas industrias y usos agrícolas.

A lo largo de la última parte del manual se exponen las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental que afectan a este tipo de instalaciones.



OBJETIVOS GENERALES

1. Conocer los aspectos teóricos esenciales sobre el funcionamiento de la energía geotérmica.
2. Interpretar pequeños esquemas de funcionamiento o de situación de componentes de una instalación.
3. Comprender el concepto de bomba de calor, la función de cada uno de sus componentes y ver su aplicación práctica en estos sistemas.
4. Conocer los diferentes aspectos del terreno que afectan al dimensionado de las instalaciones y la realización de los trabajos de instalación.
5. Poder realizar las labores básicas de mantenimiento de una instalación geotérmica conforme a las recomendaciones del fabricante.
6. Conocer la estructura básica de cualquier sistema de control automatizado de una sala térmica.
7. Identificar, en el interior de una sala térmica, cada uno de los componentes y la función de los mismos.

UNIDAD DIDÁCTICA 1. FUNDAMENTOS DE ENERGÍA GEOTERMIA

Contenidos

1. Introducción: energías renovables y situación actual	6
2. Conceptos básicos de la energía geotérmica, clasificación y aplicaciones	7
3. Geotermia de baja entalpía. Geotermia vertical y horizontal. Ventajas e inconvenientes	8
4. Fundamentos termodinámicos. Potencial geotérmico	10
5. Propiedades térmicas del terreno. Sondeos y perforaciones	11
6. Normativa y legislación en materia de energías renovables –energía geotermia–	12
Resumen	13



Objetivos de la unidad didáctica:

- Conocer la situación actual de la geotermia en España.
- Comprender el concepto de entalpía y la clasificación de los diversos sistemas.
- Diferenciar las posibles distribuciones de los intercambiadores.
- Comprender el concepto de potencial geotérmico y el coeficiente de eficiencia energética en modo calefacción, así como las principales propiedades del terreno.
- Conocer la normativa aplicable a este tipo de instalaciones.

1. INTRODUCCIÓN: ENERGÍAS RENOVABLES Y SITUACIÓN ACTUAL

La producción, transformación, transporte y uso de energía por parte del hombre ha llevado consigo una gran repercusión en el medio ambiente. La creciente preocupación por los efectos ambientales provocados y por el fin de los combustibles fósiles ha contribuido al desarrollo de nuevas formas de obtención y transformación de energía respetuosas con el medio que nos rodea, las energías renovables.



Energía renovable

Se denomina renovable a aquella fuente de energía que proviene de recursos naturales inagotables y cuyo impacto ambiental es prácticamente nulo.

Están consideradas energías renovables la energía solar, eólica, geotérmica, hidráulica, biomasa, entre otras.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA

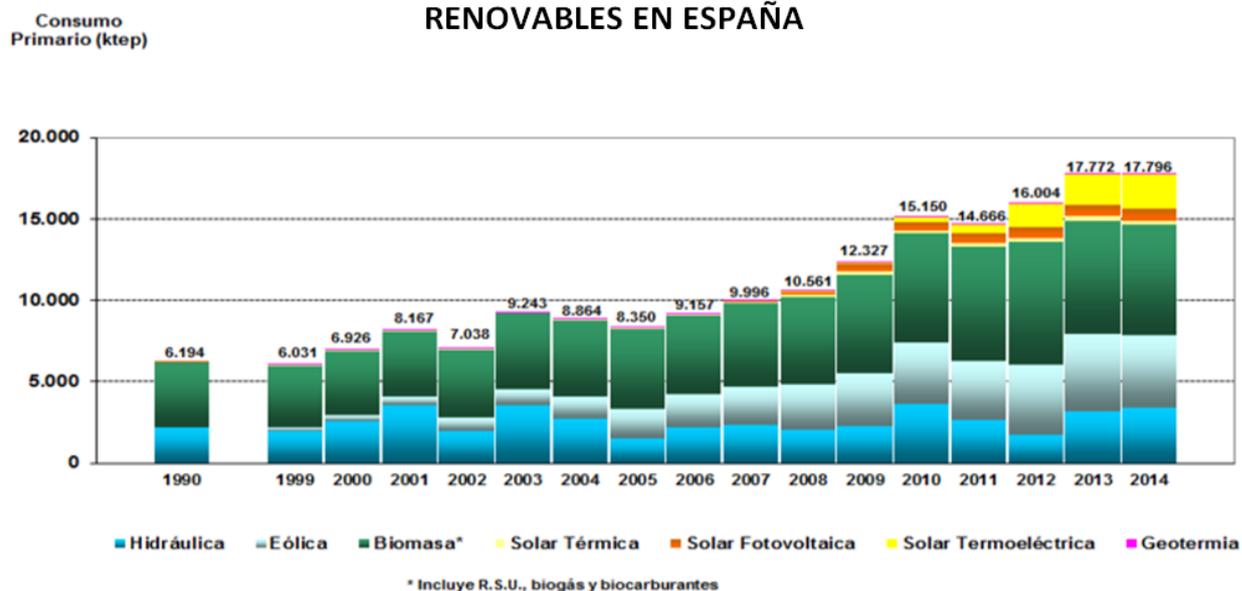


Figura 1. Evolución del consumo de energías renovables en España. Fuente: IDAE

Actualmente la energía geotermia, objeto del presente manual, no es una de las fuentes renovables más implantadas, pero se encuentra en auge durante los últimos años y cuenta con un potencial innegable.

2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA, CLASIFICACIÓN Y APLICACIONES



Energía geotérmica

La energía geotérmica se basa en la extracción del calor acumulado en el interior de la tierra para su aprovechamiento energético en climatización, suponiendo una fuente de energía limpia y de uso ilimitado.

Dentro de esta clase de energía, es posible diferenciar varios tipos de aprovechamientos, en función de las temperaturas en las que trabaja el sistema o, dicho de diferente manera, la cantidad de calor que el sistema intercambia con el entorno, concepto conocido como entalpía.

	Temperaturas	Tecnología	Aplicación
Muy baja entalpía	5-25°C	Utiliza bomba de calor	Usos directos Climatización
Baja entalpía	25-50°C	Puede precisar bomba de calor	Usos directos
	50-100°C		Usos directos
Media entalpía	100-150°C	Ciclos binarios	Electricidad Procesos
Alta entalpía	>150°C		Electricidad
EGS - HDR	>150°C	Ciclos binarios	Electricidad
Supercríticos	>300°C		Electricidad Hidrógeno

Figura 2. Tipos de aprovechamientos

Los usos en climatización y por tanto de baja entalpía son, ampliamente, los más comunes en la actualidad. Cada sistema es dimensionado en función de las necesidades, abarcando desde viviendas individuales y comunidades hasta procesos industriales o agrícolas. Los principales beneficios que presenta son:

- Supone una fuente de energía 100% limpia e inagotable.
- No requiere grandes costos de mantenimiento.
- Su uso no se limita a determinadas estaciones o condiciones ambientales.
- Alta eficiencia, genera grandes ahorros energéticos y por tanto económicos.
- Larga vida útil, generalmente superior a los 50 años.
- Genera niveles de residuos mínimos y estos provocan un impacto ambiental menor en comparación con los combustibles fósiles.
- Gran capacidad de adaptación a las condiciones del medio en que se instala, flexibilidad.
- Facilidad de combinación con otros tipos de energías renovables.
- Gran parte del sistema se encuentra bajo tierra, lo que mejora la estética y supone un menor nivel sonoro frente a otros tipos de generación de energía.



RECUERDA

La entalpía es la cantidad de calor que el sistema intercambia con el entorno.

3. GEOTERMIA DE BAJA ENTALPÍA. GEOTERMIA VERTICAL Y HORIZONTAL. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Aunque existen muchos tipos de configuraciones posibles, los sistemas geotérmicos suelen ser clasificados según la disposición de los intercambiadores de calor con el terreno en geotermia vertical y geotermia horizontal.

3.1 Geotermia vertical

Los tubos intercambiadores se disponen paralelos entre sí y verticales respecto al plano del terreno.

Sus ventajas e inconvenientes son los siguientes:

- ✓ Mayor rendimiento.
- ✓ Menor necesidad de espacio.
- ✓ Menor impacto sobre el terreno.
- ✗ Necesita equipos especiales para perforación.

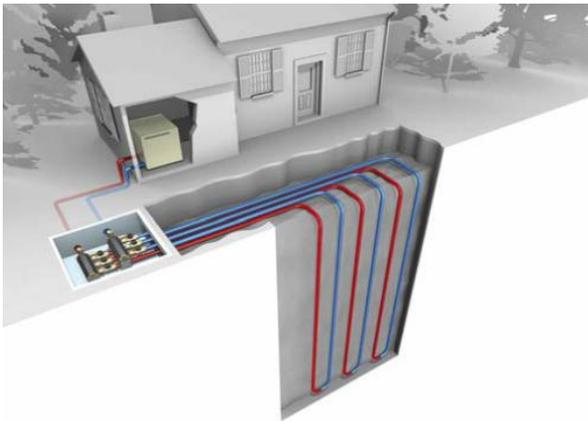


Figura 3. *Instalación de geotermia vertical. Fuente: Tipos de geotermia <http://energiarenovablegeotermica.blogspot.com>*

3.2 Geotermia horizontal

Los tubos intercambiadores se disponen en un plano paralelo al del terreno.

Sus ventajas e inconvenientes son los siguientes:

- ✓ Instalación posible en todos tipos de terreno.
- ✗ Menor rendimiento.
- ✗ Limita el uso del terreno donde está.
- ✗ Mayor mano de obra para su instalación.

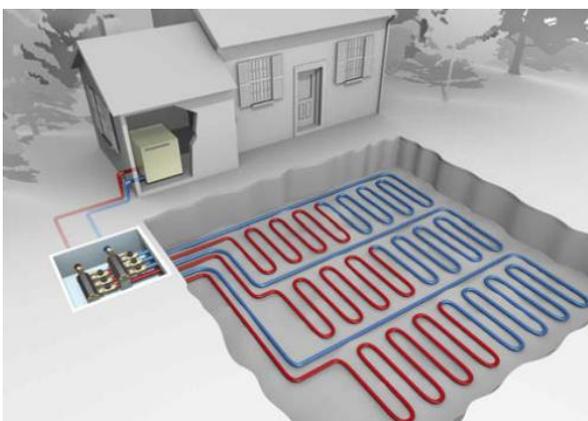


Figura 4. *Instalación de geotermia horizontal. Fuente: Tipos de geotermia <http://energiarenovablegeotermica.blogspot.com>*



RECUERDA

Los sistemas geotérmicos se clasifican según la disposición de los intercambiadores de calor con el terreno en geotermia vertical y geotermia horizontal.

4. FUNDAMENTOS TERMODINÁMICOS. POTENCIAL GEOTÉRMICO



Potencial geotérmico

No todos los terrenos tienen la misma capacidad de producción de energía geotérmica, este concepto se conoce como potencial geotérmico

Este potencial resulta un factor clave en instalaciones geotérmicas de media–alta entalpía, pero no para pequeñas instalaciones particulares de baja entalpía. Para instalaciones de baja potencia es frecuente recurrir a un potencial geotérmico estimado para la zona en función del tipo de roca y características hidráulicas del suelo.

Grupo	Tipo de litología	Caracterización hidráulica	Potencial térmico superficial (W/m)
A	Arenas, gravas arcillas y limos	Muy secos y nivel muy profundo (>30 m)	< 25
B	Arcillas y limos	Húmedos	30-50
C	Calizas, dolomías, basaltos y calcarenitas	Húmedos	40-60
D	Gravas, gravillas, arenas, areniscas, granitos y otras rocas metamórficas con esquistos y gneises	Húmedos. Nivel somero.	60-80
E	Gravas y arenas	Muy permeables, nivel muy somero y elevada circulación de agua	80-100

Figura 5. Potencial geotérmico en función de la zona. Fuente: IDAE

Las instalaciones situadas en terrenos con un alto potencial térmico dan como resultado sistemas más eficientes (manteniendo el resto de variables). El rendimiento de los sistemas térmicos bajo unas determinadas condiciones se denomina generalmente como COP.



RECUERDA

El COP (coeficiente de eficiencia energética en modo calefacción) se define como el cociente entre la potencia de calefacción y la potencia eléctrica absorbida en unas condiciones específicas de temperatura con la unidad a plena carga.

5. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL TERRENO. SONDEOS Y PERFORACIONES

Es posible conocer las características del terreno con un test de respuesta térmica TRT, sin embargo, por motivos económicos, este no suele realizarse en instalaciones con una potencia menor de 30 kw.

Para instalaciones de más de 30 kw este test es de obligatoria ejecución según la norma VDI-4640.

Las propiedades térmicas de mayor relevancia a conocer mediante el test son:

Conductividad (k): capacidad para conducir calor. Calor que atraviesa en una dirección 1m de material como consecuencia de una variación de 1 °C entre sus extremos.

Capacidad térmica (C): relación entre el calor suministrado a un sistema y la variación de temperatura provocada.

Difusividad (alfa): relación entre la conductividad y la capacidad térmica del terreno.

A grandes rasgos es la capacidad del terreno para adaptarse a la temperatura que le rodea.

Dicho test se realiza con un equipo específico formado por una bomba de calor o resistencia eléctrica, unos sensores y un ordenador; determinando así el calor aportado por la captación según unos parámetros de funcionamiento conocidos de la bomba de calor.

Disponer de los resultados del test permite dimensionar la instalación de manera más exacta y por tanto reducir el número de perforaciones a realizar, lo que afecta positivamente en el coste total del montaje de la instalación.

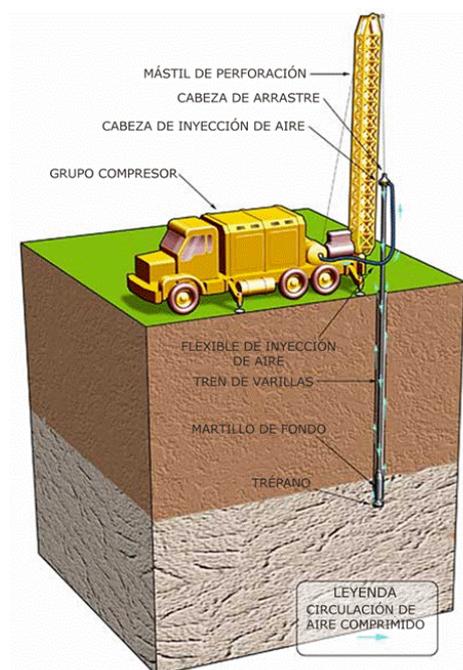


Figura 6. Guía de energía geotérmica.

Fuente: <http://fenercom.com>

6. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN EN MATERIA DE ENERGÍAS RENOVABLES –ENERGÍA GEOTERMIA–

6.1 Energías renovables

a. Directiva 2009/28/CE

Se establece como objeto conseguir una cuota mínima del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea, el mismo objetivo establecido para España, y una cuota mínima del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada estado miembro para el año 2020.

b. Objetivo 20-20-20

Establece las bases para que la UE logre sus objetivos para 2020: un 20% de mejora de la eficiencia energética, una contribución de las energías renovables del 20% y una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del 20%.

c. DEEE 2010/31/UE

Establece que los nuevos edificios residenciales, de oficina y servicios construidos en la Unión Europea a partir de 2020 deberán ser de energía casi cero.

Determina la limitación de la demanda energética mediante un diseño bioclimático y eco-eficiente del edificio y la producción de energía con fuentes renovables.

6.2 Energía geotermia

a. CTE DB HE (Ahorro de Energía). HE2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

b. RITE 1027/2007. Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios

Establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, es decir, aquellas destinadas a abastecer la demanda térmica, para conseguir un uso racional de la energía.

c. VDI 4640 “THERMAL USE OF THE UNDERGROUND”

Dimensionamiento de las instalaciones geotérmicas con bomba de calor. Guía IDAE, Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica.



RECUERDA

Una instalación geotérmica se considera una instalación industrial y como tal está sujeta a diversa normativa de carácter europeo, estatal y autonómico. El propietario es el responsable de las acciones que la instalación ocasione al subsuelo y/o a los acuíferos afectados por la explotación del recurso geotérmico.



RESUMEN

- La entalpía es la cantidad de calor que el sistema intercambia con el entorno.
- Los sistemas geotérmicos se clasifican según la disposición de los intercambiadores de calor con el terreno en geotermia vertical y geotermia horizontal.
- El COP (coeficiente de eficiencia energética en modo calefacción) se define como el cociente entre la potencia de calefacción y la potencia eléctrica absorbida en unas condiciones específicas de temperatura con la unidad a plena carga.
- Una instalación geotérmica se considera una instalación industrial y como tal está sujeta a diversa normativa de carácter europeo, estatal y autonómico. El propietario es el responsable de las acciones que la instalación ocasione al subsuelo y/o a los acuíferos afectados por la explotación del recurso geotérmico.

UNIDAD DIDÁCTICA 2. FUNDAMENTOS DE UNA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

Contenidos

1. Componentes y simbología de una instalación	14
2. Funcionamiento de una bomba de calor geotérmico.....	18
3. Selección de la bomba de calor mediante catálogos.....	19
4. Propiedades del fluido circulante y colectores.....	21
5. Programas CAD.....	21
Resumen	22

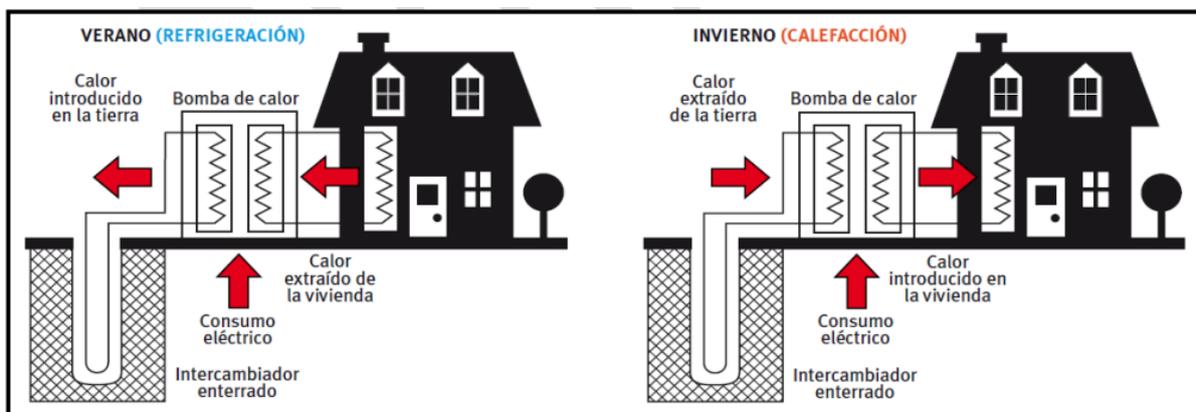


Objetivos de la unidad didáctica:

- Conocer los principales componentes de cualquier instalación geotérmica.
- Comprender el funcionamiento y los componentes de una bomba de calor.
- Realizar la selección de una bomba de calor a partir de catálogos.
- Conocer la composición y las principales propiedades de los fluidos circulantes.

1. COMPONENTES Y SIMBOLOGÍA DE UNA INSTALACIÓN

Aunque existen particularidades, los principales componentes de cualquier instalación geotérmica son:



Fuente: Vulcano ingeniería y gestión energética

Figura 1. Instalación geotérmica. Fuente: Vulcano ingeniería y gestión energética

1.1 Intercambiador enterrado

Son los elementos por cuyo interior circula el fluido que absorbe (calefacción) o cede (refrigeración) calor con el terreno donde se encuentra enterrado.

1.2 Depósito de agua para calefacción

Se trata de un acumulador de agua que es calentada o enfriada por el calor proveniente del interior de la tierra, previo paso por la bomba de calor.



RECUERDA

Los componentes de una instalación geotérmica son: el intercambiador enterrado, un depósito de agua para calefacción y un depósito de agua para calefacción.

1.3 Bomba de calor



Bomba de calor

Una bomba de calor es una máquina que transfiere el calor desde un foco frío a otro caliente utilizando una pequeña cantidad de energía externa.

En el caso de la geotermia, cuando el sistema se encuentra en modo calefacción, el intercambiador enterrado supone el foco caliente y el agua a calentar para el circuito de calefacción supone el foco frío. La bomba de calor está formada por 5 componentes principales:

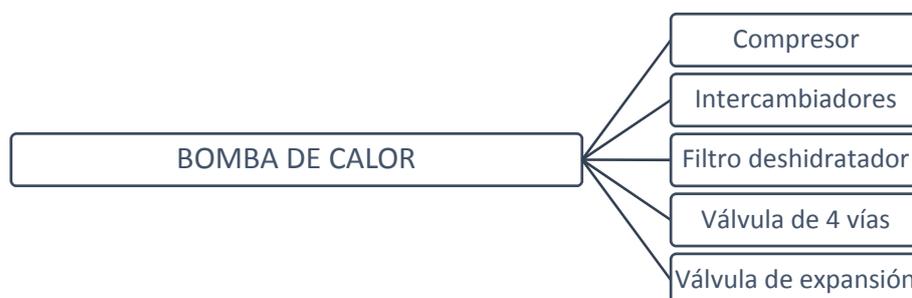


Figura 2. Componentes de la bomba de calor



RECUERDA

Los componentes principales de una bomba de calor son: el compresor, los intercambiadores, el filtro deshidratador, las válvulas de 4 vías y la válvula de expansión.

a. Compresor

<p>Los compresores son las máquinas que aspiran el vapor refrigerante, lo trasiegan desde el evaporador, y lo comprimen provocándole un aumento de temperatura durante la compresión.</p> <p>Los compresores son también los responsables del mantenimiento del refrigerante en circulación a través del sistema, de forma que el vapor caliente procedente del compresor es enviado hasta el condensador.</p>	
--	--

Figura 3. Compresor

b. Intercambiadores

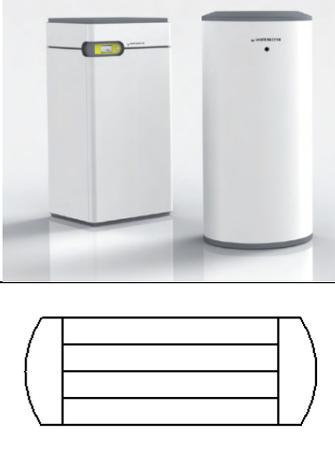
<p>Los intercambiadores de calor son los elementos donde el fluido refrigerante cede o absorbe calor con el medio que lo rodea.</p> <p>En el interior de la bomba de calor un primer intercambiador transmite el calor desde el agua de las perforaciones al refrigerante y un segundo intercambiador transmite esta energía al agua de la calefacción.</p>	
---	--

Figura 4. Intercambiadores

c. Filtro

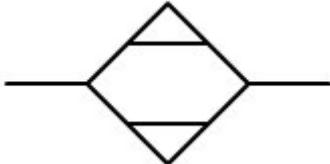
<p>El filtro es el encargado de garantizar que el fluido refrigerante no presenta contaminantes. Son colocados en serie dentro del circuito, haciendo circular el fluido a través de ellos, atrapando las partículas sólidas y eliminando la humedad del refrigerante.</p>	 
--	---

Figura 5. *Filtro*

d. Válvula de 4 vías

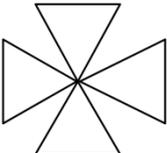
<p>La válvula de 4 vías ofrece la posibilidad de invertir el sentido de circulación del refrigerante, es decir, permite que el sistema funcione en modo frío o calor (verano/invierno).</p>	 
---	---

Figura 6. *Válvula de 4 vías*

e. Válvula de expansión

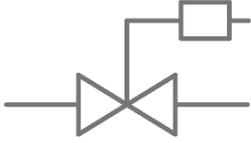
<p>Permite una expansión controlada del fluido refrigerante entre el condensador y el evaporador. Ajusta la presión del refrigerante para un total aprovechamiento del evaporador. Existen diferentes tipos en función del tipo de control.</p>	
	

Figura 7. Válvula de expansión

2. FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICO

La bomba de calor se instala junto al acumulador de agua caliente en el interior de la vivienda, generalmente en zonas auxiliares como garajes o bodegas.

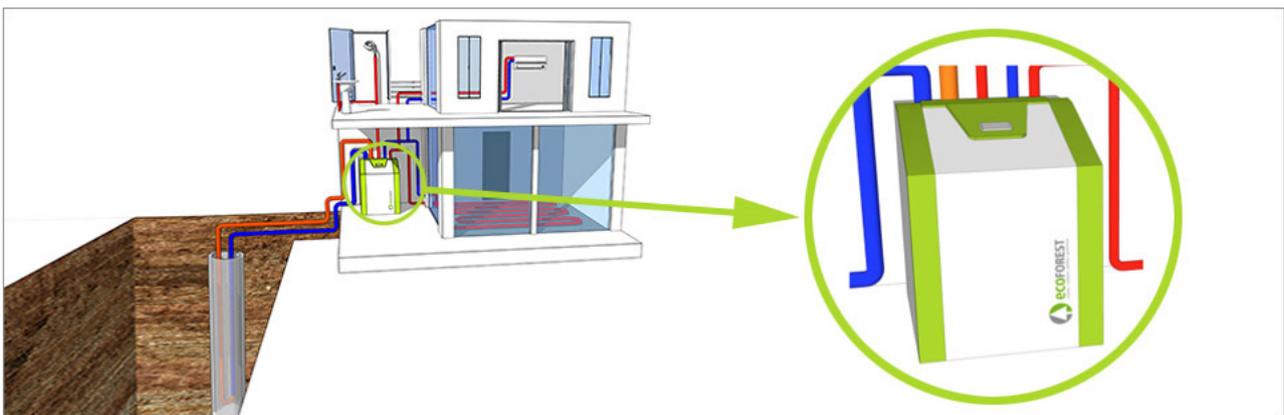


Figura 8. Ventajas de la geotermia. Fuente: <http://ecoforest.es>

El ciclo que se lleva a cabo en el interior del dispositivo comienza con la entrada del glicol (1) que previamente ha circulado por los captadores (horizontales o verticales).

El glicol atraviesa un primer intercambiador (2) donde el fluido pasa a estado gas absorbiendo el calor. El movimiento del fluido es generado por el compresor (3), el cual, aspira el fluido en forma gas y a baja presión desde la salida del evaporador.

En la salida del compresor, el fluido continúa en estado gas, pero a alta presión.

En un segundo intercambiador (4), el fluido en estado gas cede el calor que portaba hacia el agua del sistema de calefacción (5), provocando la condensación del gas.

Cuando el fluido, condensado y a una alta presión, abandona el condensador, atraviesa la válvula de expansión (6), a partir de la cual, la presión se reduce y vuelve a entrar en el evaporador.



RECUERDA

La bomba de calor debe instalarse junto al acumulador de agua caliente en el interior de la vivienda.

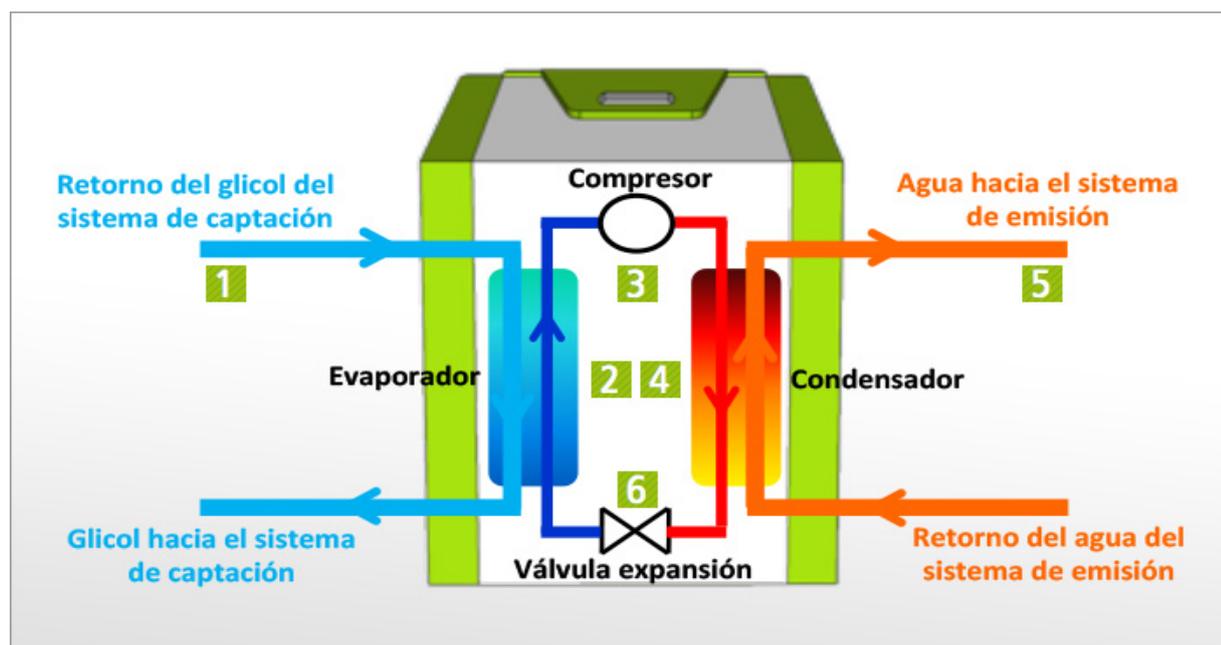


Figura 9. Geotermia. Fuente: <http://ecoforest.es>

3. SELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR MEDIANTE CATÁLOGOS

En las bombas de calor, la fuente de calor externa, situada en el evaporador, puede ser aire o agua.

En geotermia este aporte de calor es por agua, pero puede ser de dos tipos:

- Cuando el circuito es cerrado y por la tubería circula agua con anticongelante. En inglés se denomina BRINE.
- Cuando el circuito es abierto, el agua circula desde el nivel freático.

Además del tipo de circuito, el segundo factor clave para la selección de la bomba de calor es la potencia calorífica de la misma. Este dato depende de las pérdidas de calor calculadas para la vivienda a climatizar. Este cálculo conlleva cierta complejidad debido a los diferentes factores que intervienen en el mismo, estando especificados en el RITE 1027/2007.

Son los siguientes:

- Superficie a climatizar.
- Altura del local.
- Materiales de los aislamientos (suelo, techos, paredes, puertas y ventanas).
- Superficie de cada tipo de aislamiento.
- Presencia de locales colindantes y si estos están climatizados o no.
- Renovación del aire del interior.
- Situación geográfica y orientación de la vivienda a climatizar.

DS 5027 Ai con R410A (NC y RC)		DS 5008.5Ai	DS 5010.5Ai	DS 5012.5Ai	DS 5014.5Ai	DS 5017.5Ai	DS 5020.5Ai	DS 5023.5Ai	DS 5027.5Ai
Fuente de calor: agua subterránea									
Potencia consumida / entregada W10/W35	kW ¹⁾	1,2/8,0	1,5/9,8	1,9/12,3	2,1/13,9	2,6/18,0	3,1/19,9	3,7/23,1	4,2/26,3
COP ²⁾		6,50	6,80	6,68	6,89	6,96	6,38	6,14	6,00
Caudal agua calefacción	m ³ /h ($\Delta t=5K$)	1,4	1,7	2,1	2,4	3,1	3,4	4,0	4,5
Caudal agua subterránea	m ³ /h ($\Delta t=3K$)	1,9	2,4	3,0	3,4	4,3	4,8	5,6	6,3
Caudal agua subterránea, mínimo	m ³ /h	1,0	1,2	1,5	1,7	2,1	2,4	2,8	3,2
Límite de operación		W10/W63							
Fuente de calor: tierra (captación vertical y horizontal)									
Potencia consumida / entregada B0/W35	kW ¹⁾	1,2/5,9	1,5/7,3	1,9/9,2	2,1/10,3	2,6/13,3	3,2/15,0	3,6/17,4	4,1/19,7
COP ²⁾		4,7	4,9	5,0	4,9	5,0	4,7	4,8	4,8
Caudal agua calefacción	m ³ /h ($\Delta t=5K$)	1,0	1,2	1,6	1,8	2,3	2,6	3,0	3,4
Caudal fuente de calor ²⁾	m ³ /h ($\Delta t=3K$)	1,5	1,8	2,3	2,6	3,4	3,7	4,4	4,9
Límite de operación		B-5/W50 B0/W55 B5/W63 B10/W63							
Compresor		Scroll completamente hermético							

Figura 10. Ejemplo de oferta para bomba de calor geotérmica. Fuente: Waterkotte



RECUERDA

En las bombas de calor, la fuente calor externa puede ser de aire o agua, en geotermia es por agua.

4. PROPIEDADES DEL FLUIDO CIRCULANTE Y COLECTORES

El fluido portador de calor es un líquido que circula por el interior del circuito primario de la sonda geotérmica y que al pasar por el colector es capaz de absorber la energía proveniente del interior de la tierra. La capacidad de absorber y ceder calor viene determinada por una propiedad llamada calor específico.



Calor específico

El calor específico es la cantidad de calor que por kilogramo necesita un cuerpo para que su temperatura se eleve en un grado centígrado

Los fluidos caloportadores que más se utilizan son los fluidos a base de agua y glicol propilénico. En el intercambiador de calor, esta energía pasará al circuito secundario de la instalación doméstica para ser aprovechada.

Las sondas, enterradas en la parte exterior de la casa a climatizar, están formadas de polietileno. Este material plástico presenta unas características físicas que le permiten soportar las presiones del circuito provocadas por las columnas de agua. Las sondas, al igual que todos los elementos del sistema que estén en contacto con el fluido portador de calor, deben ser resistentes al glicol.

5. PROGRAMAS CAD

Existen numerosos programas de diseño asistido por ordenador (CAD) que suponen una herramienta de gran utilidad para el diseño, la gestión y el mantenimiento de las instalaciones geotérmicas.



RESUMEN

- Los componentes de una instalación geotérmica son: el intercambiador enterrado, un depósito de agua para calefacción y un depósito de agua para calefacción.
- Los componentes principales de una bomba de calor son: el compresor, los intercambiadores, el filtro deshidratador, las válvulas de 4 vías y la válvula de expansión.
- La bomba de calor debe instalarse junto al acumulador de agua caliente en el interior de la vivienda.
- En las bombas de calor, la fuente calor externa puede ser de aire o agua, en geotermia es por agua.

UNIDAD DIDÁCTICA 3. MONTAJE Y EJECUCIÓN DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE CALOR

Contenidos

1. Interpretación de documentación técnica (esquemas hidráulicos)	23
2. Instalación y configuración de una bomba de calor geotérmico	25
3. Conexión y montaje del cuadro eléctrico a los elementos de mando y potencia	28
4. Programación del sistema de control automático de los parámetros de funcionamiento	29
Resumen	31



Objetivos de la unidad didáctica:

- Interpretar esquemas hidráulicos básicos.
- Conocer los pasos esenciales para la instalación y configuración de una bomba de calor.
- Identificar los principales componentes de mando y protección eléctrica de un sistema.
- Conocer la estructura básica de cualquier sistema de control automatizado de una sala térmica.

1. INTERPRETACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA (ESQUEMAS HIDRÁULICOS)

La circulación del agua y el refrigerante por el circuito de la instalación geotérmica se lleva a cabo mediante bombas hidráulicas. Con el objetivo de recopilar la mayor cantidad de información posible de forma simple, se realizan esquemas hidráulicos mediante la simbología de cada uno de los elementos que intervienen en el sistema.

Entre la impulsión y el retorno del componente principal, la bomba hidráulica, se representan el resto de componentes, permitiendo por tanto conocer su situación y conexionado en el sistema sin necesidad de analizar la instalación *in situ*.

La complejidad de estos esquemas va aumentando conforme se añaden componentes.

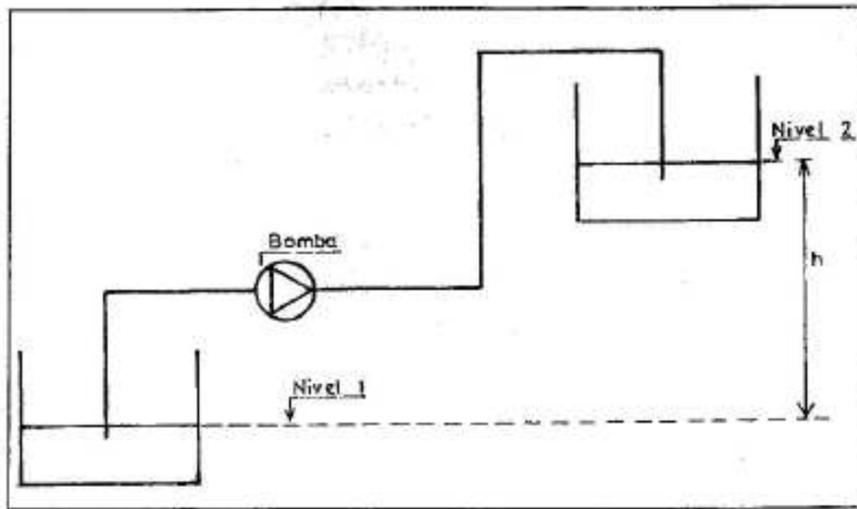


Figura 1. Esquema hidráulico de circuito abierto, formado por un equipo de bombeo

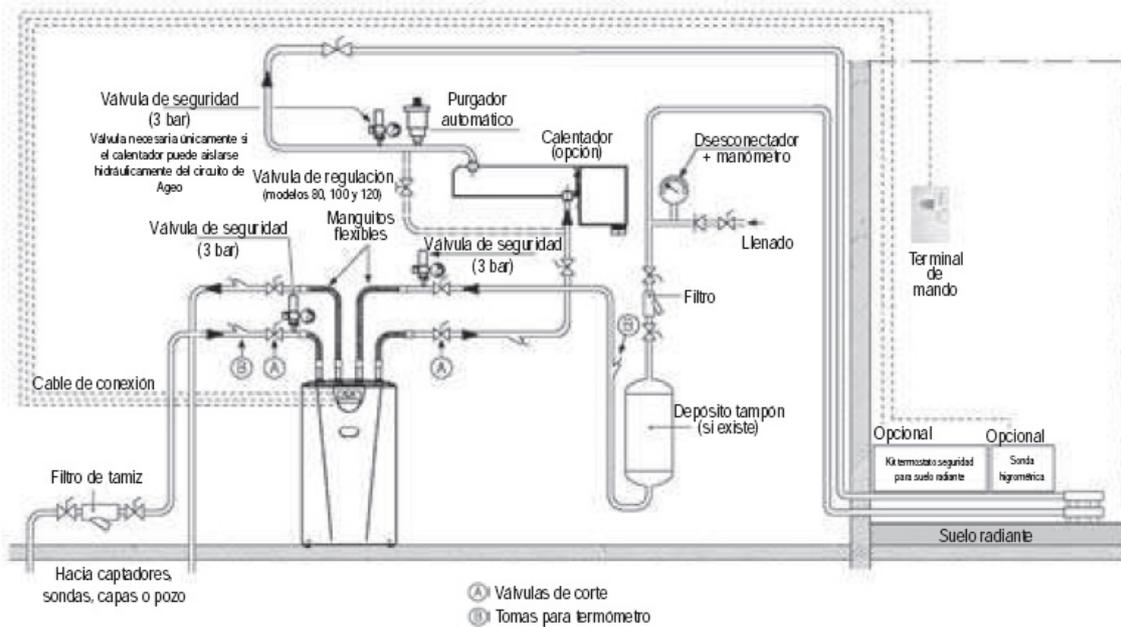


Figura 2. Esquema hidráulico de montaje del fabricante CIAT.
Fuente: Manual de instalación CIAT



RECUERDA

Mediante las bombas hidráulicas circula el agua y el refrigerante por el circuito de la instalación geotérmica.

2. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UNA BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICO

Cada fabricante y modelo presenta particularidades de instalación y configuración, por ello, resulta imprescindible consultar las indicaciones del fabricante. Las fases para llevar a cabo la instalación de cualquier bomba de calor geotérmica son:

2.1 Posicionamiento y anclaje del equipo

Una vez que el equipo ha sido desembalado y comprobado que no presenta golpes ni desperfectos por el transporte, se debe colocar el equipo en su emplazamiento final. Los lugares de colocación más frecuentes son garajes, trasteros o bodegas. Se trata de resguardar al equipo de las condiciones climáticas exteriores, sin transmitir el ruido de funcionamiento del equipo a las zonas habitables de la vivienda o comercio.

Las dimensiones de estos equipos suelen ser reducidas, pero se debe tener en cuenta los espacios mínimos necesarios para la instalación del cableado, de las tuberías y el mantenimiento del mismo.

Los fabricantes de los equipos detallan en sus manuales cuáles deben ser estos espacios mínimos.

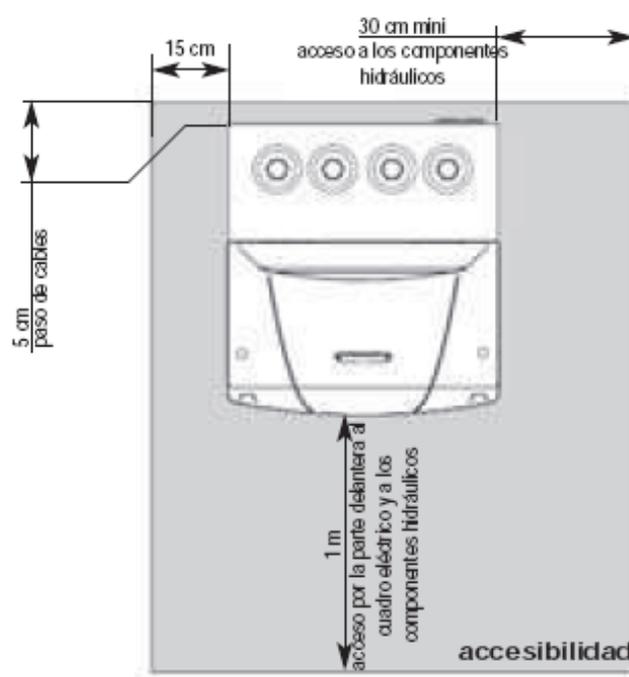


Figura 3. Equipo de una bomba de calor geotérmico. Fuente: Manual de instalación CIAT

El anclaje del equipo debe realizarse sobre una superficie firme y capaz de soportar el peso y las vibraciones del mismo. Resulta muy importante nivelar perfectamente el equipo, para ello los fabricantes montan apoyos regulables con los que es posible compensar los desniveles de la superficie.

2.2 Conexión hidráulica

Cuando la posición del equipo sea definitiva, se deben conectar las tuberías hidráulicas.

Cada equipo dispone al menos de dos entradas y dos salidas, cuya conexión se realiza habitualmente mediante una rosca y junta de estanqueidad.

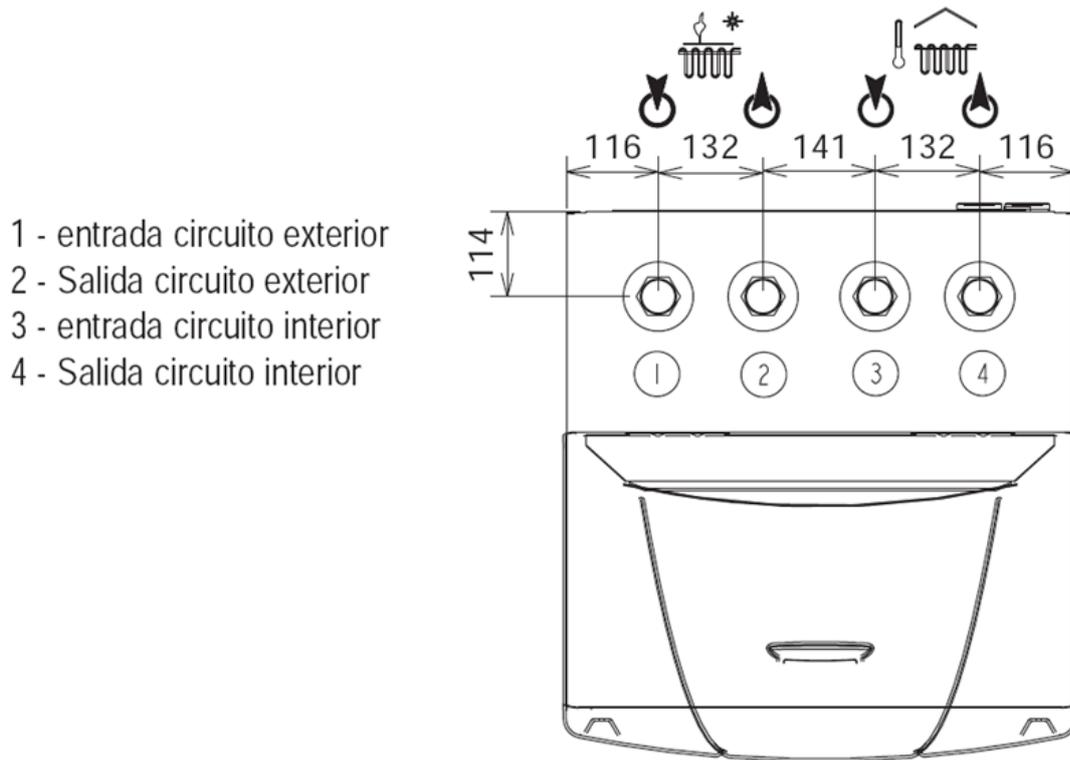


Figura 4. Conexión hidráulica. Fuente: Manual de instalación CIAT

Las tuberías actúan frecuentemente como elemento trasmisor de las vibraciones del equipo hacia las paredes del habitáculo, pudiendo afectar esto al confort en estancias contiguas. Para evitarlo, se instalan fijaciones mediante bridas recubiertas de material anti vibratorio. La instalación de válvulas de corte en cada conexión permite aislar el equipo del resto de la instalación, algo necesario en caso de sustitución o mantenimiento del equipo.

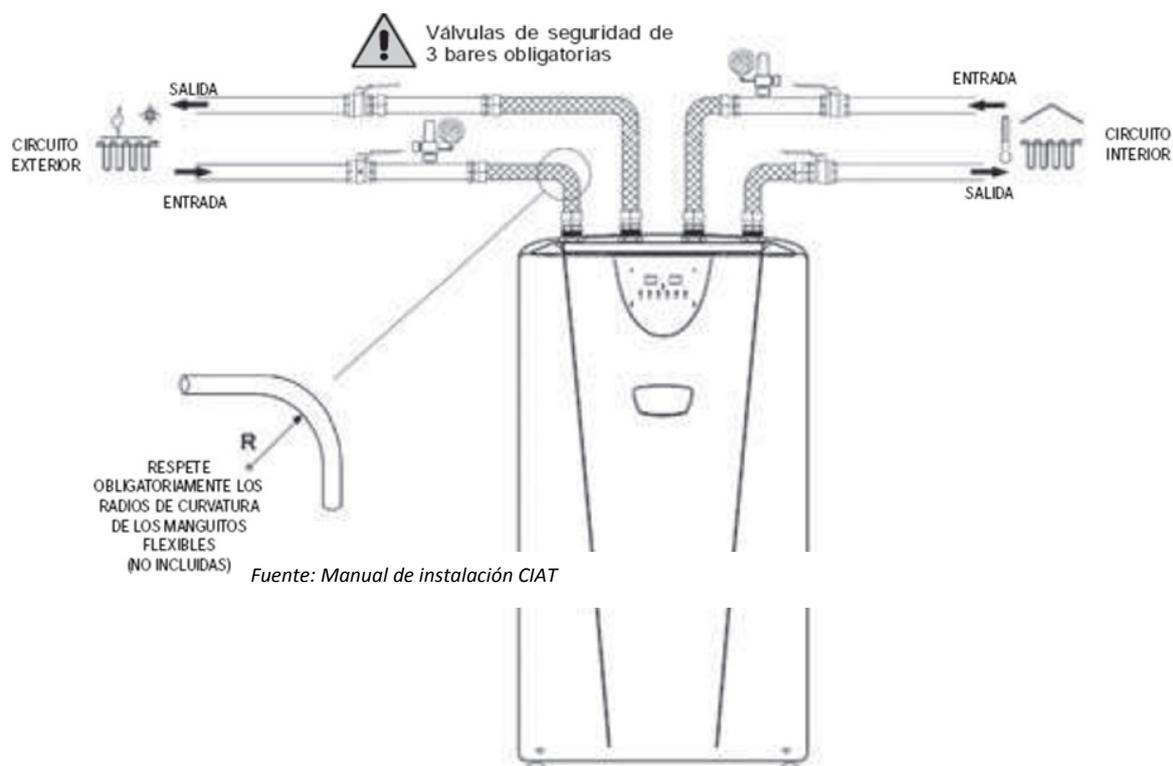


Figura 5. Instalación de las válvulas. Fuente: Manual de instalación CIAT



Válvulas limitadoras

Las válvulas limitadoras de presión son elementos de seguridad imprescindibles en cualquier instalación. Su funcionamiento se basa en abrir el circuito en el que están instaladas cuando la presión en el interior del mismo supera el límite preestablecido.

2.3 Conexión eléctrica

Un cableado incorrecto puede suponer daños irreparables en la electrónica del equipo, por lo que se trata del paso más importante en la instalación y debe hacerse siguiendo las indicaciones y esquemas del fabricante.

Hasta la bomba de calor se conectan:

- Sensores de temperatura (interior/externo).
- Terminal de control (termostato).
- Alimentación eléctrica (monofásica 230 V / trifásica 400 V).

Conexión previa a la puesta en funcionamiento del equipo

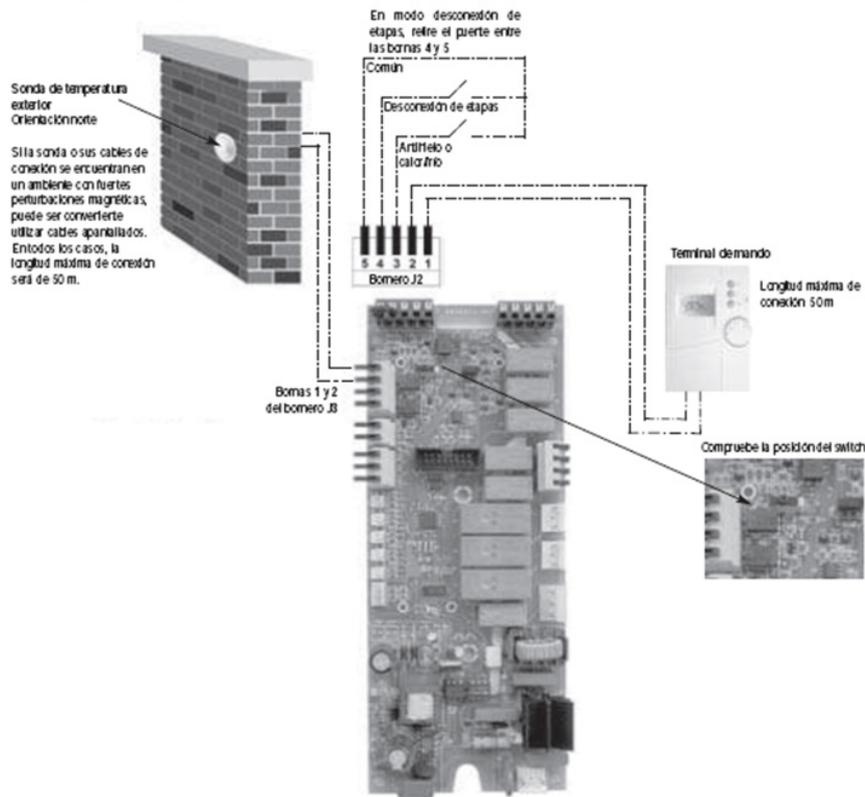


Figura 6. Conexión eléctrica. Fuente: Manual de instalación CIAT



RECUERDA

Las fases para llevar a cabo una instalación de una bomba de calor geotérmico son:

- Primero: posicionamiento y anclaje del equipo.
- Segundo: conexionado hidráulico.
- Tercero: conexionado eléctrico.

3. CONEXIÓN Y MONTAJE DEL CUADRO ELÉCTRICO A LOS ELEMENTOS DE MANDO Y POTENCIA

Junto a la bomba de calor se instala el cuadro eléctrico independiente que contiene todas las protecciones y conexiones eléctricas. Este cuadro facilita las operaciones de mantenimiento.

Una configuración típica de estos cuadros podría ser la siguiente:

- Diferencial general 30 mA

Protección de las personas frente a derivaciones y descargas.

- Magneto-térmico para el control 10 A

Protección frente a cortocircuitos (magneto–bobina).
Intensidades elevadas (térmico–lámina bimetálica).

- Magneto-térmico compresor (Según potencia compresor)

Protege el motor del compresor.

- Watímetro

Permite conocer potencia y consumo del sistema.

4. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

En la mayoría de casos, el terminal de control (termostato) es colocado dentro de la vivienda, en el ambiente que queremos climatizar. Este terminal, además de su principal función como sistema de control, sirve de termostato de ambiente, de modo que participa activamente en la regulación del equipo.



Figura 7. Termostato

Existen numerosos terminales de control diferentes según su interfaz (analógico – digital) o las funciones de programación que ofrece. Conforme el terminal oferta más opciones, su programación resulta más compleja.

En la actualidad la programación de estos equipos se realiza por niveles, limitando el acceso del usuario a un parámetro que pueda afectar al correcto funcionamiento del equipo.

Los cambios en estos parámetros solo son posibles con claves de acceso creadas para técnicos mantenedores o para el propio fabricante si pueden comprometer la seguridad.

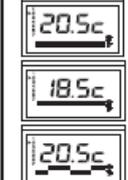
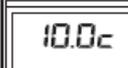
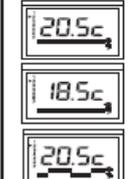
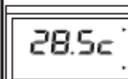
Posición rueda selectora	Teclas del teclado			Modo	Visualización
	+	-	OK		
 Reloj	Incremento de los minutos. Aceleración si mantiene pulsada la tecla	Decremento de los minutos. Aceleración si mantiene pulsada la tecla	Paso al día siguiente	Ajuste de la hora y del día. máquina parada	
 Programación en frío	Posición del segmento en confort = sol	Posición del segmento en ahorro = luna		Programación semanal en modo frío	
 Modo frío	Incremento de la consigna de frío	Decremento de la consigna de frío	Paso a modo Confort, Eco y Programado Modo Antihielo	Modo frío Autorización de marcha	
 Marcha / parada	Visualización 4 segmentos	Visualización 4 segmentos		Modo parada y reinicio fallo permanente	
 Modo anti-hielo	Incremento de la consigna de Antihielo	Decremento de la consigna de Antihielo		Autorización marcha del grupo en producción agua caliente	
 Modo calor	Incremento de la consigna de calor	Decremento de la consigna de calor	Paso a modo Confort, Eco y Programado	Modo calor Autorización marcha del grupo en producción agua caliente	
 Programación en modo calor	Posición del segmento en confort = sol	Posición del segmento en confort = luna	Paso al día siguiente	Programación semanal en modo calor Autorización marcha del grupo en producción agua caliente según consigna programada	
 Piscina	Incremento de la consigna	Decremento de la consigna	Sin efecto	Calefacción piscina Autorización marcha del grupo en producción agua caliente	

Figura 8. Sistema de control del termostato. Fuente: Manual de instalación CIAT



RECUERDA

El terminal de control de una instalación de una bomba de calor geotérmico es el termostato, que puede ser analógico o digital.



RESUMEN

- Mediante las bombas hidráulicas circula el agua y el refrigerante por el circuito de la instalación geotérmica.
- Las fases para llevar a cabo una instalación de una bomba de calor geotérmico son:
 - Primero: posicionamiento y anclaje del equipo.
 - Segundo: conexionado hidráulico.
 - Tercero: conexionado eléctrico.
- El terminal de control de una instalación de una bomba de calor geotérmico es el termostato, que puede ser analógico o digital.

UNIDAD DIDÁCTICA 4. MONTAJE Y EJECUCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN MEDIANTE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Contenidos

1. Montaje e instalación de intercambiadores según el tipo de la instalación	32
2. Procedimientos de soldadura dependiendo de las características de los colectores.....	37
3. Instalación y montaje de los circuitos de agua de diferentes configuraciones (conexiones)..	39
Resumen	43



Objetivos de la unidad didáctica:

- Conocer las diferentes configuraciones más habituales para intercambiadores de calor.
- Conocer los pasos a seguir para la correcta soldadura de colectores.

1. MONTAJE E INSTALACIÓN DE INTERCAMBIADORES SEGÚN EL TIPO DE LA INSTALACIÓN

El montaje e instalación de los intercambiadores de calor con el terreno conlleva la mayor parte de las horas de mano de obra para cualquier proyecto de instalación de energía geotérmica. La correcta selección e instalación de estos componentes influye significativamente en el rendimiento y la vida útil de la instalación.

1.1 Selección del tipo de intercambiadores (verticales–horizontales)

Generalmente la instalación de los intercambiadores se realiza de forma vertical, pero los intercambiadores horizontales pueden ser una buena solución donde las condiciones del terreno impiden la instalación en vertical.

1.2 Realización de la excavación – perforaciones

a. Sondas horizontales

En el caso de intercambiadores horizontales es posible realizar excavaciones en forma de zanja o en la totalidad del terreno, siendo esta última opción la más recomendable. En cualquiera de los dos casos, la profundidad mínima será de 1,5 metros.



Figura 1. Excavaciones en el terreno.

Fuente: Guía técnica diseño de sistemas de bomba calor geotérmica. IDAE



RECUERDA

La instalación de los intercambiadores generalmente se realiza de forma vertical.

b. Sondas verticales

Se realizan tantas perforaciones como sondas vayan a ser instaladas, con un profundidad de entre 60 y 140 metros.

En caso de realizarse un test de respuesta térmica, es frecuente usar la primera de las perforaciones para realizar el test.



Dimensión de las perforaciones

Habitualmente las perforaciones tienen un radio de entre 15 cm y 20 cm.

En el caso de terrenos formados por gravas o con gran cantidad de agua se procede a entubar la perforación.

1.3 Instalación de las sondas

a. Sondas horizontales

La distribución de las sondas, cuando son colocadas de forma horizontal respecto al terreno, resulta más difícil de estandarizar. Esta distribución se llevará a cabo de forma que se aproveche de la mejor manera el terreno disponible, ya que es posible que el terreno presente desnivel o zonas en las que no es posible o rentable realizar excavaciones.

Se debe tener en cuenta que la superficie de terreno sobre las sondas instaladas no se podrá pavimentar (cemento, hormigón) debido a que esto afectaría al intercambio de calor.

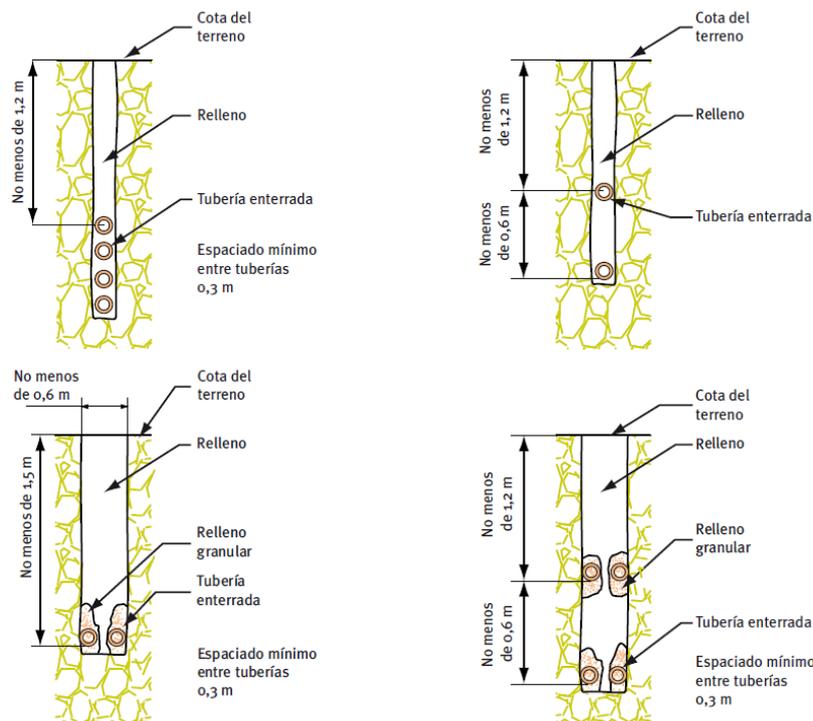


Figura 2. Diferentes configuraciones de sondas horizontales. Fuente: IDAE

b. Sondas verticales

Están construidas en material plástico, polietileno, capaz de soportar las presiones de las columnas de agua en su interior. Hasta 80 metros de profundidad se usan sondas PN10 y para profundidades de hasta 140 metros sondas PN16. El diámetro oscila entre 32 mm y 40 mm pudiéndose instalar dos o cuatro tubos según su diseño. La sonda se introduce con la ayuda de un peso en la punta, comenzando lentamente y aumentando la velocidad paulatinamente.



RECUERDA

Antes de proceder al relleno de la perforación, una vez introducida la sonda, se debe realizar una prueba de presión para comprobar que la sonda no presenta fugas. Generalmente se mantiene una presión de 1 bar durante 30 minutos.

1.4 Relleno de las perforaciones

Junto a las sondas se introduce una pequeña tubería flexible de 20 mm para introducir el material de relleno. Para el relleno es frecuente el uso del mismo material extraído aunque existen aditivos especialmente diseñados para aumentar la conductividad térmica.

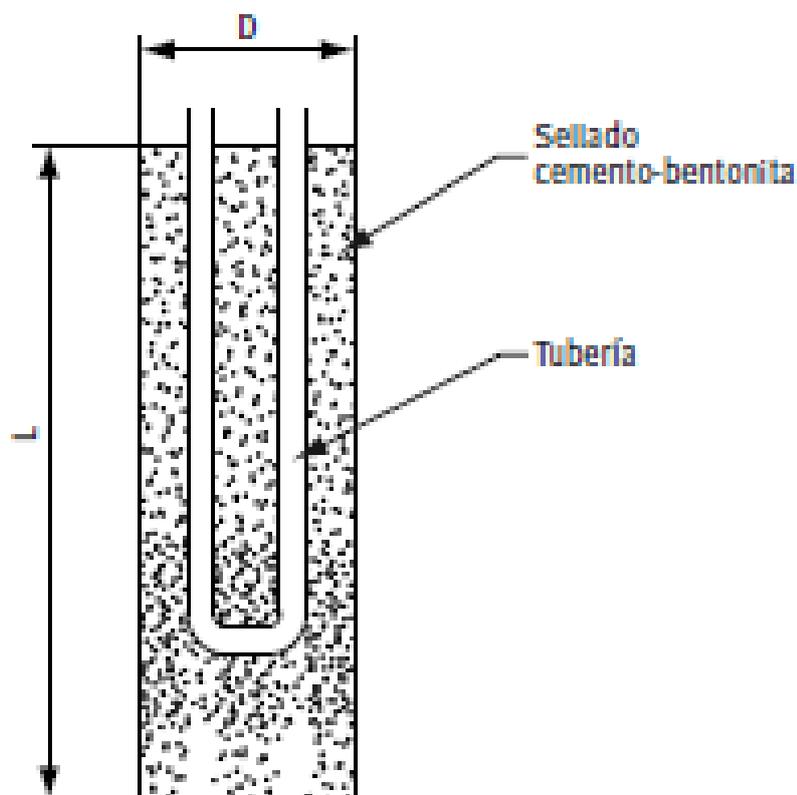


Figura 3. Relleno de las perforaciones.

Fuente: Guía técnica diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica. IDEA



RECUERDA

Es importante abrir la válvula colocada para la prueba de presión antes de rellenar la perforación.

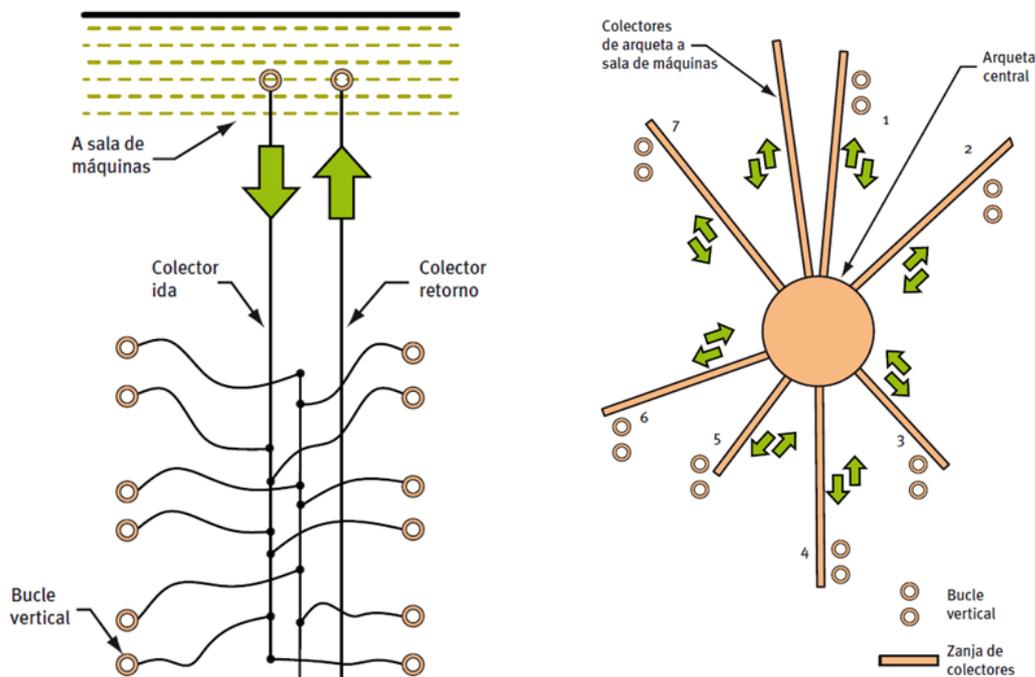
Esto se debe a que la presión en la sonda aumenta considerablemente y podría reventar con la presión del relleno a su alrededor.

1.5 Interconexión de las sondas

En el caso de instalaciones verticales, una vez realizada la instalación de las sondas, es necesario la interconexión de las mismas para posteriormente conectar este conjunto al colector de entrada a la bomba de calor.

Son necesarias zanjas entre las sondas de 1 metro de profundidad y 30 cm de ancho, con una capa de 15 cm de arena fina en el fondo.

Sobre esta base se colocan los tubos de conexión entre sondas con una inclinación del 2% hacia la sala de máquinas para facilitar la purga del circuito.



Fuente: Guía técnica diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica. IDAE

Figura 4. Interconexión de las sondas.

Fuente: Guía técnica diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica. IDAE



RECUERDA

Antes de proceder al relleno de estas zanjas con el material extraído previamente, es necesario realizar una nueva prueba de presión del circuito.

2. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA DEPENDIENDO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS COLECTORES

La estanqueidad entre los diferentes componentes o accesorios que forman las sondas geotérmicas es un requisito vital para alargar la vida útil de la instalación. Estos elementos deben adaptarse a las características y particularidades del terreno donde van a ser instaladas. Por este motivo, es necesario realizar en la propia instalación diferentes uniones, soldaduras, entre los componentes, siendo imposible su ensamblaje en fábrica. La forma más habitual de unión para el tipo de material más común de fabricación de estos elementos, el polietileno, se denomina, electrofusión.



Electrofusión

La electrofusión es un sistema de unión utilizado para unir tubos y accesorios de polietileno. Su funcionamiento se basa en la fusión del material plástico por el calor generado por la circulación de una corriente eléctrica.

Previo al proceso de electrofusión se deben de realizar varios pasos de preparación para conseguir una soldadura fiable capaz de soportar la presión nominal para la que está diseñado el tubo y componentes a soldar.

2.1 Preparación

El transporte de los elementos a soldar puede generar entallas y ralladuras en la superficie exterior del tubo. Inicialmente se debe comprobar que no existen desperfectos y de ser así, proceder a limpiar la superficie a soldar con una toalla que no deje residuos en el tubo.

2.2 Raspar

Para asegurar que la soldadura no está contaminada con grasas, suciedad o impurezas, se debe raspar la superficie del tubo con un raspador. Existen raspadores automáticos y manuales, es muy importante no tocar la superficie una vez raspada.



Figura 5. Soldadura por electrofusión. Fuente: <http://www.blogplastics.com>

2.3 Alineación

Una correcta alineación de los tubos durante el calentamiento y enfriamiento es necesaria para que la soldadura se realice perfectamente. Los alineadores, además de asegurar el alineado de los componentes, deben evitar el movimiento de los tubos durante la soldadura.



Figura 6. Soldadura por electrofusión. Fuente: <http://www.blogplastics.com>

2.4 Soldadura

Los equipos para electrofusión ajustan los parámetros de la soldadura de forma manual o automática a partir de la lectura de un pequeño código de barras presente en los accesorios a soldar. Una vez realizada la unión, hay que dejar enfriar antes de retirar el equipo.



Figura 7. Soldadura por electrofusión. Fuente: <http://www.blogplastics.com>



RECUERDA

Es muy importante asegurar que los accesorios soportan una presión igual o superior a la soportada por los dos tubos a unir.

3. INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LOS CIRCUITOS DE AGUA DE DIFERENTES CONFIGURACIONES (CONEXIONES)

Una vez que el calor extraído del interior de la tierra es transferido al agua a calentar en el interior de la vivienda, es necesario configurar una red de aprovechamiento de la misma según las necesidades de la vivienda.

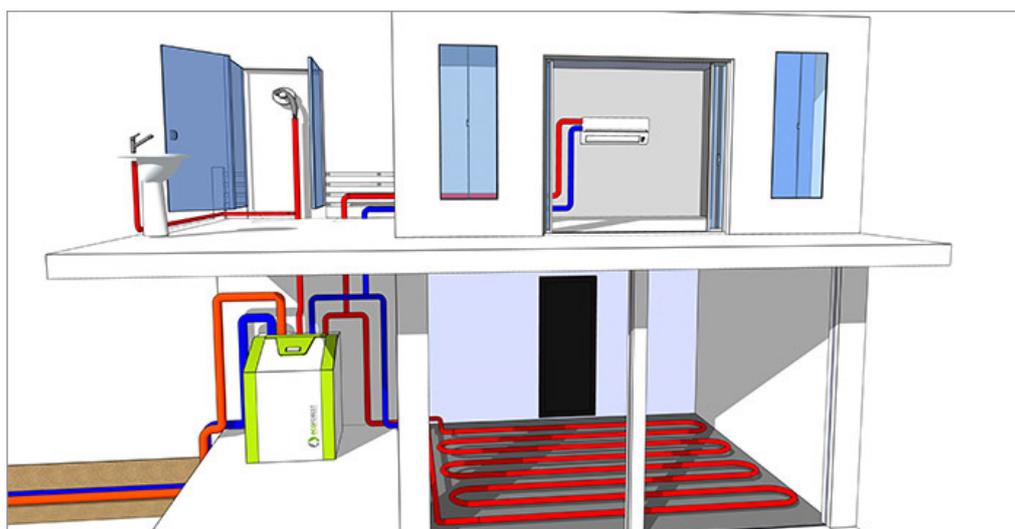


Figura 8. Instalación circuitos de agua. Fuente: <http://www.ecoforest.es>

Con el fin de evitar la constante conexión y desconexión de la bomba cada vez que se demande agua caliente, se instala un depósito capaz de almacenar el agua a la temperatura programada.

Cuando la instalación garantiza un caudal mínimo de circulación de agua estipulado para la bomba es posible evitar el montaje del acumulador.

Existen diversas formas de transferir el calor almacenado en el depósito de agua al ambiente de la vivienda: el suelo radiante, los radiadores de baja temperatura, los *fan-coils* y los radiadores convencionales.

3.1 Suelo radiante

El agua caliente circula por toda la superficie de la estancia a calefactar, cediendo su calor al ambiente.

Se caracteriza por:

- ✓ La Tª de trabajo es inferior a otros sistemas, 35 grados centígrados.
- ✓ Posee una menor temperatura ambiente para una sensación de confort similar, homogeneidad.
- ✓ Tiene posibilidad de refrigeración.

- ✓ Tiene ausencia de corrientes de aire.
- ✓ Es estéticamente invisible, sin elementos visibles en la estancia.
- ✗ Su instalación es solamente rentable para obra nueva porque implica una gran mano de obra.
- ✗ Tiene gran complejidad en la reparación de fugas.

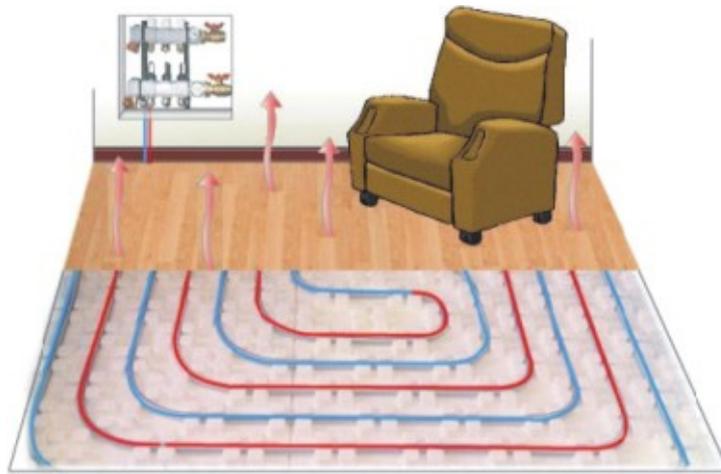


Figura 9. Suelo radiante, principio de funcionamiento. Fuente: <http://www.ecoinnova.com>

3.2 Radiadores de baja temperatura

Son radiadores con un aspecto similar a los tradicionales, pero con la diferencia que están diseñados para trabajar con temperaturas de trabajo de entre 35 y 45 grados centígrados. La transmisión de calor se realiza casi al 100% por convección.

Se caracterizan por:

- ✓ Pueden trabajar con bombas geotérmicas.
- ✓ Tienen una baja inercia térmica.
- ✓ Poseen una amplia gama de configuraciones.
- ✗ Tienen un alto coste (puede triplicar el de uno convencional).
- ✗ Son de mayor tamaño.

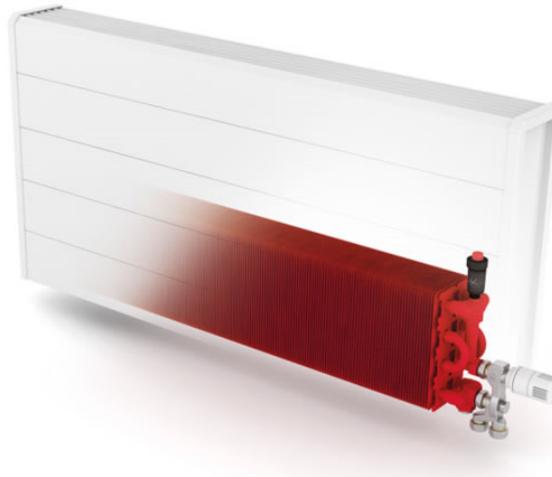


Figura 10. Radiadores de baja temperatura. Fuente: <http://www.nergiza.com>

3.3 Fan-coils

Son dispositivos formados por una batería de intercambio por donde circula agua caliente o frío y un ventilador para el forzado del paso de aire por la batería. Para evitar la aspiración de suciedad montan un filtro de aire a la entrada.

Se caracterizan por:

- ✓ Tienen un sistema de calentamiento–enfriamiento muy rápido.
- ✓ Permiten calor y frío.
- ✓ Son capaces de climatizar grandes volúmenes.
- ✗ Generan turbulencias por el aire en movimiento.
- ✗ Necesitan alimentación eléctrica.
- ✗ Tienen un mayor nivel de ruido.



Figura 11. Radiadores de baja temperatura. Fuente: <http://www.nergiza.com>

3.4 Radiadores convencionales

Son los elementos más habituales, generalmente fabricados en aluminio aunque también es posible encontrarlos en fundición o chapa de acero.

Se caracterizan por:

- ✓ Ser la opción más económica.
- ✓ Ya están instalados en la mayoría de viviendas.
- ✗ Son estéticamente muy visibles.
- ✗ Generan una mala homogeneidad de temperatura en la estancia.
- ✗ Necesitan una alta temperatura de trabajo 80 grados centígrados.
- ✗ No tienen posibilidad de refrigeración.



Figura 12. Radiadores convencionales. Fuente: IDAE



RECUERDA

Las formas de transferir el calor almacenado en el depósito de agua al ambiente de la vivienda son el suelo radiante, los radiadores de baja temperatura, los *fan-coils* y los radiadores convencionales.



RESUMEN

- La instalación de los intercambiadores generalmente se realiza de forma vertical.
- Antes de proceder al rellenado de la perforación, una vez introducida la sonda, se debe realizar una prueba de presión para comprobar que la sonda no presenta fugas. Generalmente se mantiene una presión de 1 bar durante 30 minutos.
- Es importante abrir la válvula colocada para la prueba de presión antes de rellenar la perforación.
Esto se debe a que la presión en la sonda aumenta considerablemente y podría reventar con la presión del relleno a su alrededor.
- Antes de proceder al rellenado de estas zanjas con el material extraído previamente, es necesario realizar una nueva prueba de presión del circuito.
- Es muy importante asegurar que los accesorios soportar una presión igual o superior a la soportada por los dos tubos a unir.
- Las formas de transferir el calor almacenado en el depósito de agua al ambiente de la vivienda son el suelo radiante, los radiadores de baja temperatura, los *fan-coils* y los radiadores convencionales.

UNIDAD DIDÁCTICA 5. PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Contenidos

1. Limpieza y purga del sistema	44
2. Prueba de estanqueidad y resistencia de la instalación	45
3. Puesta en marcha de la bomba de calor geotérmico	46
4. Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo	46
Resumen	48



Objetivos de la unidad didáctica:

- Comprender la importancia del correcto purgado del sistema y el procedimiento para ello.
- Conocer los pasos para la comprobación de la estanqueidad de la instalación y su puesta en marcha.
- Asimilar la importancia del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, así como sus procedimientos más habituales.

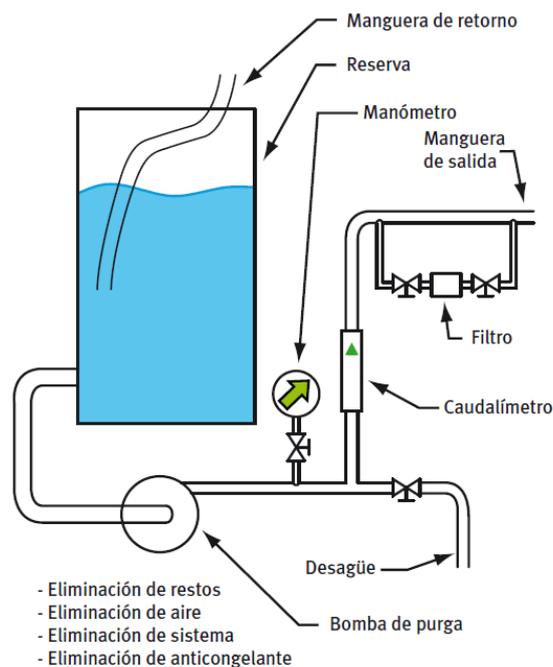
1. LIMPIEZA Y PURGA DEL SISTEMA

Durante la instalación de los intercambiadores enterrados y la red de conexión entre los mismos, es posible que se introduzcan en su interior residuos. Resulta vital eliminar estas partículas para evitar que afecten negativamente a los elementos del sistema, especialmente a la bomba.

Para el purgado, se debe llenar previamente el circuito mediante una bomba y un depósito exterior.

El refrigerante es introducido al mismo tiempo que el agua en el circuito, manteniendo la recirculación del mismo durante al menos 30 minutos para conseguir la homogenización del fluido.

Para un purgado correcto, la temperatura del fluido refrigerante debería estar entre 15 y 17 grados centígrados.



Fuente: Guía técnica diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica. IDAE

Figura 1. Limpieza del sistema.

Fuente: Guía técnica diseño de sistemas de bomba calor geotérmica. IDEA



Purga del circuito

La purga del circuito consiste en eliminar el aire del interior del circuito cerrado aprovechando la propiedad del aire de acumularse en la parte más alta del circuito,

En el caso del circuito interior (Ej.: Suelo radiante), es posible que el purgado pueda llevar varios días. Durante este proceso se debe comprobar el correcto sentido de giro del sistema de bombeo, la apertura de todas las llaves de paso y el funcionamiento de las válvulas de retención.

2. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD Y RESISTENCIA DE LA INSTALACIÓN

Es necesario realizar una prueba de estanqueidad a la totalidad del circuito para comprobar que los diferentes componentes conforman un circuito cerrado, estando todos ellos conectados.

Superada positivamente esta comprobación de estanqueidad, se debe someter a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de una presión de prueba. La presión de prueba debe ser equivalente a 1,5 veces la presión máxima de trabajo a la temperatura habitual de trabajo, con un mínimo de 6 bares.

En el caso de detectar irregularidades en alguna de las pruebas, será necesario vaciar el sistema, desmontar los componentes afectados y volver a montarlos usando materiales de sellado diseñados para la tarea.

3. PUESTA EN MARCHA DE LA BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICO

Una vez comprobado mediante los anteriores pasos que se dispone de un sistema limpio, completamente estanco y en el cual se ha introducido el agua con el refrigerante a presión, es posible poner en marcha la bomba de calor geotérmico.



RECUERDA

La presencia de partículas o burbujas de aire en el interior de alguno de los circuitos provocará el funcionamiento inadecuado del sistema geotérmico.

Transcurrido un tiempo con la bomba en marcha para la estabilización del sistema, es necesario comprobar el correcto funcionamiento del mismo. Esta comprobación debe realizarse en todos los modos de funcionamiento que ofrezca la bomba de calor y durante un tiempo prolongado, controlando, presiones, saltos térmicos (ida-retorno) y la potencia absorbida. Los datos obtenidos deberán contrastarse con los facilitados por el fabricante y los calculados durante el diseño de la instalación.

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PREDICTIVO Y CORRECTIVO

La necesidad de mantenimiento de las instalaciones de bomba de calor geotérmica son mínimas pero de vital importancia. No llevar a cabo las acciones de mantenimiento tanto preventivo como predictivo puede ocasionar daños en elementos con un alto coste de reposición como bombas o compresores.



RECUERDA

Todos los fabricantes de equipos geotérmicos ofrecen planes de mantenimiento para sus equipos.

El incumplimiento de estos planes de mantenimiento puede conllevar la pérdida de las garantías del buen funcionamiento del equipo emitidas por el fabricante en caso de equipos nuevos.

Informes de funcionamiento

Encargue a una empresa de mantenimiento homologada o al Instalador que elabore un Informe de funcionamiento y realice los controles de acuerdo con el cuadro siguiente al menos 1 vez al año.

Fecha/Hora						
Compresor	Presión aspiración	bar	Realice únicamente estos controles en caso de mal funcionamiento del equipo, previa consulta al servicio posventa.			
	Temperatura aspiración	°C				
	Presión de condensación	bar				
	Temperatura de condensación	°C				
Intercambiador interior	Temperatura lado gas refrigerante	°C				
	Temperatura lado líquido refrigerante	°C				
	Temperatura entrada agua	°C				
	Temperatura salida agua	°C				
Intercambiador exterior	Temperatura lado gas refrigerante	°C				
	Temperatura lado líquido refrigerante	°C				
	Temperatura entrada agua	°C				
	Temperatura salida agua	°C				
Tensión de alimentación eléctrica		V				
Tensión a los terminales del aparato		V				
Intensidad absorbida compresor		A				
Temperatura activación del antihielo (protección antihielo intercambiador de placas)		°C				
Control apriete conexiones eléctricas						
Control mecánico: tubos, tornillería, etc.						
Control de la regulación						
Presostato diferencial de agua						

Figura 2. Plan de mantenimiento ofrecido por el fabricante Fuente: CIAT

Para instalaciones con una carga de refrigerante superior a 3 kg, resulta obligatorio conservar un registro actualizado de las cantidades y tipos de fluidos que contiene la instalación, adiciones y recuperaciones efectuadas. Además de esto, también resulta obligatorio registrar las fechas y los resultados de los controles de estanqueidad, así como el técnico y la empresa que lo ha realizado.



RESUMEN

- La presencia de partículas o burbujas de aire en el interior de alguno de los circuitos provocará el funcionamiento inadecuado del sistema geotérmico.
- Todos los fabricantes de equipos geotérmicos ofrecen planes de mantenimiento para sus equipos.

El incumplimiento de estos planes de mantenimiento puede conllevar la pérdida de las garantías del buen funcionamiento del equipo emitidas por el fabricante en caso de equipos nuevos.

UNIDAD DIDÁCTICA 6. NORMATIVA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Contenidos

1. Normativa de aplicación. Organismos e instituciones competentes	49
2. Principales riesgos laborales en el campo de la geotermia (perforaciones, 50 ejecuciones de zanjas, soldaduras, etc.).....	50
3. Técnicas de seguridad y prevención en instalaciones geotérmicas	51
4. Medidas de prevención y protección según los riesgos. Primeros auxilios	52
5. Fuentes de contaminación ambiental de la energía geotérmica	52
Resumen	53



Objetivos de la unidad didáctica:

- Conocer la normativa aplicable, los principales riesgos, las técnicas de seguridad y medidas de prevención.
- Identificar cuáles son las principales fuentes de contaminación ambiental.

1. NORMATIVA DE APLICACIÓN. ORGANISMOS E INSTITUCIONES COMPETENTES

El montaje de una instalación geotérmica, como cualquier otra que sea llevada a cabo por trabajadores por cuenta propia o ajena, obliga al cumplimiento de la normativa aplicable para el sector o el tipo de actividad.

Estas normativas provienen de diferentes fuentes, entre las cuales está establecida una relación jerárquica, impidiendo por tanto que una ley de rango inferior proponga unas restricciones menores a la ley de la cual depende.

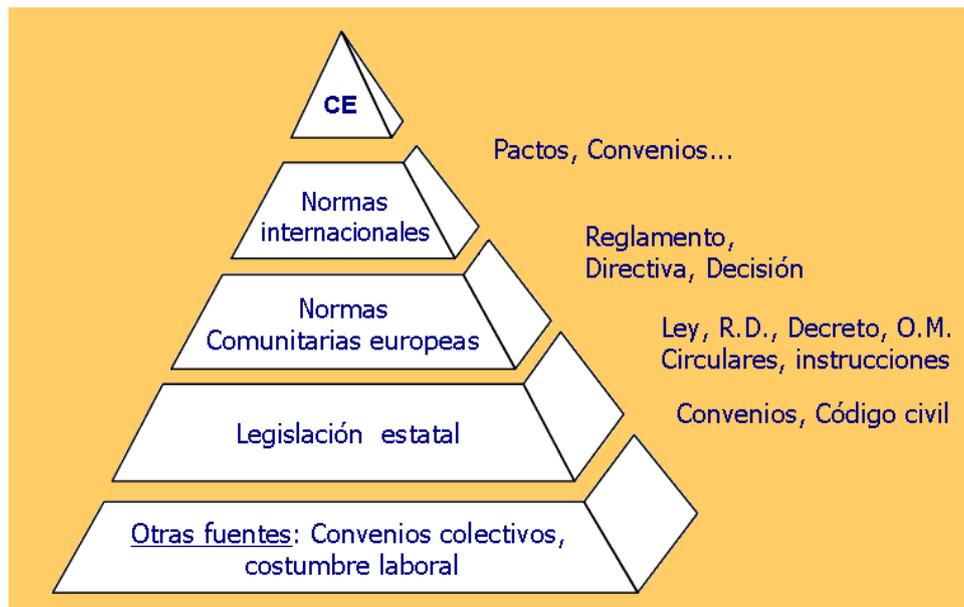


Figura 1. Conceptos básicos de seguridad y salud en el trabajo.
Fuente: <http://camarazaragoza.com>

- **Ley 31/1995, Ley de Prevención de Riesgos Laborales**

Es la base normativa a partir de la cual se construye la política preventiva. Esta Ley, compuesta por 7 capítulos, 54 artículos y 13 disposiciones adicionales, es desarrollada en 1997 por un Reglamento (RD 39/1997 de los Servicios de Prevención, de 17 de enero) que concreta los preceptos generales de la ley.

- **RD 1627/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.**
- **Convenio del sector de la construcción.**



RECUERDA

La normativa básica en prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción es la Ley 31/1995, el RD 1627/1997 y el convenio del sector de la construcción.

2. PRINCIPALES RIESGOS LABORALES EN EL CAMPO DE LA GEOTERMIA (PERFORACIONES, EJECUCIONES DE ZANJAS, SOLDADURAS, ETC.)

El montaje de una instalación geotérmica conlleva los riesgos inherentes a las siguientes actividades:

- Movimientos de tierra.
- Cimentación y estructuras.
- Albañilería y cerramientos.
- Instalaciones (eléctricas, térmicas, maquinaria, fontanería).

Los riesgos a destacar por frecuencia o relevancia de estas cuatro actividades son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas al interior de la excavación.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y cortes en manos y pies.
- Vibraciones.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Rotura, hundimiento, caídas de encofrados y de entibaciones.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.

3. TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN EN INSTALACIONES GEOTÉRMICAS

Según su ámbito de aplicación, las técnicas de seguridad y prevención se pueden clasificar en:

3.1 Técnicas generales. Inespecíficas polivalentes

Las técnicas generales se identifican por ser de aplicación universal, esto es de aplicación válida para cualquier tipo de riesgo.

3.2 Técnicas específicas. Sectoriales concretas

Las técnicas específicas se reconocen por concretar su aplicación y limitar su validez a riesgos definidos.

En el caso de instalaciones geotérmicas, debido a la multitud de diferentes especialidades y gremios, se debe hacer uso de técnicas generales inespecíficas para el diseño del Plan de Prevención de Riesgos.



RECUERDA

Según su ámbito de aplicación, las técnicas de seguridad y prevención se clasifican en: técnicas generales. Inespecíficas polivalentes y técnicas específicas. Sectoriales concretas.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN SEGÚN LOS RIESGOS. PRIMEROS AUXILIOS

Más allá de la identificación de los riesgos, es necesaria la toma de medidas preventivas que tienen como objetivo evitar la producción del accidente. Las medidas de aplicación más frecuentes para este tipo de actividad son:

- Apuntalamientos.
- Barandillas en borde de excavación.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Separación de tránsito vehículos y personas.
- Avisadores ópticos y acústicos.
- Protección de partes móviles maquinaria.
- No acopiar materiales junto al borde de la excavación.
- Distancia de seguridad en líneas eléctricas.
- No permanecer en el radio de acción de la maquinaria.

Cuando a pesar de las medidas preventivas, sigue existiendo riesgo, es necesario dotar al trabajador de protecciones individuales. Las protecciones individuales (EPI's) tienen como objetivo evitar el accidente o reducir las consecuencias del mismo. Algunos de los EPI's más frecuentes para instalaciones de geotermia son:

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua (impermeable).

5. FUENTES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Las instalaciones de geotérmica son una fuente de contaminación ambiental como cualquier tipo de instalación que suponga una modificación en el entorno. Todos estos efectos son compensados ampliamente por los factores positivos que presenta frente a otras fuentes de generación de energía.

Los efectos más reseñables son:

- Emisión de gases de efecto invernadero por fugas o manipulaciones incorrectas.
- Contaminación de aguas próximas.
- Deterioro del paisaje.
- Contaminación térmica de las capas del terreno.

Además de los efectos producidos directamente por el funcionamiento del sistema, también es necesario tener en cuenta los que se producen durante la instalación:

- Destrucción de áreas naturales para la construcción de accesos para la maquinaria.
- Vertido de fluidos a aguas próximas por los líquidos usados para la perforación.



RESUMEN

- La normativa básica en prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción es la Ley 31/1995, el RD 1627/1997 y el convenio del sector de la construcción.
- Según su ámbito de aplicación, las técnicas de seguridad y prevención se clasifican en: técnicas generales. Inespecíficas polivalentes y técnicas específicas. Sectoriales concretas.

OTRAS PUBLICACIONES QUE TE PUEDEN INTERESAR DEL PROYECTO CONSTRUYE 2020

Libros



Sistema de energía renovables en edificios

Óscar Redondo Rivera



Instalaciones de biomasa

Juan Ramón Sicilia Pozo



Rentabilidad en la eficiencia energética de edificios

Óscar Redondo Rivera



Eficiencia energética en edificios

Óscar Redondo Rivera



Instalaciones de climatización

Alejandro San Vicente Navarro



Instalación de ventanas

Fundación Laboral de la Construcción



Aislamiento térmico de edificios

Fundación Laboral de la Construcción

Estos libros los puedes descargar en:
www.construye2020.eu



AYÚDANOS A MEJORAR

Si tienes alguna sugerencia sobre nuestras publicaciones, escríbenos a recursosdidacticos@fundacionlaboral.org

PERMANECE ACTUALIZADO, CONOCE NUESTROS RECURSOS WEB

Fundación Laboral de la Construcción:
fundacionlaboral.org

Información en materia de PRL:
lineaprevencion.com

Gestión integral de prevención de PRL en construcción:
gesinprec.com

Portal de la Tarjeta Profesional de la Construcción (TPC):
trabajoenconstruccion.com

Portal de formación:
ofertaformativa.com

Buscador de empleo:
construyendoempleo.com



[facebook.com/
FundacionLaboral
Construccion](https://facebook.com/FundacionLaboralConstruccion)



[twitter.com/
Fund_Laboral](https://twitter.com/Fund_Laboral)



[youtube.com/
user/fundacion
laboral](https://youtube.com/user/fundacionlaboral)



[slideshare.net/
FundacionLaboral](https://slideshare.net/FundacionLaboral)



[plus.google.com/
+Fundacion
laboralOrgFLC/
posts](https://plus.google.com/+FundacionlaboralOrgFLC/posts)



[www.linkedin.
com/company/
fundacion-laboral-
de-la-construccion](https://www.linkedin.com/company/fundacion-laboral-de-la-construccion)



[blog.fundacionla-
boral.org/](http://blog.fundacionlaboral.org/)

App



Simulador
Construye2020

Esta app la puedes descargar en:
Android: <https://goo.gl/hFOZOC>
Apple: <https://goo.gl/A2C53J>

El presente proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea.
Esta publicación (comunicación) es responsabilidad exclusiva de su autor.
La Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union