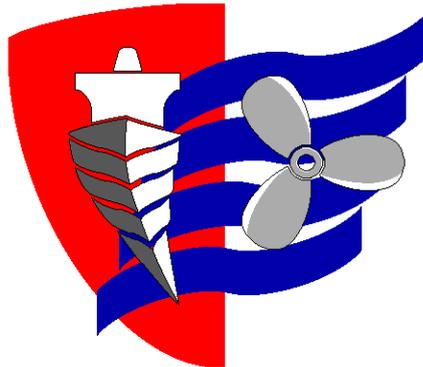


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Carrera

**INSTALACIÓN DE GEOTERMIA EN
VIVIENDA UNIFAMILIAR.**

**GEOTHERMIC INSTALATION IN
UNIFAMILIAR HOUSE.**

Para acceder al Título de

**INGENIERO TÉCNICO NAVAL.
ESPECIALIDAD EN PROPULSIÓN
Y SERVICIOS DEL BUQUE**

Autor: Pablo Román Terán

Octubre - 2016

ÍNDICE:

pág.

1. MEMORIA	6
1.1. Introducción	6
1.2. Descripción de la instalación	6
1.3. Sistemas de climatización	7
1.3.1. Tipos de sistemas de climatización	7
1.3.2. Costes generales de los sistemas de climatización	7
1.3.3. Costes anuales	8
1.3.4. Emisiones de CO ₂	11
1.4. Geotermia	13
1.4.1. Generalidades de la energía geotérmica	13
1.4.2. Generalidades de la bomba de calor geotérmica	15
1.4.3. Sistemas de captación	20
1.4.3.1. Captación geotérmica horizontal	21
1.4.3.2. Captación geotérmica vertical cerrada	23
1.4.3.3. Captación geotérmica vertical abierta	27
1.4.4. Criterios de selección de la Bomba de calor	29
1.4.5. Bomba de calor IDM	30
2. CÁLCULOS	53
2.1. Cálculo de cargas térmicas	53
2.2. Necesidades de ACS	54
2.3. Bomba de calor	55
2.4. Captación	56
2.5. Gestor energético	57
2.6. Grupos de impulsión	57
2.7. Regulación climática	61
2.8. Instalación eléctrica	62
2.9. Instalación hidráulica y aislantes	63
2.10. Instalación de captación	63
2.11. Instalación generales de captación	63
2.12. Mano de obra	64

3. PLANOS DE INSTALACIONES	65
3.1. Vivienda	65
3.2. Cuarto técnico	65
3.3. Bomba de calor	66
3.4. Instalación eléctrica	67
4. PRESUPUESTO	70
5. PLIEGO DE CONDICIONES	71
5.1. Pliego de condiciones generales.	71
5.1.1. Condiciones generales.	71
5.1.2. Reglamentos y normas.	71
5.1.3. Materiales.	71
5.1.4. Recepción del material.	72
5.1.5. Organización.	72
5.1.6. Ejecución de las obras.	72
5.1.6.1. Comprobación del replanteo.	72
5.1.6.2. Programa de trabajo.	73
5.1.6.3. Comienzo.	73
5.1.6.4. Plazo de ejecución.	73
5.1.7. Interpretación y desarrollo del proyecto.	74
5.1.8. Variaciones del proyecto.	74
5.1.9. Obras complementarias.	75
5.1.10. Modificaciones.	75
5.1.11. Obra defectuosa.	75
5.1.12. Medios auxiliares.	76
5.1.13. Conservación de las obras.	76
5.1.14. Subcontratación de obras.	76
5.1.15. Recepción de las obras.	76
5.1.15.1. Recepción provisional.	76
5.1.15.2. Plazo de garantía.	77
5.1.15.3. Recepción definitiva	77

5.1.16. Contratación del promotor o constructor.	77
5.1.17. Contrato.	77
5.1.18. Responsabilidades.	78
5.1.19. Rescisión del contrato.	78
5.2. Pliego de condiciones económicas.	79
5.2.1. Mediciones y valoraciones de las obras.	79
5.2.2. Abono de las obras.	79
5.2.3. Precios.	79
5.2.4. Revisión de los precios.	80
5.2.5. Precios contradictorios.	80
5.2.6. Penalizaciones por retrasos.	80
5.2.7. Liquidación en caso de rescisión del contrato.	80
5.2.8. Fianza.	81
5.2.9. Gastos diversos por cuenta del promotor o constructor.	81
5.2.10. Conservación de las obras durante el plazo de garantía.	81
5.2.11. Medidas de seguridad.	81
5.2.12. Responsabilidad por daños.	82
5.2.13. Demoras.	82
5.3. Pliego de condiciones facultativas.	83
5.3.1. Normas a seguir.	83
5.3.2. Personal.	83
5.3.3. Condiciones de los materiales empleados.	84
5.3.4. Admisión y retirada de materiales.	84
5.3.5. Reconocimientos y ensayos previos.	84
5.4. Pliego de condiciones técnicas.	84
5.4.1. Aceptación y rechazo de los materiales e instalación.	84
5.4.1.1. Aceptación.	84
5.4.1.2. Rechazo.	85
6. BIBLIOGRAFÍA.	85

1. MEMORIA.

1.1 Introducción:

Este proyecto se basa en la aplicación de la bomba de calor, un producto muy utilizado en el sector naval para una aplicación en tierra. Este tipo de aplicaciones abre un abanico de posibilidades de aplicaciones de conocimientos y experiencia por parte de los profesionales de campo naval para aplicaciones en otras áreas.

El caso de la geotermia es una aplicación sencilla a un ciclo de Carnot con una facilidad de implantación y unos rendimientos muy por encima de los sistemas hasta ahora más utilizados en la climatización.

Además de obtener un sistema de climatización renovable la bomba de calor aplicada en tierra ofrece ventajas en costes de consumo y versatilidad de producción, pudiendo aportar la potencia necesaria sin el apoyo de sistemas auxiliares para la producción de calor para calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción. Además la bomba de calor reversible ofrece la posibilidad de generación de frío para climatización en una misma unidad y con unos costes energéticos muy inferiores al resto de los sistemas empleados actualmente.

Para este proyecto se ha tomado una instalación de una vivienda unifamiliar real con demandas de calefacción, frío y ACS.

En la actualidad la geotermia con bomba de calor se emplea en aplicaciones como secaderos, climatización de piscinas, procesos industriales agrícolas, aplicaciones industriales y domésticas...

1.2. Descripción de la instalación:

Vivienda unifamiliar de nueva construcción de tres plantas y 360 m², con un total de 260 m² calefactados en dos plantas. La planta inferior estará dotada de un garaje, un aseo y un cuarto de máquinas o cuarto técnico. La vivienda será fabricada con estructura de hormigón, tejado en teja árabe y pivotado en solera. La edificación será dotada con los elementos estructurales, aislamientos e instalaciones cumpliendo la normativa actual que dicta el CTE y el RITE. Además deberá cumplir las directrices en términos energéticos que marca el IDEA.

Para los criterios de climatización la vivienda estará situada en la provincia de Cantabria, término municipal de Galizano. Dispondrá de 4 dormitorios 4 cuartos de baño y 1 aseo.

Se deberán cubrir las demandas según normativa para dar servicio a ACS, calefacción y refrigeración.

1.3. Sistemas de climatización:

1.3.1. Tipos de sistemas de climatización:

Actualmente los sistemas de climatización más empleados se basan en criterios como el consumo de energía primaria, costes de implantación, costes de equipamiento y mantenimiento. Los más comunes son la electricidad operando de manera directa mediante una resistencia, sistemas con calderas de gas natural, propano o butano, calderas de gasoil y calderas de biomasa. Normalmente se da el caso de que cuanto más barato es la implantación de un sistema, más cara es su producción. También es importante en hecho de que los costes de las materias primas no son fijas y en muchos casos vienen determinadas por factores geopolíticos o ambientales.

1.3.2. Costes de operación:

Entendemos por costes de operación los gastos generados por datos de referencia empleados para los diferentes estudios.

RADIADORES ELÉC. 2.0A (sin D.H.)	
Coste tarifa 2.0A (sin D.H.) (€/kWh)	0,1681 € / Kwh
Rendimiento radiadores eléctricos	92%
Coste (€ / Kwh)	0,1828 € / Kwh

RADIADORES T. 2.0.3 con D.H.	
Coste eléc. ponderado T.U.R (con D.H.)	0,1104 € / Kwh
Rendimiento radiadores eléctricos	92%
Coste (€ / Kwh)	0,12 € / Kwh

CALDERA GASÓLEO C	
Coste gasóleo C	1,014 € / l
Poder Calorífico gasóleo C	9500 Kcal / l
Rendimiento caldera gasóleo C	90 %
Coste anual de electr. consumida	40 € / año
Coste anual de mantenimiento	80 € / año
Incr. anual del coste del gasóleo C	11 %
Coste (€ / Kwh)	0,102 € / Kwh

CALDERA GN	
Coste GN	0,0609 € / l
Poder Calorífico GN	10000 Kcal / m3
Rendimiento caldera GN	90%
Coste anual de electr. consumida	40 € / año
Coste anual de mantenimiento	80 € / año
Incremento anual del coste del GN	10 %
Coste (€ / Kwh)	0,0677 € / Kwh

CALDERA PROPANO	
Coste propano	1,266 € / Kg
Poder Calorífico propano	11000 Kcal / Kg
Rendimiento caldera propano	90%
Coste anual de electr. consumida	40 € / año
Coste anual de mantenimiento	80 € / año
Incr. anual del coste del propano C	7 %
Coste (€ / Kwh)	0,11 € / Kwh

CALDERA PELLETS	
Coste pellets	0,2655 € / Kg
Poder Calorífico pellets	4000 Kcal / Kg
Rendimiento caldera pellets	92%
Coste anual de electr. consumida	40 € / año
Coste anual de mantenimiento	80 € / año
Incremento anual de pellets	3 %
Coste (€ / Kwh)	0,0621 € / Kwh

BBA. DE C. GEOTÉRMICA			
Coste eléc. ponderado T.U.R (con D.H.)	0,1104 € / Kwh	Consumo anual de la B.C.G.	3274,99 Kwh
COP bomba de calor geotérmica	5,45	Coste anual de mantenimiento (€/año)	0 € / año
Coste (€ / Kwh)	0,0203 € / Kwh	Incremento anual de la electricidad	8 %

*El coste eléctrico ponderado viene determinado teniendo en cuenta 3 horas de funcionamiento en horario de tarifa punta 6 horas en horario de tarifa valle.

**Precios de los combustibles actualizados a día 16 de junio de 2011 incluyendo impuestos.

1.3.3. Costes anuales:

Teniendo en cuenta los costes de operación con las necesidades energéticas de la vivienda podemos obtener una comparativa de costes con los diferentes sistemas disponibles en el mercado.

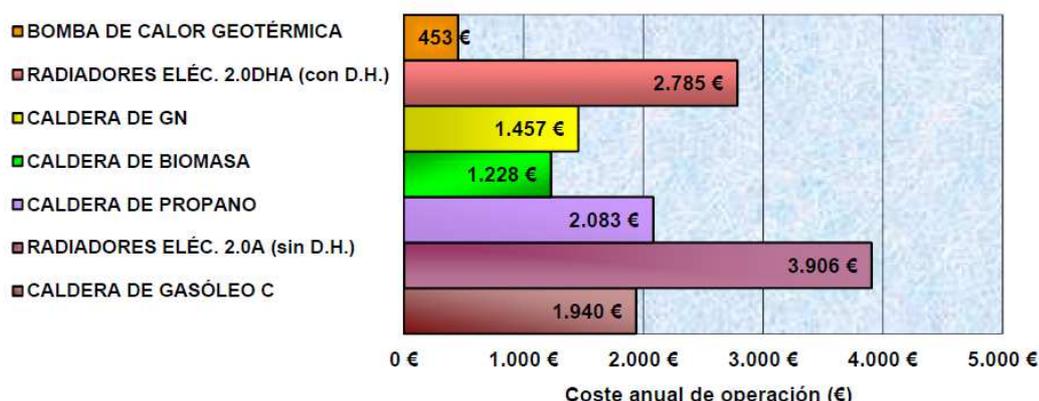
Necesidades de calefacción, piscina y ACS anuales		17.842 kWh			
Necesidades de frío anuales		0 kWh			
Tª consigna verano	26 °C	Tª consigna invierno	21 °C	Tª consigna ACS	55 °C

NECESIDADES DE POTENCIA POR M ²		
Tipo de instalación	Calefacción	Frio
Suelo radiante	48 W/m ²	14 W/m ²
Fancoils	77 W/m ²	22 W/m ²
Ventiloconvectores	77 W/m ²	22 W/m ²

Potencia orientativa obtenida por metro lineal de captación (SOLE)	50-55 W/ml
Potencia orientativa obtenida por m ² de captación horizontal	15-25 W/m ²

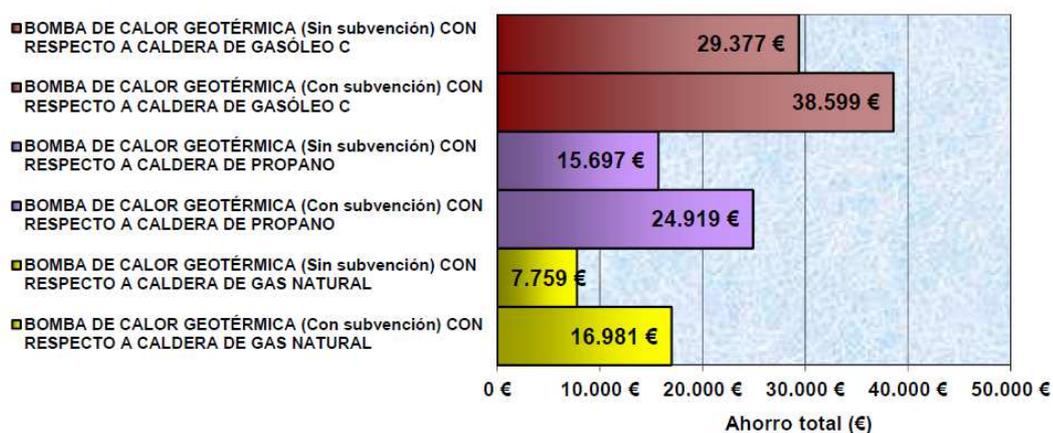
Precio estimado de la perforación vertical (€/ml)	35 €
---	------

COMPARATIVA DE COSTES ANUALES



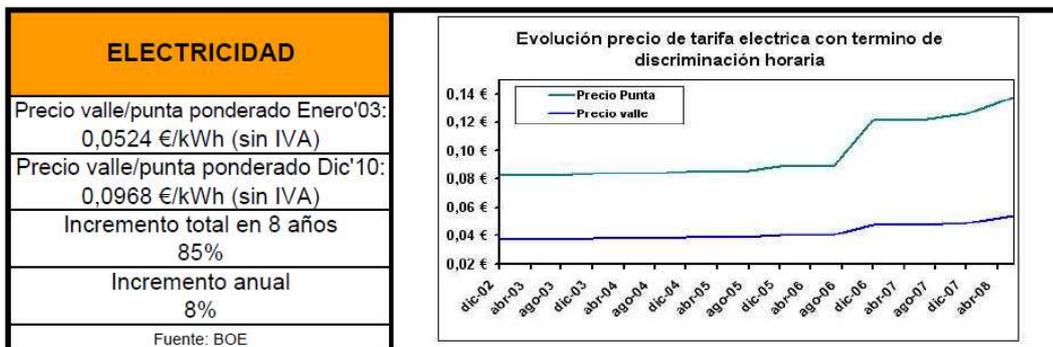
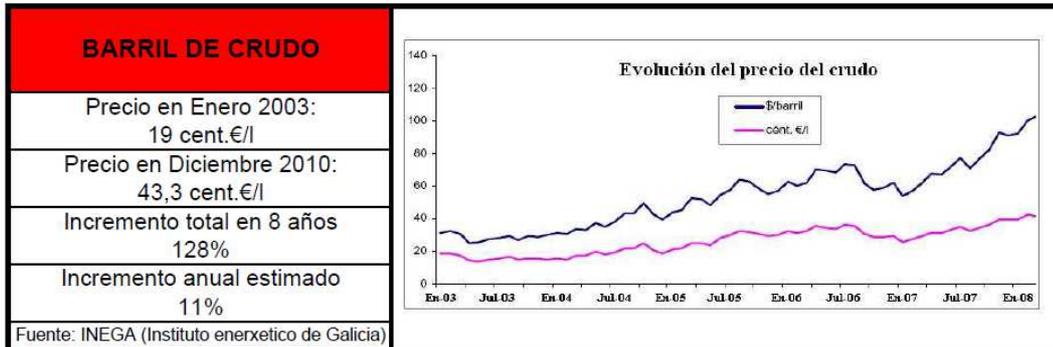
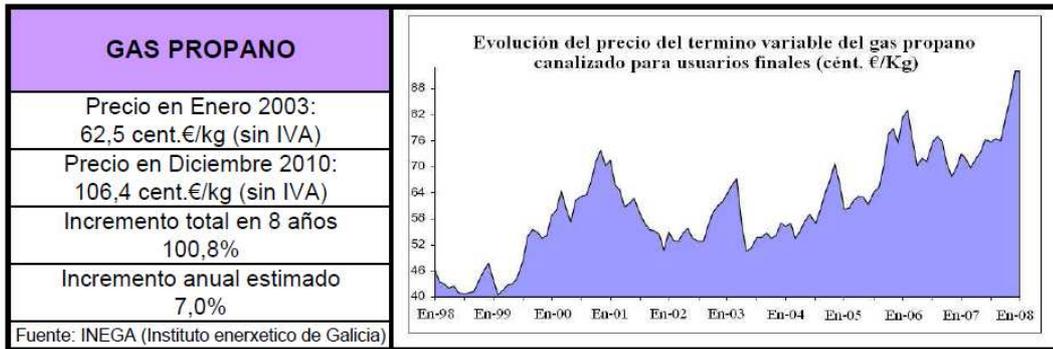
Análisis del periodo de inversión: teniendo en cuenta los datos anteriores y la evolución de costes de combustible podemos obtener los siguientes datos:

AHORRO TOTAL ACUMULADO EN € (15 AÑOS)

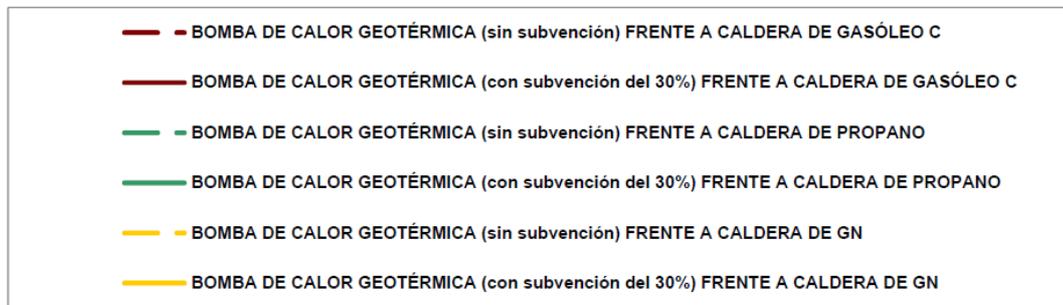
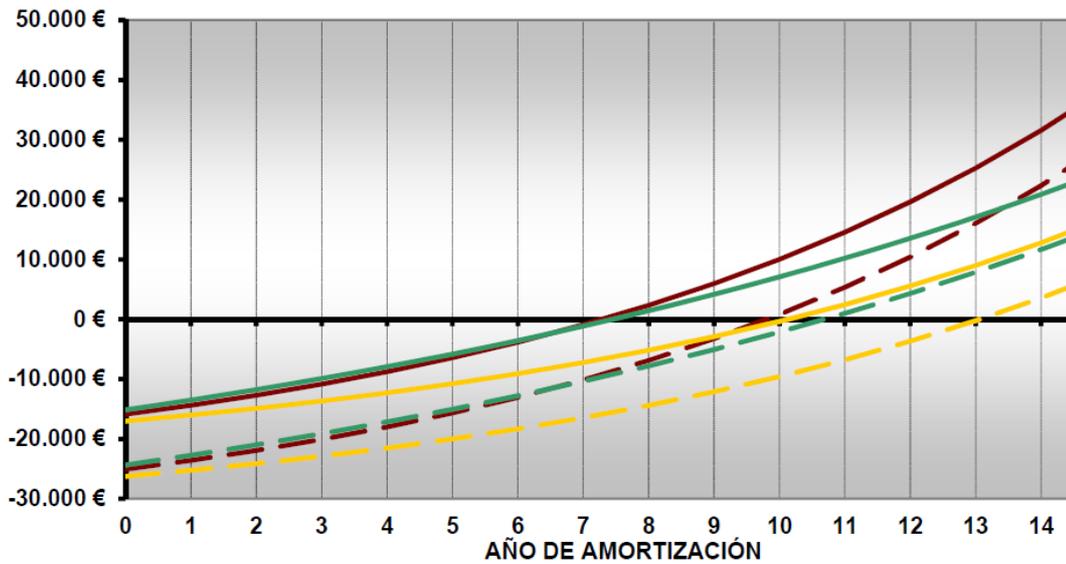


Considerando una subvención estatal del 30% de los costes generales de instalación según BOC 2016.

A continuación podemos ver unas tablas con la justificación de los incrementos de los combustibles:



AMORTIZACIÓN DE LA BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA



	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA (Sin subvención) FRENTE A CALDERA DE GASÓLEO C Amortización de la inversión en el décimo año.
	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA (Con subvención) FRENTE A CALDERA DE GASÓLEO C Amortización de la inversión en el octavo año.
	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA (Sin subvención) FRENTE A CALDERA DE PROPANO Amortización de la inversión en el undécimo año.
	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA (Con subvención) FRENTE A CALDERA DE PROPANO Amortización de la inversión en el octavo año.
	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA (Sin subvención) FRENTE A CALDERA DE GAS NATURAL Amortización de la inversión en el décimocuarto año.
	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA (Con subvención) FRENTE A CALDERA DE GAS NATURAL Amortización de la inversión en el undécimo año.

1.3.4. Emisiones de CO2

Según el protocolo de kioto El **Protocolo de Kioto sobre el cambio climático** es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir

las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), y los otros tres son gases industriales fluorados: hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5 %, dentro del periodo que va de 2008 a 2012, en comparación a las emisiones a 1990. Por ejemplo, si las emisiones de estos gases en 1990 alcanzaban el 100 %, para 2012 deberán de haberse reducido como mínimo al 95 %. Esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5 % como mínimo, sino que este es un porcentaje a escala global y, por el contrario, cada país obligado por Kioto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir la contaminación global.

El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo.³ Estados Unidos, mayor emisor de gases de invernadero mundial,⁴ no ha ratificado el protocolo.

El instrumento se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El protocolo vino a dar fuerza vinculante a lo que en ese entonces no pudo hacer la CMNUCC. España se comprometió a limitar el aumento de sus emisiones un máximo del 15 % en relación al año base. Pero es el país miembro que menos posibilidades tiene de cumplir lo pactado. El incremento de sus emisiones en relación a 1990 durante los últimos años ha sido como sigue: 1996: 7 %; 1997: 15 %; 1998: 18 %; 1999: 28 %; 2000: 33 %; 2001: 33 %; 2002: 39 %; 2003: 41 %; 2004: 47 %; 2005: 52 %; 2006: 49 %; 2007: 52 %; 2008: 42,7 % 2015: 24,2333 %.

Esto significa que hay países que tienen excedente de cupos de emisiones que venden a otros países como es el caso de España para poder cumplir con los objetivos de emisiones. Está previsto que dichas emisiones sean controladas en campos domésticos e industriales favoreciendo o penalizando aquellos que tengan mayor emisiones tal y como ocurre en la industria de la automoción.

DATOS DE CÁLCULO PARA EL ESTUDIO DE EMISIONES DE CO₂			
Emisiones de CO ₂ por kWh eléctrico	0,411 Kg	Emisiones de CO ₂ por kWh de propano	0,3 Kg
Emisiones de CO ₂ por kWh de gasóleo C	0,34 Kg	Emisiones de CO ₂ por kWh de GN	0,29 Kg

EMISIONES DE CO₂ EMITIDAS A LA ATMÓSFERA



1.4. Geotermia

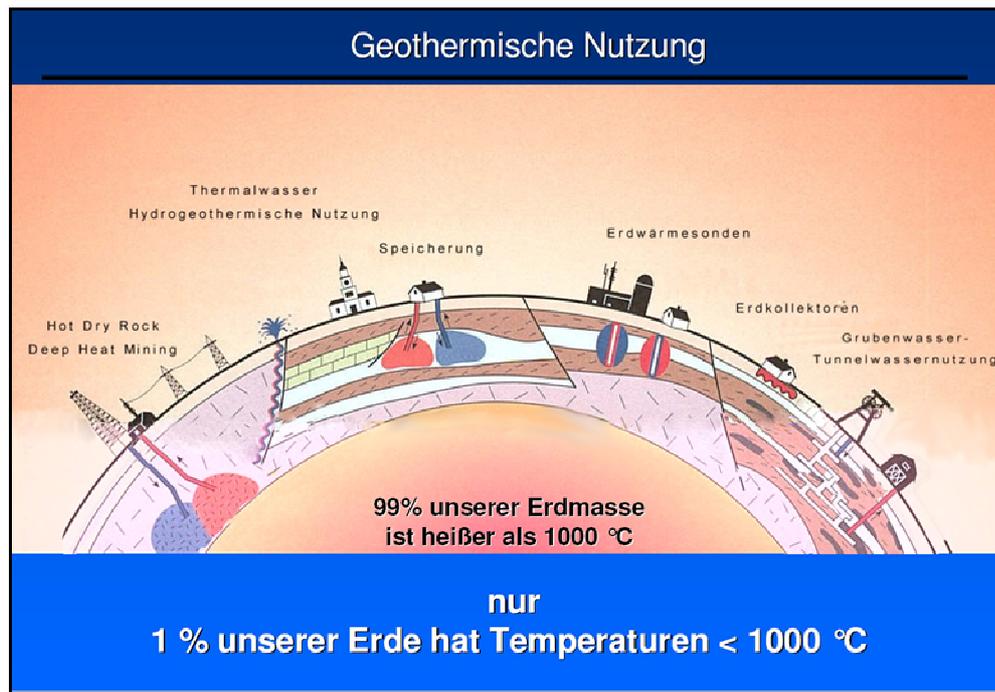
1.4.1. Generalidades de la energía geotérmica



Planta de generación eléctrica mediante geotermia

La energía geotérmica es el calor contenido en el interior de la Tierra que genera fenómenos geológicos a escala planetaria.

Este término se emplea de forma frecuente para indicar aquella parte de calor de la Tierra que puede o podría ser recuperada por el hombre.

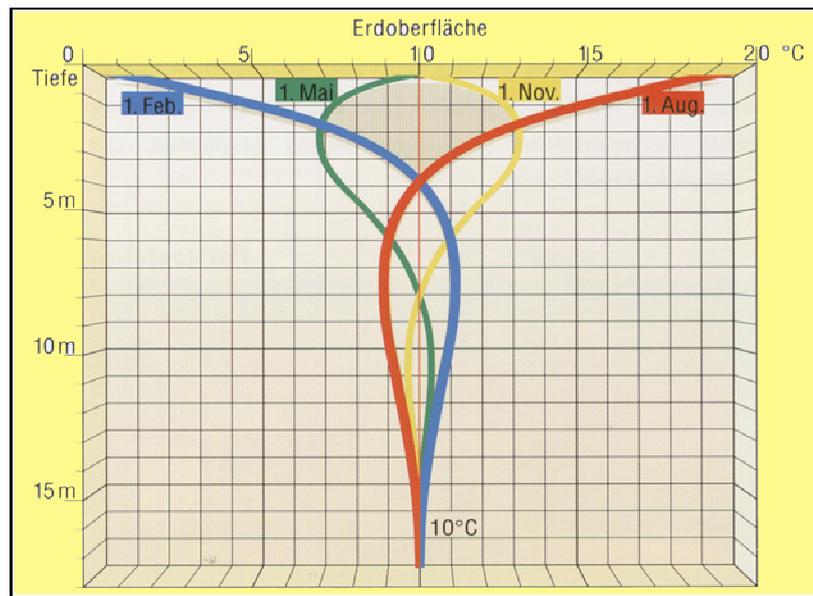


Tipos de energía geotérmica:

- **Energía geotérmica de alta temperatura:** existe en las zonas activas de la corteza terrestre (zonas volcánicas, límites de placas, dorsales oceánicas). A partir de acuíferos cuya temperatura está comprendida entre 150°C y 400°C, se produce vapor en la superficie que enviado a las turbinas genera electricidad.
- **Energía geotérmica de temperatura media:** los fluidos de los acuíferos se encuentran a temperaturas menos elevadas (70°C-150°C). La conversión vapor-electricidad se realiza a un menor rendimiento, y debe utilizarse como intermediario un fluido volátil.
- **Energía geotérmica de baja temperatura:** es aprovecha en zonas más amplias que las anteriores, y es debida temperaturas de fluidos de 60 a 80 °C, principalmente para calefacción directa.
- **Energía geotérmica de almacenamiento subterráneo:** almacenamiento durante el verano del calor solar o calor residual proveniente de algún proceso para utilizarlo como calefacción durante el invierno
- **Energía geotérmica de muy baja temperatura:** se considera cuando los fluidos se calientan a temperaturas comprendidas entre 20 y 60°C.

Energía geotérmica de muy baja temperatura:

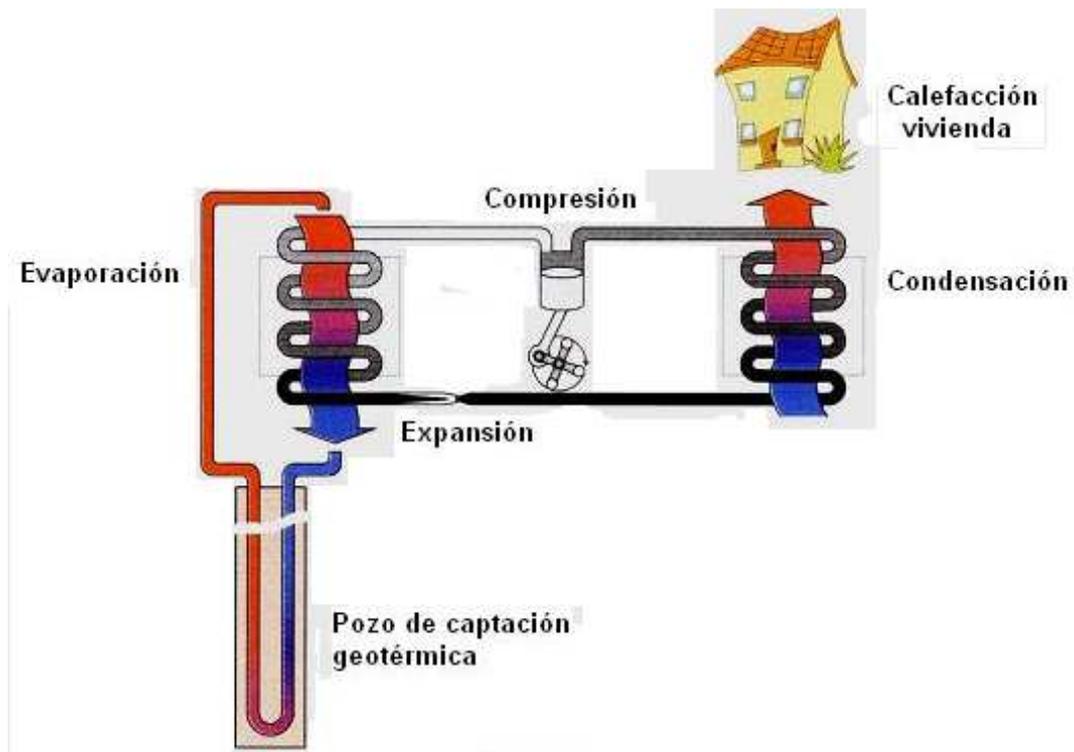
- Los primeros 100 m. bajo tierra se utilizan para proveer y almacenar energía Térmica solar y energía geotérmica convencional
- Cambio de temperatura estacional constante partir de 10-20 metros
- A mayor profundidad las temperaturas aumentan según el gradiente geotérmico (aproximado 3°C cada 100 metros)



1.4.2. Generalidades de la bomba de calor geotérmica:

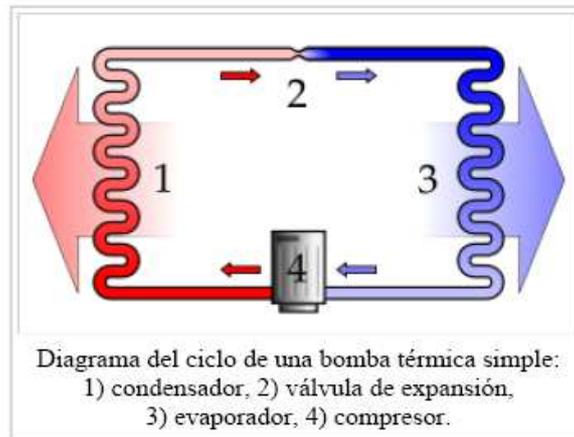
Principio de funcionamiento:

- Se basa en que el interior de 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.
- Gracias a la constante temperatura de la tierra (en **invierno** más caliente el suelo que el ambiente exterior, y en **verano** mas frío el suelo que el ambiente exterior), podemos climatizar un edificio con una eficiencia mayor a los sistemas actuales.

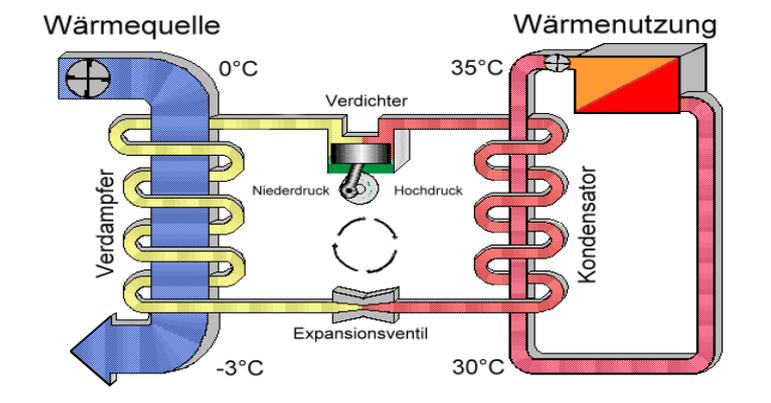


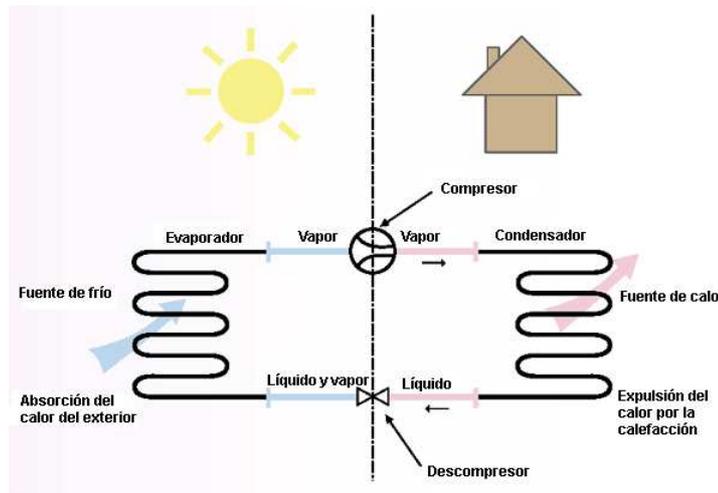
Introducción bomba de calor:

- El funcionamiento de la "bomba de calor" se basa en el sistema tradicional de generación mecánica de frío, pudiéndose comparar al frigorífico doméstico de una vivienda. En un frigorífico se extrae el calor de los alimentos, enfriándose los mismos y el calor extraído se entrega al ambiente a través del condensador situado en la parte posterior del frigorífico.
- Concretamente, la bomba de calor es un aparato capaz de extraer la energía térmica de una fuente energética natural, en este caso subsuelo, y a través del ciclo frigorífico se transmite a otro lugar para su utilización. De ahí el nombre de "bomba de calor" por su comparación al bombeo de energía de un lugar a otro.
- La energía utilizada para el funcionamiento propio de la bomba de calor es la electricidad (un motor eléctrico mueve a un compresor).



- Una bomba de calor emplea un líquido refrigerante, con un bajo punto de ebullición, como **R407**, **R134**. Este líquido requiere energía para poder evaporarse y la extrae del ambiente exterior (en nuestro caso el terreno). Cuando el vapor se condensa de nuevo, libera energía en forma de calor.
- En el evaporador, el fluido frigorífico se evapora gracias al aporte energético del subsuelo.
- El vapor procedente del evaporador se comprime, gracias al compresor Scroll, aumentando su temperatura y su presión.
- El vapor pasa al condensador y cede calor al medio a calentar.
- Finalmente, el fluido pasa a través de una válvula de expansión volviendo a reducir su temperatura y presión.
- Todo esto es lo que denominamos el ciclo frigorífico de la bomba de calor.





- Se entiende como la relación de energía térmica producida entre la energía eléctrica consumida para la producción.
- Se entiende como EER la relación de energía térmica producida entre la energía eléctrica consumida por el compresor.

$$\text{COP} = \frac{\text{Energía útil}}{\text{Energía consumida}}$$

$$\text{EER} = \frac{\text{Energía útil (Calor absorbido en el evaporador)}}{\text{Energía consumida (en el compresor)}}$$

Ventajas de la bomba de calor geotérmica:

- Ahorro:
 - Utilización de una energía renovable, inagotable y gratuita
 - Ahorro de hasta el 75% respecto a una factura de calefacción eléctrica clásica
 - COP entre 4-6
- Confort:
 - Ideal para la utilización de sistemas de baja temperatura
 - Confort de calefacción y refrescamiento.
- Ecología:

- Utilizando el calor de la tierra, las bombas de calor preservan el medio ambiente por reducir el consumo de combustibles fósiles.
- Ninguna producción de CO2
- Sencillez y fiabilidad:
 - Sencillez de utilización.
 - Fiabilidad a largo plazo, casi no requiere ningún mantenimiento
 - Nulo impacto estético y recuperación de espacio
- Estabilidad de funcionamiento y rendimiento respecto a las bombas de calor tradicionales.

Diferencias entre la bomba de calor geotérmica y otros sistemas tradicionales empleados en climatización:

- Ahorro económico y energético.
- Período de retorno de la inversión inicial entre 4 y 7 años.
- Sin necesidad de acopio de combustibles sólidos, líquidos, pellets, madera....
- Sencillo funcionamiento (sin quemador)
- Funcionamiento sin peligro (sin depósito de gasoil, sin necesidad de protección contra fuego,...)
- Sin humos, sin polvo, sin hollín, etc....
- Alta seguridad de funcionamiento
- Larga vida útil
- Posibilidad de producción de frío
- Alto confort térmico debido a la generación a bajas temperaturas
- Mantenimiento prácticamente nulo.
- Reducción de emisiones contaminantes.

EMISIONES DE CO ₂ EVITADAS (kg/año)	
BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA vs. RADIADORES ELECTRICOS TARIFA NORMAL	10597,58
BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA vs. CALDERA DE GASÓLEO C	6031,25
BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA vs. CALDERA DE GN	2661,69

DATOS DE CÁLCULO	
Necesidades de calefacción y ACS anuales (kWh)	22500
Emissiones de CO ₂ por kWh eléctrico (kg)	0,58
Emissiones de CO ₂ por kWh de gasóleo C (kg)	0,35
Emissiones de CO ₂ por kWh de GN (kg)	0,22

BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA	
Necesidades de calefacción y ACS (kWh)	22500
COP	4,8
Consumo anual bomba de calor geotérmica (kWh)	4687,5
Emissiones de CO ₂ (kg)	
	2718,75

RADIADORES ELÉC. T. NORMAL	
Necesidades de calefacción y ACS (kWh)	22500
Rendimiento radiadores eléctricos	0,98
Emissiones de CO ₂ (kg)	
	13316,33

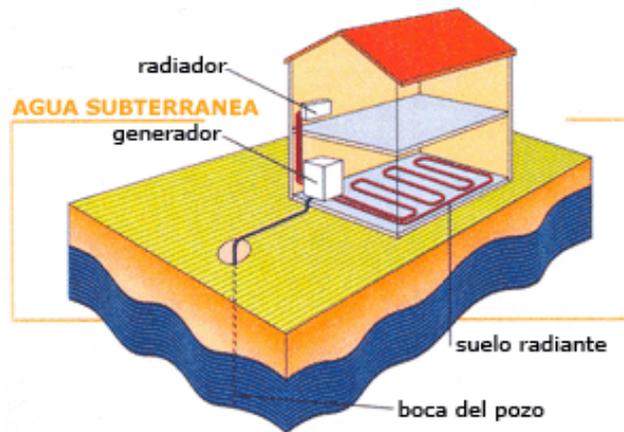
CALDERA DE GASÓLEO C	
Necesidades de calefacción y ACS (kWh)	22500
Rendimiento caldera gasóleo C	0,9
Emissiones de CO ₂ (kg)	
	8750

CALDERA DE GN	
Necesidades de calefacción y ACS (kWh)	22500
Rendimiento caldera GN	0,92
Emissiones de CO ₂ (kg)	
	5380,44

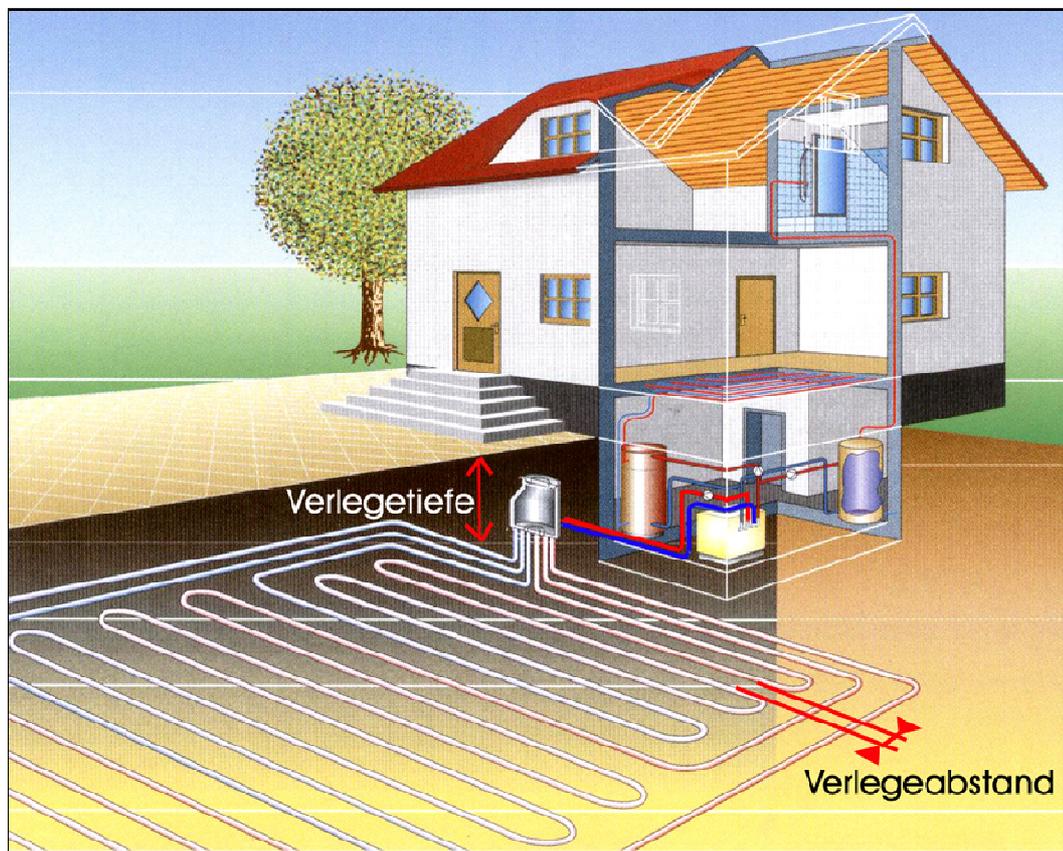
- Las bombas de calor instaladas actualmente en Austria ahorran por año 241.163 Tm de gasoil.
- Esto equivale a unos 5.742 camiones de suministro de gasoil.
- A esto hay que sumar la reducción de emisiones de CO₂ de 681.000 Tm/año.
- Ahorro por familia: 2000 litros gasoil al año
- Reducción emisiones de CO₂ por familia: 5200 kg/año

1.4.3. Sistemas de captación geotérmica a baja temperatura.

Entendemos por sistemas de captación las diferentes maneras que tenemos de extraer el calor del subsuelo.



1.4.3.1. Captación geotérmica horizontal:

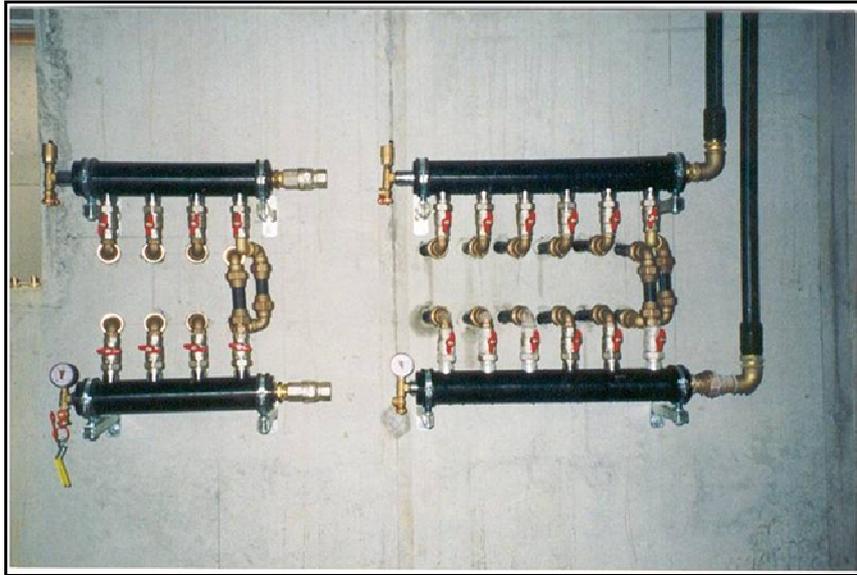


- Son ideales para este tipo de captación los suelos húmedos y embarrados.
- Para suelos pedregosos se debe rellenar la superficie de los tubos colectores con arena de forma que se mantenga la humedad y una buena transferencia de calor además de proteger a los mismos de posibles daños.
- Profundidad de instalación de los colectores de captación: de 1,0 a 1,5 m

- Se debe mantener una distancia mínima de 1 m a conducciones de agua fría o de depuración, así como a los cimientos.
- Se puede seguir cultivando y plantando especies vegetales, excepto árboles de raíces muy profundas o de grandes alturas que generen sombra e impidan la recuperación térmica por la influencia solar.
- La superficie de los colectores no debe ser asfaltada y en invierno se le debe liberar de nieve.
- Se debe respetar una separación mínima de 50 – 80 cm entre los tubos.
- Para unas necesidades de 10 kW, es necesario una superficie de terreno entre 250 m²/350m² y entre 500-600 metros de tubo.
- Son instalaciones que requieren bajo coste de implantación.
- Tubería del circuito sole (enterrado) debe ser de material resistente a la difusión de vapor.

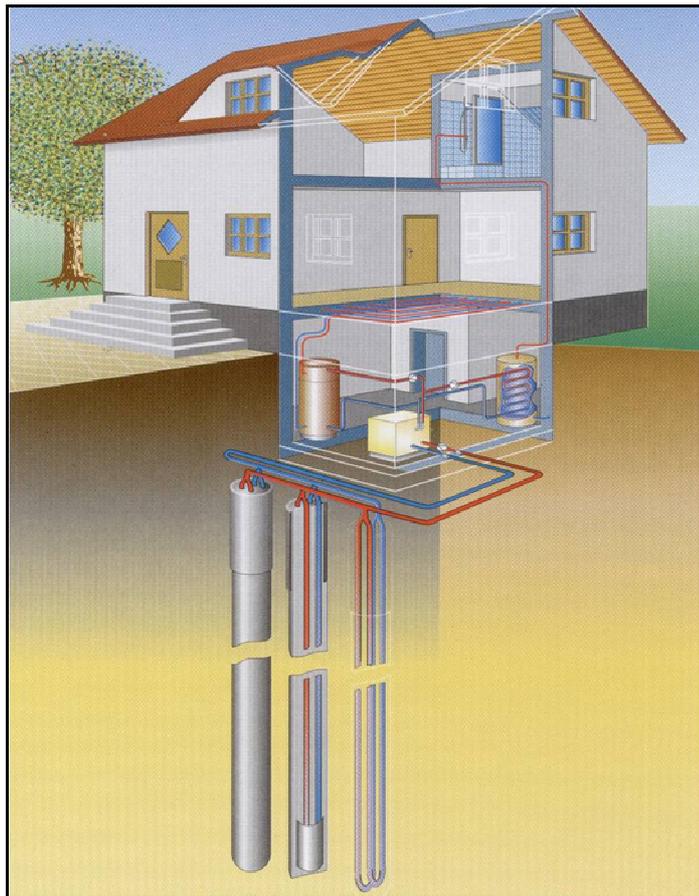


Instalación de captación horizontal



Colectores de captación

1.4.3.2. Captación geotérmica vertical cerrada



Son instalaciones dotadas de una o varias perforaciones en las cuales se introduce una sonda rellena de un fluido glicolado que se hace pasar por las perforaciones y

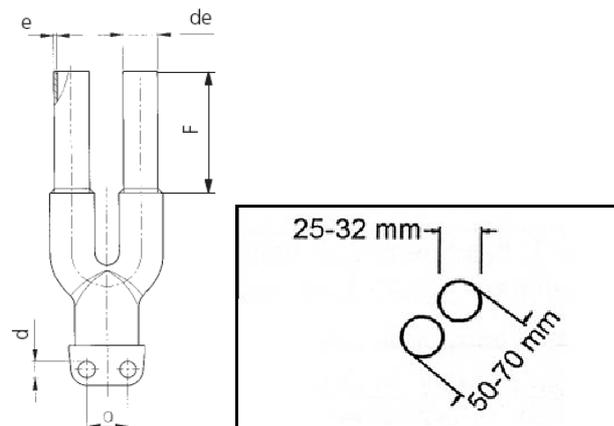
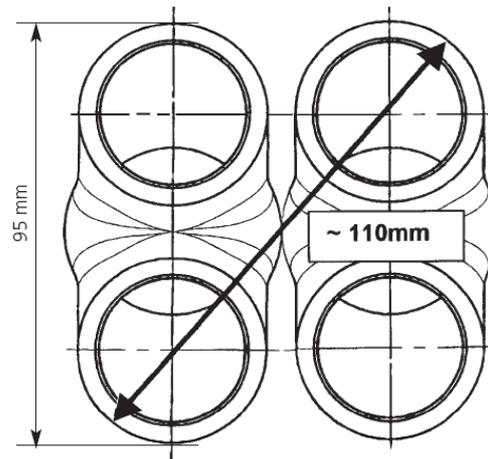
se devuelve en un circuito cerrado hasta la bomba de calor. En el recorrido, se absorbe la energía térmica del terreno.

■ Perforaciones- \varnothing aprox. 150 mm

■ Sondas:

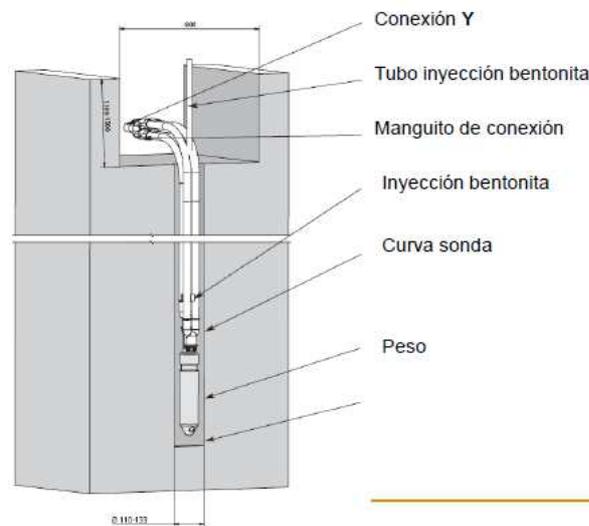
□ Tubos U para sonda simple \varnothing : 40 mm

□ Tubos U para sonda doble \varnothing : 32 mm





Las sondas están fabricadas en materiales plásticos con resistencia al estiramiento, torsión de memoria. Para estirar los tubos a la hora de meterlos en la captación se deben colocar unas pesas en la punta.



- Distancia mínima entre dos perforaciones: 5 m
- Relleno de la perforación con bentonita o sílice (RECOMENDACION: mezcla bentonita con agua)
- Cuidados con los codos y RECOMENDACION colocar caudalímetros para equilibrado hidráulico en ida de pozos a bomba.



- Captación energética en función del tipo de terreno
- Dependiendo del terreno se estima 15m por cada 1 kW (65W/m)
- La tubería deberá ser de polietileno de alta densidad.
- Ventajas
 - Poco superficie ocupada terreno
 - Permite instalación de piscinas, árboles, etc...
 - Más ventajoso para el refrescamiento directo

Material del suelo

**para 1500h/año de calefaccion
Generación calor W/m**

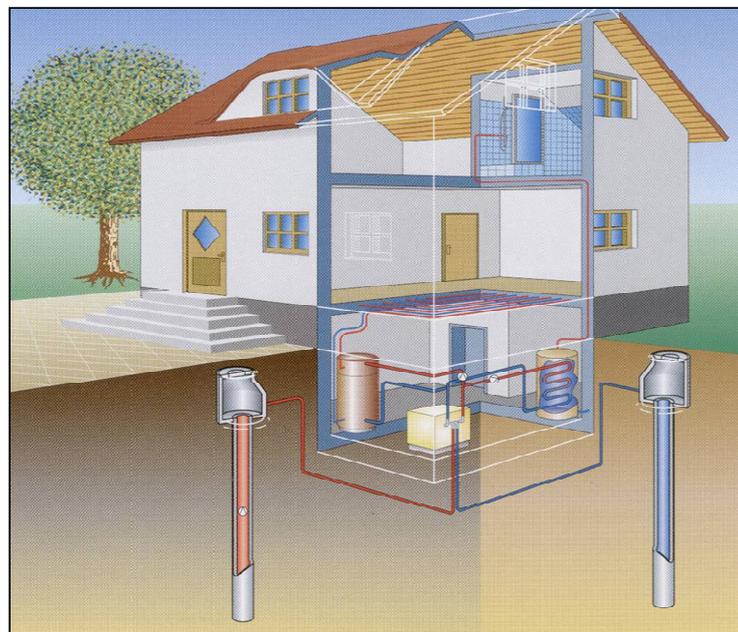
Grava/Arena seca	25
Acuífero	80-100
Arcilla, barro	35 – 50
Caliza	55 – 70
Sedimentos sólidos	55 – 65
Granito	70 – 85





1.4.3.3. Captación geotérmica vertical abierta

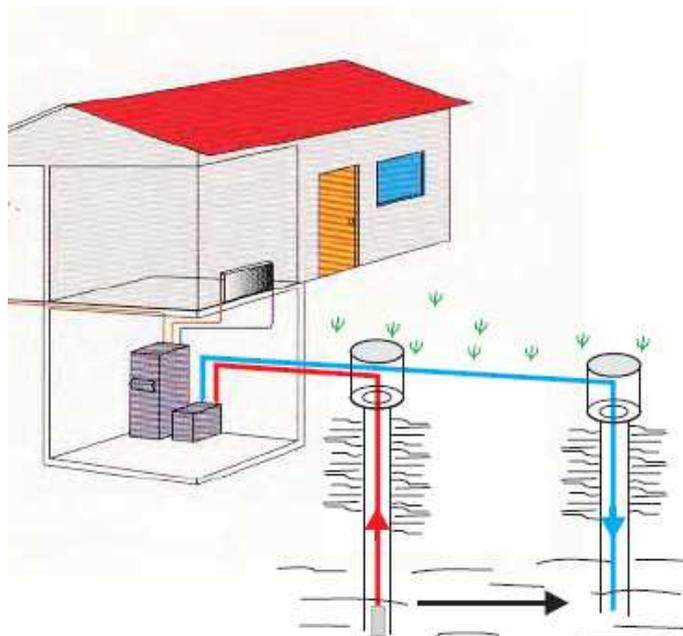
Consiste en aprovechar la alta capacidad de intercambio térmico de aguas subterráneas. Se toma el calor del agua extraída mediante una bomba y se devuelve el agua al terreno aguas abajo.



- Caudal necesario: aprox. 150-180 l/h por kW de potencia de la bomba de calor

- T^a mínima del agua entrada de pozos: + 8 ° C
- Salto térmico teórico: 3-5 °C
- Distancia entre punto de toma y de reinyección: min. 15 m
- Intercambiador de calor en Acero inoxidable, para trabajar directamente con agua.
- Es necesario un análisis del agua previo para evitar la formación de fangos y daños en el intercambiador.
- En cuanto a la calidad del agua se deben cumplir los siguientes valores:

pH:	6 - 10
Cloruros:	< 100 mg/kg
Sulfatos:	< 50 mg/kg
Nitratos:	< 100 mg/kg
Manganeso:	< 1 mg/kg
Ácido carbónico:	< 20 mg/kg
Amoniaco:	< 2 mg/kg
Hierro:	< 2 mg/kg
Cloruros libres:	< 0,5 mg/kg
Conductividad eléctrica:	> 50mS/cm



Distancia mínima entre pozos 15 m

Otros sistemas empleados:



1.4.4. Criterios de selección de la bomba de calor.

La geotermia con aplicaciones de climatización es un sistema con más de 40 años de existencia en el mercado.

Hasta hace 15 años su utilización era prácticamente nula debido a los costes de implantación y al desconocimiento del sistema.

En los últimos 5 años ha habido un aumento de la demanda de equipos destinados a este tipo de climatización, lo cual ha llevado a fabricantes sin experiencia en el sector a hacerse de equipos para poder competir en el mercado.

Fabricantes especializados desde su base en la bomba de calor geotérmica, su desarrollo y patentes propias derivadas de la experiencia hay muy pocos en el mercado.

Se deben tener en cuenta a la hora de elegir un fabricante los siguientes criterios de búsqueda:

- Experiencia del fabricante en el sector.
- Disponibilidad de un servicio técnico de zona.
- Rendimiento del equipo.
- Versatilidad del equipo.
- Garantía del fabricante.
- Cualidades técnicas y tecnológicas del sistema.
- Cualificación y experiencia de la empresa instaladora.
- Precio del producto.

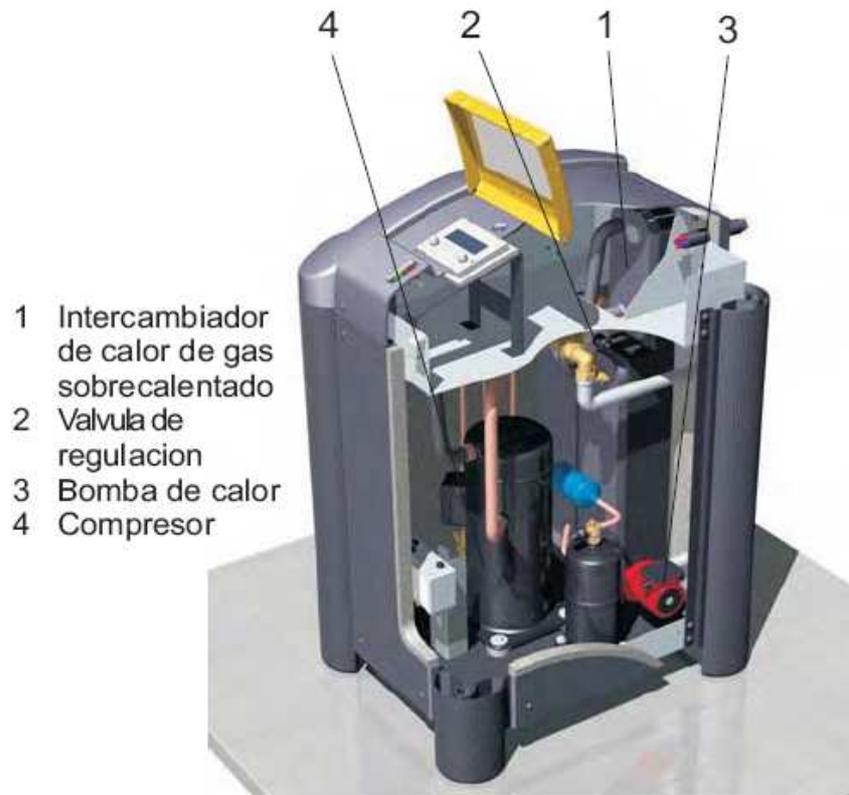
Después de comprobar todos estos criterios de selección entre distintos fabricantes unos más conocidos que otros...Valliant, Wattercotte, De Dietrich, Ciatesa, Ecoforest, Alpha Inmotec, Dimplex...

Finalmente se ha elegido un fabricante austríaco IDM por los siguientes motivos:

- Más de 40 años de experiencia en el desarrollo de sistemas de bomba de calor geotérmica.
- Servicio técnico oficial en la provincia de instalación en este caso Cantabria.
- Equipos con los rendimientos más altos del mercado COP
- Equipos dotados de sistemas completos ofrecidos por el mismo fabricante para calor y frío.
- Garantías de componentes que van desde 2 hasta 20 años.
- Tecnología patentada de vanguardia.
- Empresas instaladoras con experiencia en estos equipos de más de 15 años.
- Precio ajustado a la media de mercado teniendo en cuenta su diferencia tecnológica.

1.4.5. Bomba de calor IDM

- Mediante la bomba de calor ENERTRES/IDM se puede extraer la energía calorífica de terreno a baja temperatura y mediante un proceso de compresión y de transmisión de energía térmica llevarla a un grado superior.
- Por lo tanto se genera calefacción.
- Aparte de la generación de energía térmica la bomba de calor ENERTRES/IDM también es capaz de generar ACS a 60°C gracias al sistema patentado HGL.
- Otras de las ventajas de nuestro sistema es la producción de refrescamiento gratuito mediante intercambiador de placas o la producción de frío por inversión de ciclo.
- Produciendo todo esto con un COP entre 4.7 y 6, con un gran rendimiento y bajo consumo de energía eléctrica
- Gracias a la acumulación Hygienik, la bomba de calor arrancará pocas veces, asegurando un funcionamiento nominal y por lo tanto menor consumo eléctrico.



Componentes principales de la bomba de calor:

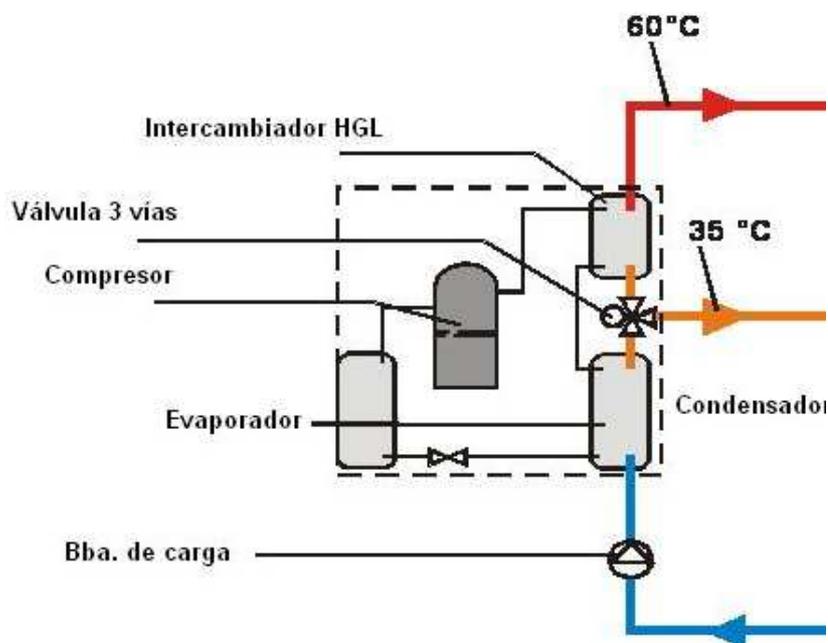
- **Compresor:** para la bomba de calor IDM se utiliza un eficiente compresor Scroll de alta calidad
- **Evaporador:** es uno de los intercambiadores de calor de placas de acero soldado
- **Condensador:** formado por un intercambiador de calor de placas de acero soldado
- **Válvula de expansión:** es una válvula regulada termostáticamente



Compresor Scroll

Principio de funcionamiento de la tecnología patentada HGL

- Es un pequeño intercambiador de calor que aprovecha la alta temperatura de los gases de salida del compresor (85-90°C) para elevar un pequeño caudal de agua hasta una temperatura de 60°C, para cubrir las necesidades de agua caliente
- Durante el funcionamiento en calefacción una parte del caudal pasa a través del intercambiador de placas HGL, regulado mediante la válvula HGL situada entre el intercambiador y el condensador. De esta manera es posible cargar constantemente la parte superior del acumulador con la temperatura HGL ajustada(60°C) de manera gratuita durante el periodo de funcionamiento de calefacción.
- Durante el funcionamiento de ACS todo el caudal pasa a través del HGL de tal forma que la temperatura de salida corresponde a la temperatura ajustada. De este modo se evita la mezcla de la parte superior del acumulador con la parte inferior consiguiendo una correcta estratificación y produciendo ACS de manera más rápida y efectiva.

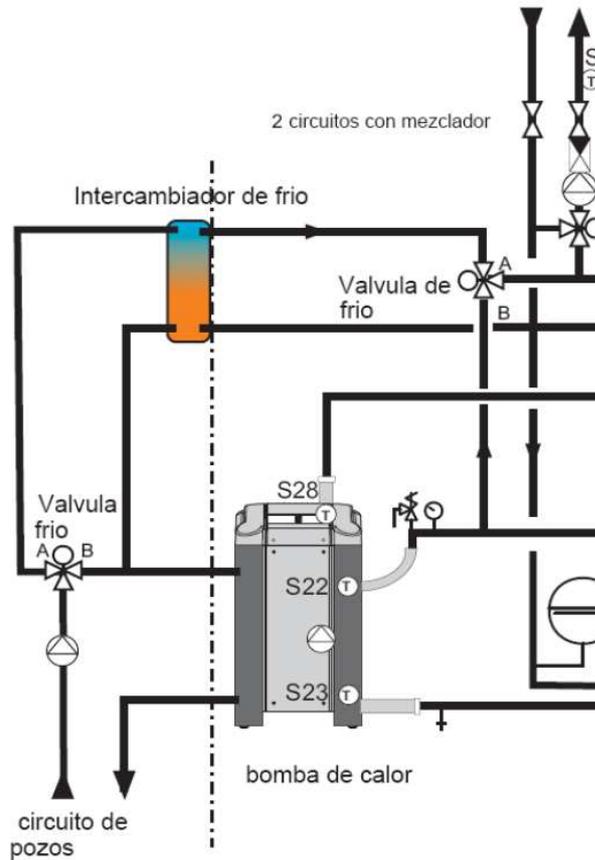


- Ventajas
 - Alta temperatura del acumulador con el compresor trabajando a baja presión
 - Menor consumo de energía eléctrica

- Mayor COP
- Mayor vida útil del compresor
- Regulación de la temperatura de salida permite una buena estratificación en el acumulador y además disponer de ACS de forma inmediata
- Sin riesgo de legionela
- Sin necesidad de apoyo externo adicional (resistencia eléctrica, caldera, etc...)

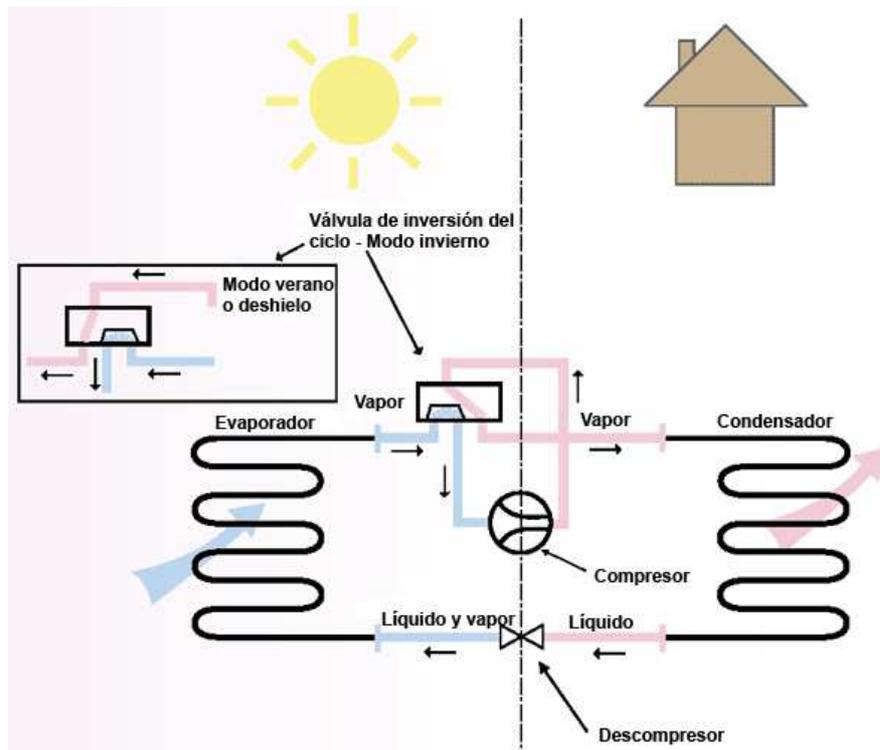
Sistema de refrescamiento directo Direct Cooling:

- Como el agua freática y el terreno están en su mayor parte a una temperatura más fresca respecto a la temperatura ambiente, es posible refrescar un local a través de la instalación de suelo radiante
- El circuito Sole o de agua freática va con un intercambiador de calor y la temperatura mínima, temp. de rocío está regulada mediante una válvula mezcladora.
- Ventajas
 - Instalación fácil
 - No precisa una bomba de calor de ciclo reversible
 - Regeneración completa del terreno



Principio de funcionamiento para refrigeración con inversión de ciclo:

- La inversión de ciclo se producirá con una válvula de 4 vías en el circuito frigorífico
- Este en verano a partir de una orden de la centralita, cambiará el sentido del fluido para producir frío en el evaporador (circuito interior de vivienda) y calor en condensador (circuito de tubo sonda).
- Se debe acoplar siempre un acumulador de agua fría,
- Ventajas
 - Menor coste
 - Gran rendimiento refrescamiento
 - Regeneración completa del terreno



Rangos de trabajo de la bomba de calor:

■ **Requisitos de calefacción:**

Para un cálculo aproximado se puede tener en cuenta

Suelo radiante

- 50 W/m² para vivienda nueva bien aislada
- 70 W/m² para vivienda construida aislamiento medio

Radiadores

- 90-100 W/m² para vivienda nueva bien aislada

Fancoils

- 80-85 W/m² para vivienda nueva bien aislada

■ **Requisitos de ACS:**

- Para un requerimiento de ACS de 50 l/persona día a 45°C, **tener en cuenta una potencia térmica 0.25 kW /persona.**

■ **Requisitos de piscina:**

- para piscina climatizada se puede estimar unas necesidades de 120-150 W/m²

■ **Necesidades térmicas de refrescamiento**

suelo radiante 35 W/m² con direct cooling o ciclo reversible

Fan coils 70-75 W/m² con ciclo reversible

■ **Temperaturas de impulsión calefacción:**

Para un cálculo aproximado se puede tener en cuenta

Suelo radiante

■ 35°C de temperatura de impulsión

Radiadores de baja temperatura

■ 45-50°C de temperatura de impulsión

Fancoils

■ 40-45°C de temperatura de impulsión

■ **Temperaturas de impulsión refrescamiento:**

Para un calculo aproximado se puede tener en cuenta

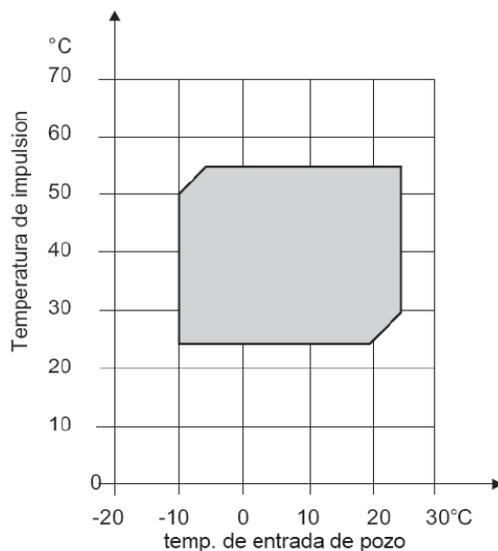
Suelo radiante

■ 17-18°C de temperatura de impulsión con refrescamiento directo

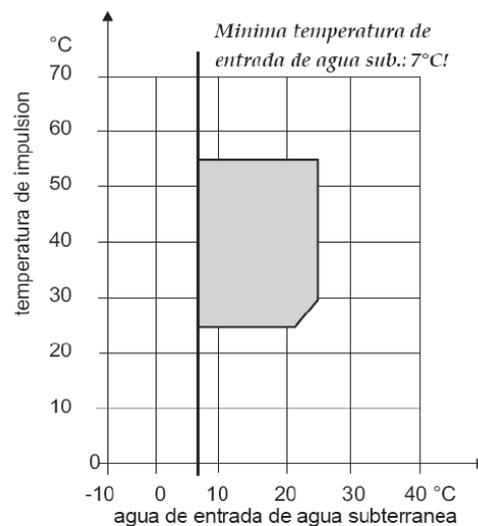
Fancoils

■ 8-10°C de temperatura de impulsión, solamente con inversión de ciclo

Rango de aplicación de las bombas de calor por circuito Sole



Rango de aplicación de las bombas de calor por agua subterránea.



Tipos de bombas de calor:

Monofásicas

- Bombas monofásicas con o sin HGL, de 5- 13 kW con compresor simple
- Bombas monofásicas hasta 22kW con o sin HGL con doble compresor
- Bombas de ciclo reversible, con compresor simple
- Trifásicas
 - Bombas trifásicas con o sin HGL, de 5- 45 kW con simple compresor
 - Bombas de ciclo reversible con compresor simple
- TERRA MAX
 - Bombas de gran potencia con o sin HGL de 50 a 90 kw
 - Bombas de gran potencia con ciclo reversible de 50 a 90 kW
- Sistema Sole (S)
 - Pozos sonda o circuito superficial
 - Mezcla de anticongelante y agua en el circuito cerrado
- Sistema de agua freática (W)
 - Sistema de agua freática, con circuito abierto
 - Se tiene que añadir un reóstato de agua de seguridad
- Sistema Cooling por ciclo reversible
 - Inversión de ciclo
- Refrigerante
 - Maquinas de refrigerante R407 y R134

■ **Bomba de calor monofasica**

- Sin/con HGL
 - Circuito Sole

TIPO	5 S/W	7 S/W	8 S/W	10 S/W	12 S/W
POT TERMICA S. 5º W 35º (kw)	5,86	7,25	8,93	10,51	13,35
POT.CONSUMIDA S.5º/W 35º (kw)	1,28	1,59	1,89	2,24	2,79
COP	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	11,4	14,8	17,3	23,1	23,5

■ **Bomba de calor monofasica**

- Sin/con HGL
 - Circuito Agua freatica

TIPO	5 S/W	7 S/W	8 S/W	10 S/W	12 S/W
POT TERMICA S. 5º W 35º (kw)	7,88	9,6	11,71	13,92	17,38
POT.CONSUMIDA S.5º/W 35º (kw)	1,35	1,66	2,01	2,39	2,96
COP	5,8	5,7	5,8	5,8	5,8
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	11,4	14,8	17,3	23,1	23,5

■ Bomba de calor monofasica grandes

- Con/sin HGL
 - Circuito Sole

TIPO	2X8 S	2x10 S	2x12 S
POT. TERMICA S. 5°/ W 35° (kw)	19,2	22,6	28,4
POT.CONSUMIDA S.5°/W 35° (kw)	3,64	4,34	5,4
COP	5,3	5,2	5,3
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	34,6	42,4	47

■ Bomba de calor monofasica grandes

- Con /sin HGL
 - Circuito Agua freatica

TIPO	2X11 S	2x13 S	2x15 S
POT. TERMICA S. 5°/ W 35° (kw)	24,4	29	36,2
POT.CONSUMIDA S.5°/W 35° (kw)	3,86	4,6	5,7
COP	6,3	6,3	6,4
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	34,6	42,4	47

■ Bomba de calor monofasica cooling por ciclo reversible

- Cooling

TIPO	5 S/W	7 S/W	8 S/W	10 S/W	12 S/W
Cooling W/B 15°C / W8°C en Kw	4,75	6,1	7,3	8,6	10,45
Pot. consumida S.15°/W 8° (kw)	1	1,28	1,51	1,78	2,17
EER	4,75	4,77	4,83	4,83	4,82
Cooling W/B 15°C / W18°C en Kw	6,85	8,55	10,25	12,05	14,5
Pot. consumida S.15°/W1 8° (kw)	0,99	1,26	1,49	1,75	2,18
EER	6,72	6,79	6,88	6,89	6,65

Temperatura para W/B 15°C/W8°C



■ Bomba de calor trifásica sin HGL

- Circuito Sole

TIPO	5 S/W	7 S/W	8 S/W	10 S/W	12 S/W	15 S/W	17 S/W	19 S/W	22 S/W	26 S/W	30 S/W	37 S/W	45 S/W
POT. TERMICA S. 5°/ W 35° (kw)	5,86	7,25	8,63	10,51	13,35	16,17	18,05	21,06	23,5	28,58	33,35	38,67	49,69
POT.CONSUMIDA S.5°/W 35° (kw)	1,28	1,59	1,89	2,24	2,79	3,34	3,83	4,38	5,18	6,23	7,15	8,55	10,6
COP	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,7	4,8	4,5	4,6	4,7	4,5	4,7
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	3,7	5	5,7	6,6	7,9	10	11,4	13,3	14,6	17,9	19,2	25,6	27,8

- Circuito Agua freática

TIPO	5 S/W	7 S/W	8 S/W	10 S/W	12 S/W	15 S/W	17 S/W	19 S/W	22 S/W	26 S/W	30 S/W	37 S/W	45 S/W
POT. TERMICA S. 15°/ W 35° (kw)	7,68	9,6	11,71	13,92	17,38	20,58	23,62	26,11	29,09	35,33	40,9	47,42	60,96
POT.CONSUMIDA S.15°/W 35° (kw)	1,35	1,66	2,01	2,39	2,96	3,62	4,06	4,68	5,46	6,6	7,56	8,94	11,44
COP	5,7	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	5,8	5,6	5,3	5,4	5,4	5,3	5,3
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	3,7	5	5,7	6,6	7,9	10	11,4	13,3	14,6	17,9	19,2	25,6	27,8

■ **Bomba de calor trifásica con HGL**

■ Circuito Sole

TIPO	5 S/W	7 S/W	8 S/W	10 S/W	12 S/W	15 S/W	17 S/W	19 S/W	22 S/W	26 S/W	30 S/W	37 S/W	45 S/W
POT TERMICA S. 5°/W 35° (kw)	6,3	7,8	9,6	11,3	14,2	17,2	19,2	22,4	25	30,4	35,1	40,7	52,3
POT.CONSUMIDA S.5°/W 35° (kw)	1,24	1,54	1,83	2,17	2,7	3,27	3,86	4,22	6,63	6,03	6,9	8,15	10,45
COP	5,1	5,1	5,2	5,2	5,3	5,3	5,2	5,3	3,8	5,0	5,1	5,0	5,0
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	3,7	5	5,7	6,6	7,9	10	11,4	13,3	14,6	17,9	19,2	25,6	27,8

■ Circuito Agua freática

TIPO	5 S/W	7 S/W	8 S/W	10 S/W	12 S/W	15 S/W	17 S/W	19 S/W	22 S/W	26 S/W	30 S/W	37 S/W	45 S/W
POT TERMICA S. 15°/W 35° (kw)	8	10	12,2	14,5	18,1	20,4	24	26,88	30	36,4	42,2	48,5	63
POT.CONSUMIDA S.15°/W 35° (kw)	1,31	1,6	1,93	2,3	2,85	3,48	3,9	4,5	5,25	6,35	7,3	8,6	11
COP	6,1	6,3	6,3	6,3	6,4	5,9	6,2	5,9	5,7	5,7	5,8	5,6	5,7
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	3,7	5	5,7	6,6	7,9	10	11,4	13,3	14,6	17,9	19,2	25,6	27,8

■ **Bomba de calor trifásica cooling**

■ Circuito Sole/agua freatica

TIPO	5 S/W	7 S/W	8 S/W	10 S/W	12 S/W	15 S/W	17 S/W	19 S/W	22 S/W	26 S/W	30 S/W	37 S/W	45 S/W
Cooling W/B 15°C / W8°C en Kw	4,6	6	7,1	8,35	10,35	12,65	15,4	17,1	19,3	23,3	27	33,5	40,5
Pot. consumida S.15°/W 8° (kw)	0,96	1,23	1,44	1,7	2,1	2,58	2,99	3,33	3,91	4,65	5,25	6,7	8
EER	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	5,2	5,1	4,9	5,0	5,1	5,0	5,1
Cooling W/B 15°C / W8°C en Kw	6,45	8,4	9,95	11,7	14,45	18	21,4	23,9	27,2	32,5	37,5	46	56
Pot. consumida S.15°/W 8° (kw)	0,96	1,23	1,44	1,7	2,05	2,76	3,12	3,52	4,2	4,7	5,35	7,1	8,9
EER	6,7	6,8	6,9	6,9	7,0	6,5	6,9	6,8	6,5	6,9	7,0	6,5	6,3

■ **Bomba de calor TERRA-MAX**

□ Sin/con HGL con agua freática/sole

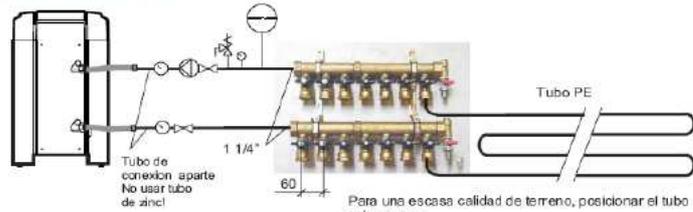
TIPO	50	60	70	90
POT TERMICA S. 10°/W 35° (kw)	63,1	72,6	90	109,2
POT.CONSUMIDA S.10°/W 35° (kw)	11,9	13,5	17	20,4
COP	5,3	5,4	5,3	5,4
INTENSIDAD DE CONSUMO (A)	35	38	50	59,6

■ **Bomba de calor TERRA-MAX cooling**

□ Sin/con HGL con agua freática o sole

TIPO	50	60	70	90
Cooling W/B 15°C / W8°C en Kw	46,6	54	67	81
Pot. consumida S.15°/W 8° (kw)	9,3	10,5	13,4	16
EER	5,0	5,1	5,0	5,1
Cooling W/B 15°C / W8°C en Kw	65	75	92	112
Pot. consumida S.15°/W 8° (kw)	6,4	10,7	14,2	17,8
EER	10,2	7,0	6,5	6,3

Captación geotérmica horizontal



Para una escasa calidad de terreno, posicionar el tubo sobre arena.
 ! Posicionar la señal de advertencia, 50 cm sobre el tubo
 ! Predisponer la protección de la instalación

Datos técnicos

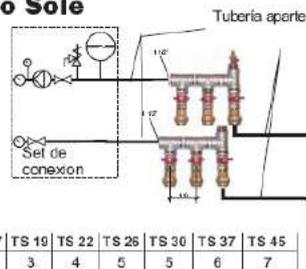
Tipo	Distancia entre tubos 80 cm													
	S 5	S 7	S 8	S 10	S 12	S 15	S 17	S 19	S 22	S 26	S 30	S 37	S 45	
Numero circuitos	3	3	4	5	6	7	7	8	9	11	13	15	18	
Longitud tubería en mt	300	300	400	500	600	700	700	800	900	1.100	1.300	1.500	1.800	
Superficie de terreno m ²	240	240	320	400	480	560	560	640	720	880	1.040	1.200	1.440	
Tubería impulsión-Ø	DN 40	DN 40	DN 40	DN 40	DN 40	DN 40	DN 40	DN 50	DN 50	DN 50	DN 50	DN 65	DN 65	
Bomba de recirculación*	25-60	25-60	25-60	25/7	25/7	32-80	32-80	30/10	30/10	40/10	40/10	50/10	50/10	
longitud del distribuidor L	180	180	240	300	360	420	420	480	540	660	780	900	1080	
Sole	105	105	140	175	210	245	245	280	315	385	455	525	630	

Captación geotérmica vertical

Sonda en profundidad para circuito Sole

INDICACIONES:

- Distancia mínima entre 2 perforaciones: 5 m
- Distancia mínima al edificio : 2 m
- Tubería de conexión: se colocará inclinada hacia la bomba de calor.



Datos técnicos

Tipo	TS 5	TS 7	TS 8	TS 10	TS 12	TS 15	TS 17	TS 19	TS 22	TS 26	TS 30	TS 37	TS 45
Perforaciones	1	1	2	2	2	3	3	3	4	5	5	6	7
Profundidad sonda*mt	80	100	130	150	190	225	270	300	340	400	475	570	700
Tubo sonda-Ø en mm	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Tubería impulsión-Ø	DN 40	DN 50	DN 50	DN 50	DN 50	DN 65	DN 65						
Bomba recirculador**	25-60	25-60	25-60	25/7	25/7	32-80	32-80	30/10	30/10	40/10	40/10	50/10	50/10
Longitud distribuidor L	60	60	60	120	120	120	120	180	180	240	240	300	360
Sole***	160	200	250	290	360	430	520	580	650	770	910	1100	1340

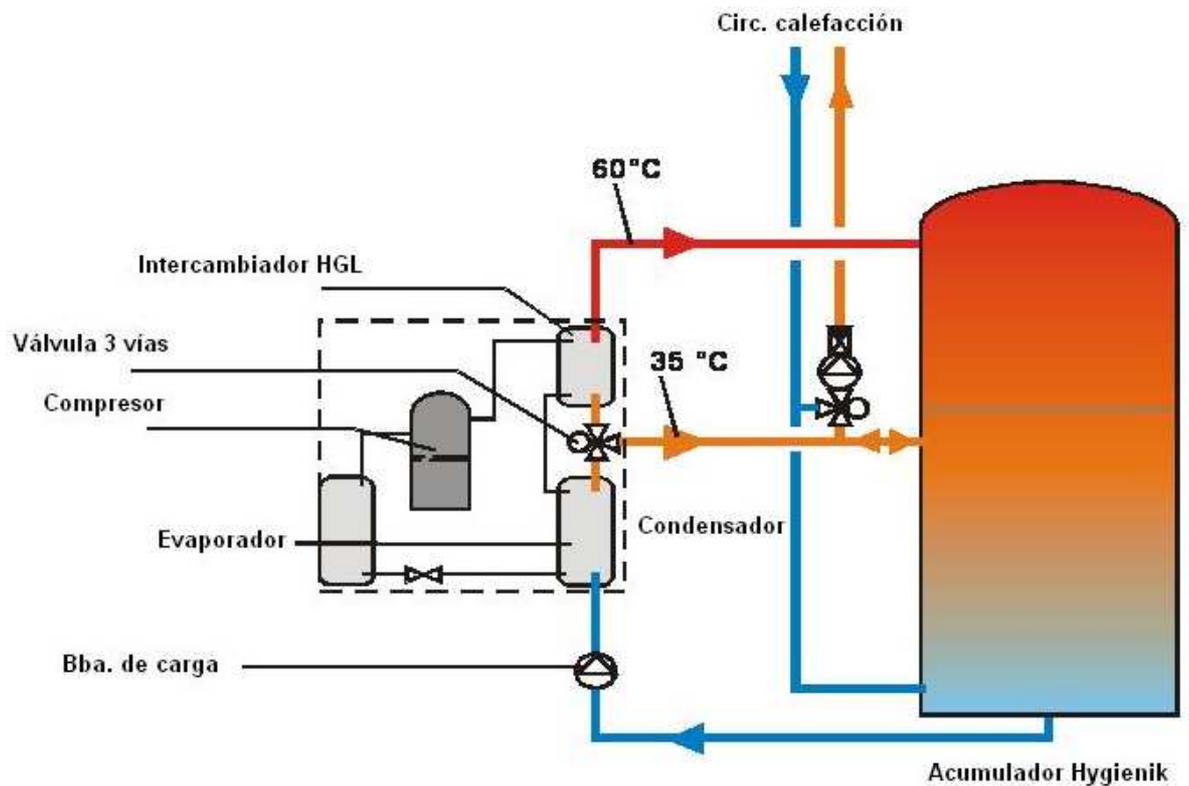
Sistema de gestor energético patentado Hygienik:



- Es un completo acumulador de inercia con producción de agua caliente sanitaria a través de un sistema instantáneo.

- Este acumulador esta especialmente diseñado para operar junto con la bomba de calor geotérmica, pero puede ser utilizado para cualquier sistema de producción de energía térmica, incluida la solar térmica.
- Los Hygienik disponen de barrera de estratificación, para una mejor utilización de la energía acumulada en el depósito.
- Dependiendo de las necesidades se puede llegar a producir hasta 70 l/min.





■ Volúmenes de acumulación:

- 250 litros, para apartamentos, pisos unifamiliares
- 500 litros, con posibilidad de acople de sistemas solares
- 1000 litros, para casas grandes, sistemas solares, biomasa, bomba de calor
- 1500 litros, para viv. Multifamiliar o de grandes necesidades energéticas
- 2000 litros

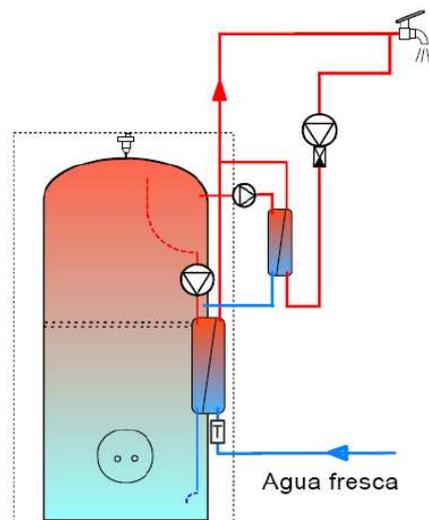
■ Producción de ACS:

- A partir de un salto de 40 °C, y una temperatura de acumulación de 55°C
- Las estaciones serán de
 - 25 l/min
 - 35 l/min
 - 50 l/min
 - 70 l/min
- Máxima capacidad de producción de ACS de 60°C

■ Límites

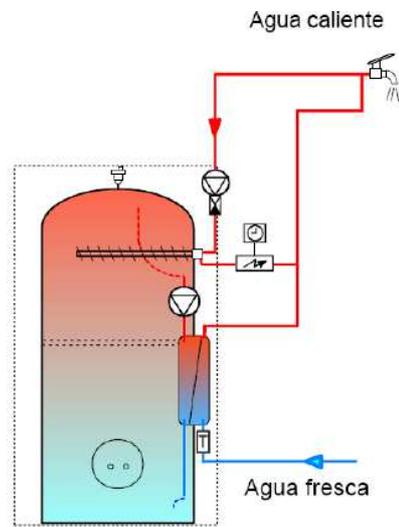
- Hasta una temperatura de 85°C y una presión de 3 bar.

- Para aproximarse a la realidad se tienen que seguir datos del CTE.
- Cálculos rápidos:
 - Para residencias
 - Todas las residencias constan de baño
 - Como mínimo de 10 l/min a 45°C
 - Para hotel
 - Se puede estimar unos 10 l/min a 45°C para baño
 - Se estima unos 8 l/min a 42°C para ducha
 - Para centros deportivos
 - La capacidad por ducha es de 8 l/min a 42°C
 - Factor de simultaneidad: 0.90
- Para necesidades ACS pequeñas
 - Mediante lanza-intercambiador de recirculación, en la parte superior y conectada a al tuberías superior
 - De esta forma el agua caliente de recirculación esta siempre en movimiento
 - 1 kW. a 60°C



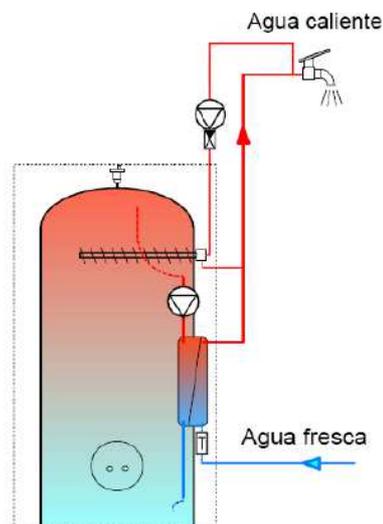
- Para necesidades energéticas de ACS medias
 - se tenemos necesidades en poco tiempo, una línea de recirculación.

- Se pondrá un reloj para activación de la bomba cuando sea necesario para no perder energía
- La centralita Multitalent



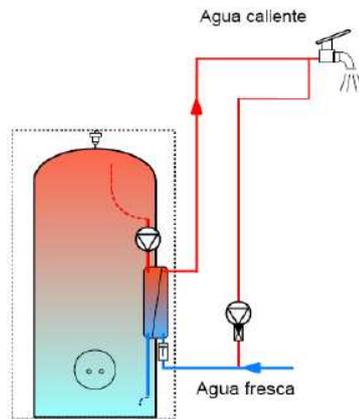
■ Para grandes necesidades ACS

- En el caso de grandes sistemas o redes de agua caliente sanitaria.
- Necesidades de una temperatura permanente y una circulación constante.
- Se recomienda instalar el pequeño sistema de recirculación.



■ Para mayores temp. de recirculación

- se puede hacer para necesidades térmicas muy altas, por un calentador eléctrico
- También se puede poner un pequeño calentador instantáneo vía térmica swicht o termostato.



Centralita de la máquina: Regulación multitalent.



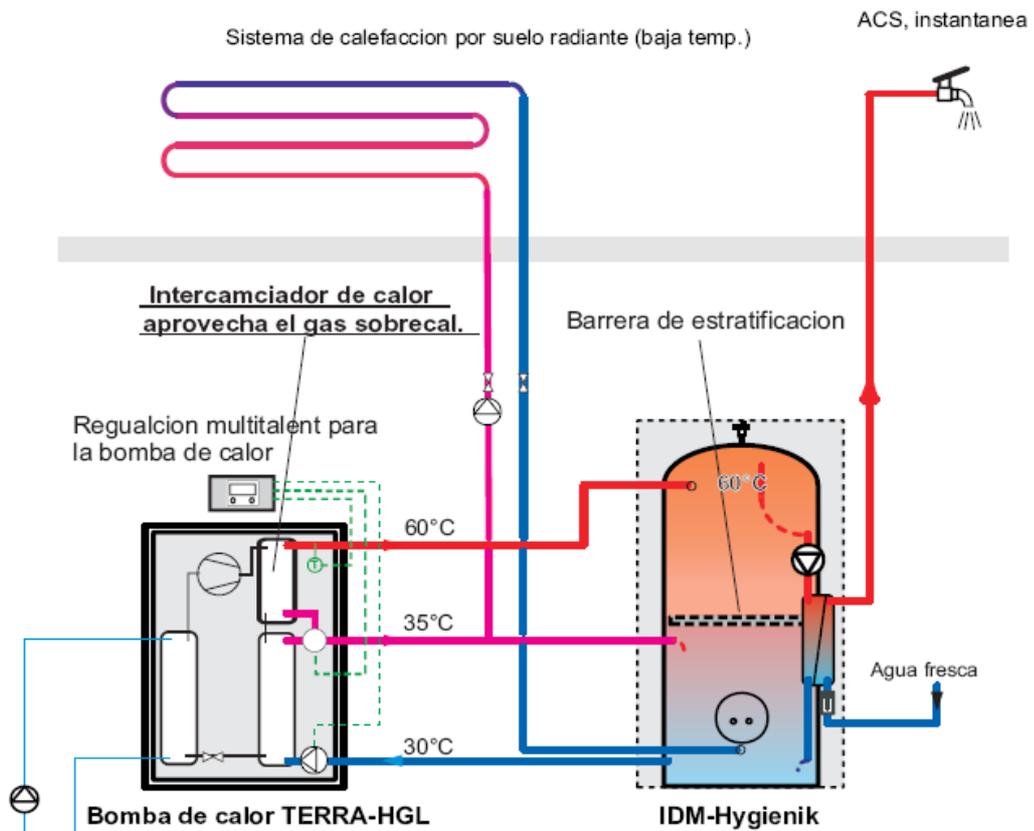
■ REGULACION MULTITALENT

- Se puede controlar la temperatura y el grupo de producción de ACS (HGL)
- Control de base de dos circuitos de calefacción con mezcladora.
- Se controla hasta cuatro circuitos de calefacción con/sin val. Mezcladora. Regulación climática con compensación de la temperatura interior, curvas de calefacción según el tipo de sistema utilizada (suelo radiante, radiadores, etc..)
- Permite la regulación del circuito refrescante (*direct cooling*) o el ciclo inverso, por el modo cambio invierno-verano
- Control a través de contacto externo
- Control de sistemas bivalente, dos maquinas en cascada, calderas o sistema eléctrico.
- Permite funcionamientos particulares
 - Funcionamiento de calefacción en verano
 - Funcionamiento de emergencia

■ Etc...

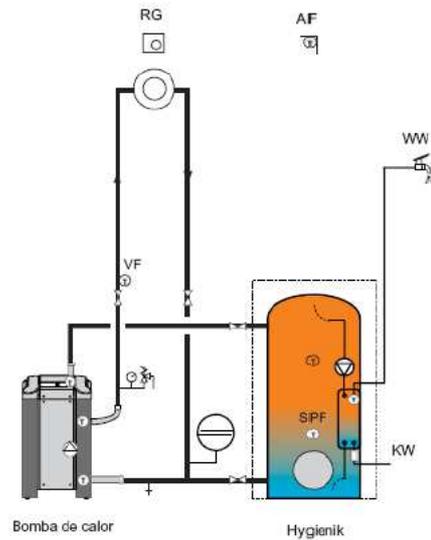
- ❑ Protocolo de puesta en marcha de circuitos por suelo radiante
- ❑ Test de componentes y de sondas
- ❑ Display y documentación técnica completa para usuario e instalador en Español
- ❑ Fácil manejo y uso, con dos botones.

Esquemas de aplicaciones IDM:



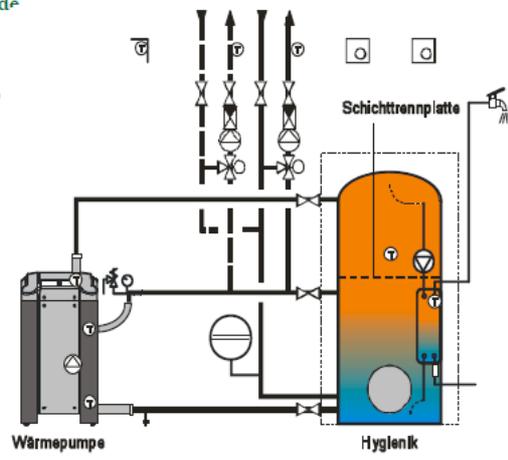
TERRA-HGL con Hygienik con calefaccion directa

- Calefacción ambiente debe ser a baja temperatura
- La impulsión esta siempre a alta temperatura aunque la bomba de calor este apagada
- Regulacion Multivalent

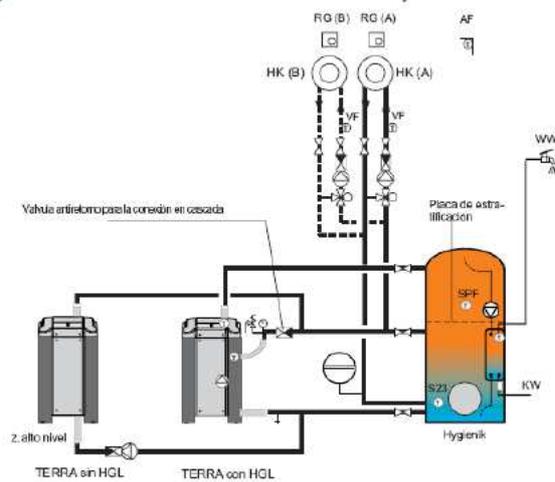


TERRA-HGL con Hygienik con barrera de estratificacion y ACS /calefaccion

- el retorno de calefacción y el retorno de bomba de calor se instalan separadamente
- El tamaño del vaso expansión se considera el contenido del Hygienik
- Con la regulación Multivalent

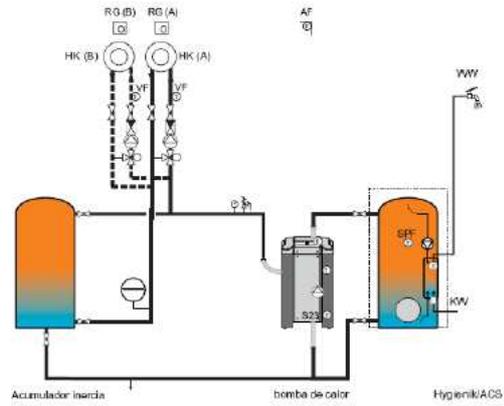


TERRA-HGL con Hygienik con dos bombas de calor en cascada y acumulador de ACS

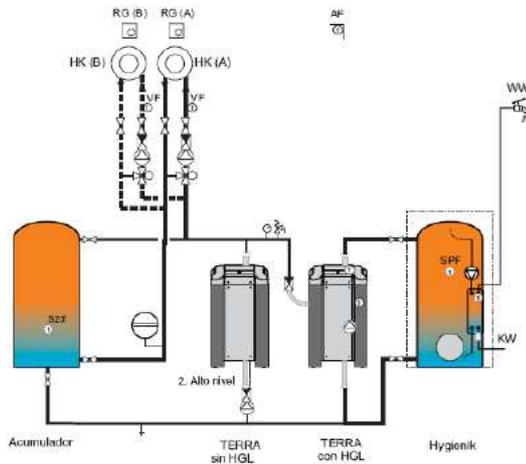


TERRA-HGL con acu. Separado ACS e inercia

- Para unas mayores necesidades de ACS y de calefaccion

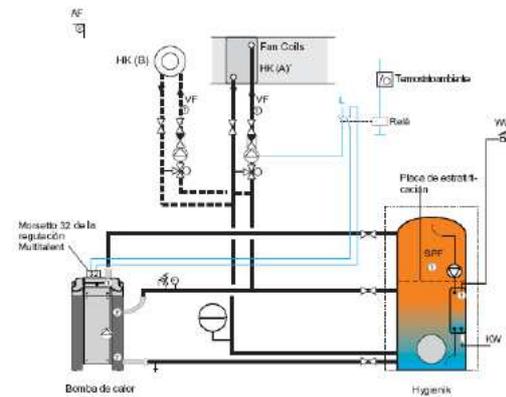


TERRA-HGL + TERRA en cascada con Hygienik con ACS e inercia



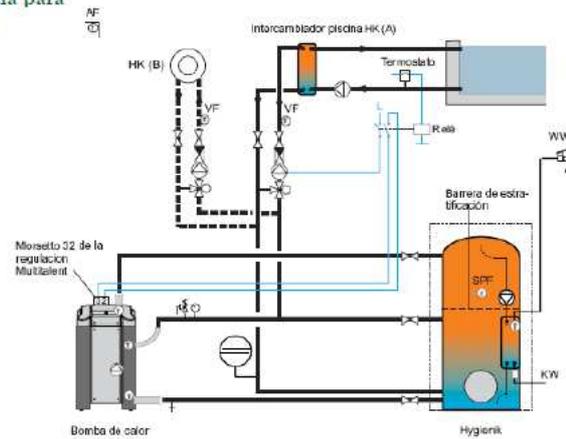
TERRA-HGL con Hygienik barrera estratificacion y acumulador de inercia para calefaccion por Fan Coils

- Por termostato ambiente y un rele, se regula la circulación de aire de los Fan Coils
- Además la bomba de calor se regula mediante un contacto externo



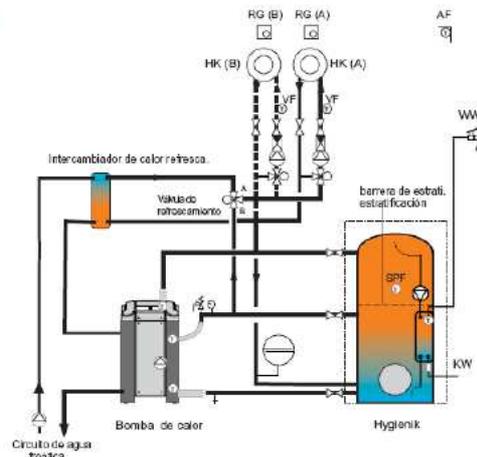
TERRA-HGL con Hygienik barrera estratificación y acumulador de inercia para calefacción para calefacción y piscir

- Por termostato ambiente y un rele, se regula la circulación de aire de los Fan Coils
- Además la bomba de calor se regula mediante un contacto externo

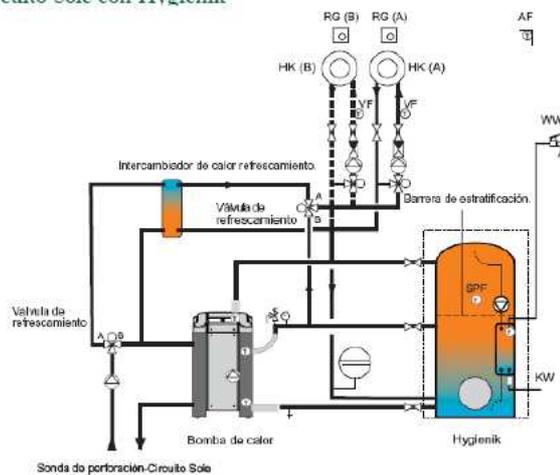


TERRA-HGL con Hygienik con refrescamiento directo de agua freática

- Necesario para el control un termostato ambiente IDM

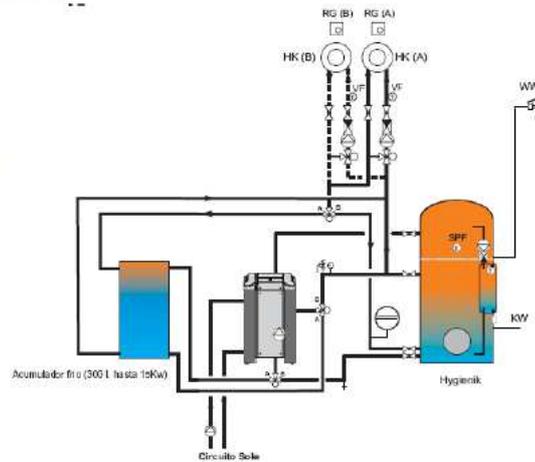


TERRA-HGL con Hygienik para sonda de perforación y circuito Sole con Hygienik



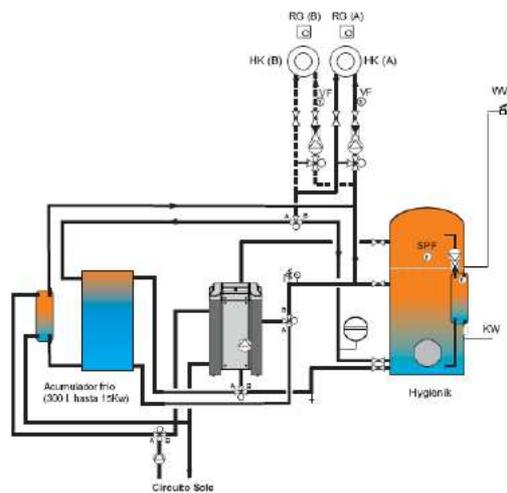
TERRA-HGL con Hygienik con proceso reversible para refrescamiento con Hygienik

- Necesario para el control un termostato ambiente IDM
- Para la bomba de calor es posible regular el retardo de aumento del refrescamiento con el proceso reversible
- Para el proceso reversible no es posible cargar el acumulador de agua caliente



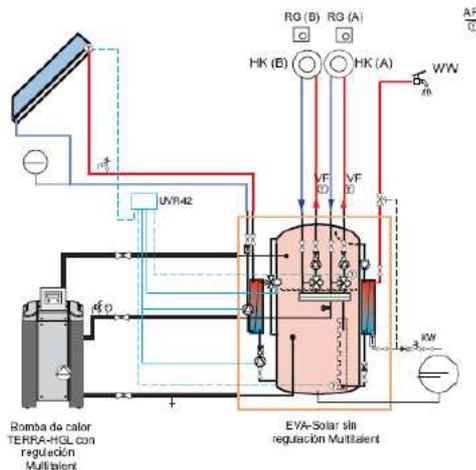
TERRA-HGL con Hygienik con proceso reversible, refrescamiento directo.

- Necesario para el control un termostato ambiente IDM
- Para la bomba de calor es posible regular el retardo de aumento del refrescamiento con el proceso reversible
- Durante la fase de refrescamiento no es posible la carga de la parte superior del acumulador para el ACS



TERRA-HGL con sistema de acumulacion EVA solar

- Sistema de integración se distintos tipos fuentes de calor



Aplicaciones y ventajas de las bombas de calor IDM:

- SISTEMA DE CLIMATIZACION INTEGRAL, FRIO+CALOR+ACS
- La bomba de calor geotérmica evita la existencia de torres de refrigeración y por lo tanto la contaminación por legionelosis.

- A parte la no existencia de las torres de refrigeración ni condensadores de aire hace que la edificación quede exento de cualquier perturbación visual.
- Como la instalación solamente necesita un pequeño aporte energía, la vivienda tiene la consideración de unidad de contaminación “cero”.
- La bomba de calor geotérmica al intercambiar con la corteza terrestre tiene un rendimiento muy alto no dependiendo de la temperatura exterior, lo cual lo hace más eficiente que otros sistemas.
- Funcionamiento estable/rendimiento optimo (gracias a la temperatura cte del subsuelo)
- Arquitectónicamente la bomba de calor no necesita chimeneas de evacuación de humos y captadores solares externos, dejando libertad al diseño de la fachada exterior.
- Dado que la temperatura de trabajo no supera los 55°C grados el confort en la vivienda está asegurado y con la producción de ACS tenemos todo integrado en la misma máquina.
- Es el sistema más eficiente de ahorro de una vivienda, ya que actualmente el gasto para la climatización de la vivienda y la producción de ACS, que puede llegar a ser del 70% en una vivienda nueva. Es por esto que la bomba de calor geotérmica ENERTRES soluciona una parte muy importante del consumo energético de la viviendas..
 - Comparado con el gas 60-70%
 - Comparado con el gasoil 75-80%
 - Comparado con la electricidad, tarifa nocturna 60-70%
 - Comparado con la bomba de calor geotérmica estándar o de aire 50-60%
- Las bomba de calor IDM ofrece:
 - Comodidad y confort, tener calefacción y refrescamiento con solo pulsar un botón, sin necesidad de tener que aprovisionarse de combustibles sólidos/líquidos o gaseosos, evitando los peligros de incendio, y sin necesidad de apoyos externos
 - Funcionamiento extremadamente fiable y muy silencioso.
 - Versátiles por su variedad de uso:

- Hoteles, albergues
 - Residencias
 - Edificios multifamiliares
 - Viviendas unifamiliares, segunda vivienda
 - Centros deportivos, piscinas
 - Spas, centros comerciales, etc.....
- Escaso mantenimiento
 - Sin salida de gases, cuartos de calderas, etc.. Solamente conectar a la red.
 - Regulación completa con gestión de hasta 4 circuitos de calefacción con válvula mezcladora
 - Rango de potencias**, que permite una mayor personalización y mayor ahorro económico
 - Rango de maquina** monofásicas y trifásicas, adaptándose completamente al estado español y portugués.
 - Posibilidad de subvenciones
 - La energía eléctrica que se necesita puede provenir de fuentes de energías renovables eliminando así la generación del perjudicad CO2 de la atmósfera.
 - Toda la Información técnica y regulación en español.

2. CÁLCULOS

2.1. Cálculo de cargas térmicas:

Se entiende por cálculo de cargas térmicas las necesidades que tendrá la instalación para compensar factores externos y poder sobreponer con solvencia las necesidades de la instalación.

Para el cálculo de cargas térmicas se tendrá en cuenta la superficie de la vivienda a calefactar, pérdidas por cerramientos, saltos térmicos de intercambio, localización geográfica y método de construcción.

Según el CTE en el Documento Básico HE ahorro de energía sección HE1 se pueden obtener los resultados de las necesidades energéticas de una vivienda en KW.h/m².año

2.2.1.1.1 Edificios de uso residencial privado

- 1 La *demanda energética* de calefacción del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

donde,

$D_{cal,lim}$ es el valor límite de la *demanda energética* de calefacción, expresada en kW·h/m²·año, considerada la superficie útil de los *espacios habitables*;

$D_{cal,base}$ es el valor base de la *demanda energética* de calefacción, para cada *zona climática* de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;

$F_{cal,sup}$ es el factor corrector por superficie de la *demanda energética* de calefacción, que toma los valores de la tabla 2.1;

S es la superficie útil de los *espacios habitables* del edificio, en m².

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [kW·h/m ² ·año]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

También se deberá tener en cuenta la aplicación derivada de la directriz del IDAE sobre el cálculo de cargas térmicas marcando como norma el uso del programa del cálculo de cargas térmicas Leader-Calener, también válido para la certificación energética del inmueble.

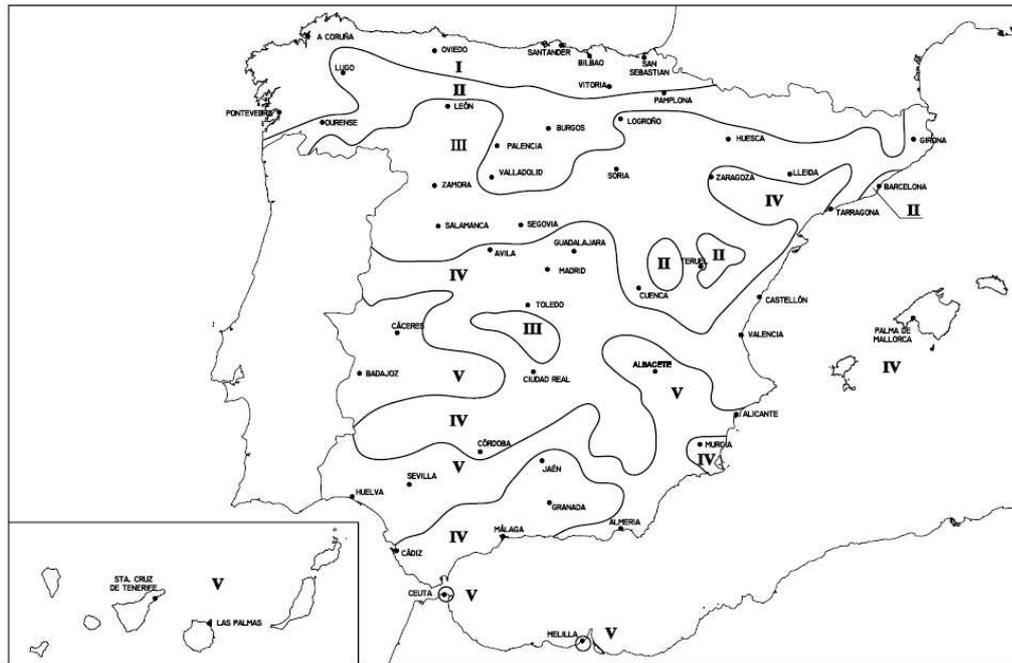


Fig. 3.1. Zonas climáticas

Una vez aplicados al programa los datos de superficies, cerramientos, orientaciones, localización...obtenemos el siguiente resultado:

Potencia necesaria para calefacción: 48 w/m²

Potencia necesaria de producción: 260m² x 48 w/m²=12.480 KW

Lo que implica que necesitaremos una producción térmica superior a la potencia necesaria de calefacción.

2.2. Necesidades de ACS:

Potencia necesaria para ACS: 0.25 Kw pax/día

Aplicando CTE HB4 para el cálculo de ocupación: 4 dormitorios equivalente a 6 personas.

30L pax/día * 45°C de incremento de temperatura= 1350 Kcal/día=1.57 Kw.h/día

1.57 Kw.pax/día x 6pax=9.42 Kw

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C								
Viviendas unifamiliares	30								por persona
Viviendas multifamiliares	22								por persona
Hospitales y clínicas	55								por cama
Hotel ****	70								por cama
Hotel ***	55								por cama
Hotel/Hostal **	40								por cama
Camping	40								por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35								por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55								por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15								por servicio
Escuelas	3								por alumno
Cuarteles	20								por persona
Fábricas y talleres	15								por persona
Administrativos	3								por persona
Gimnasios	20 a 25								por usuario
Lavanderías	3 a 5								por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10								por comida
Cafeterías	1								por almuerzo
Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7	
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios	

(1) Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2) con los valores de $T_1 = 12^\circ\text{C}$ (constante) y $T = 45^\circ\text{C}$.

2.3. Bomba de calor

Según el fabricante y las necesidades térmicas el producto que más se aproxima sería el siguiente:

Bomba de Calor Geotérmica TERRA 13 S/W-HGL-C Monofásica



La bomba de calor **ENERTRES/IDM** extrae la energía calorífica del terreno a baja T^a y la lleva a un grado superior mediante un proceso de compresión y de transmisión de energía térmica; por tanto se genera **calefacción**.

Aparte de la generación de energía térmica también es capaz de generar **ACS a 60°C** gracias al **sistema patentado HGL**.

Otras de las ventajas de nuestro sistema es la producción de **refrescamiento** gratuito mediante intercambiador de placas o la producción de **frio** por inversión de ciclo.

Produciendo todo esto con un **COP (*)** entre 4.7 y 6, con un gran rendimiento y bajo consumo de energía eléctrica.

2 AÑOS DE GARANTÍA TOTAL
(Incluyendo piezas, desplazamiento y mano de obra)



(*) **COP [coeficiente de eficiencia energética]** : es la relación entre la producción de calor y el consumo de energía eléctrica que es necesario pagar. Por ejemplo una bomba de calor con un **COP = 5** necesita **1 KW** de consumo eléctrico para producir **5 Kw** de energía calorífica.

DATOS TÉCNICOS				
Potencia térmica nominal (**)	15,2 kW	Dimensiones	Alto	133 cm
Potencia eléctrica nominal	2,79 kW		Ancho	62 cm
COP	5,45		Profundidad	76 cm
Intensidad (Trabajo)	N/D	Peso (HGL/BA)		215/155 Kg
Intensidad (Arranque)	N/D	Conexiones	Sole (Captación)	R 1"
Cantidad agua calef. min.	2.300 l/h		Calefacción	R 1"
Cantidad liq. Sole min.	3.450 kg/h			

(**) Con Temperatura de impulsión = 35°C y Temperatura de entrada = 5°C
También disponible con R 134a (T^a máxima de impulsión 65°C)

2.4. Captación.

A la hora de determinar la captación necesaria para una instalación geotérmica se pueden emplear dos opciones.

La primera opción, más fiable y más cara consiste en realizar un test de respuesta térmica (TRT) que consiste en hacer una perforación y someterla a una prueba de comportamiento. El TRT es tan costoso como una perforación de 100m. Lo ideal es realizar un TRT para una instalación con número de pozos superior a 3 pozos o sondeos de captación.

La potencia de extracción del suelo se tendrá en cuenta como la más desfavorable sin realizar un TRT. La potencia más desfavorable se situará en 50-55 W/m.

De forma general se puede estimar 1 Kw de potencia de salida de la bomba de calor necesitaría 15 ml de perforación.

Determinados fabricantes exigen unas condiciones que se marcan como indispensables a la hora de vender sus equipos y no permiten variarlas en ningún momento. En el caso de la máquina seleccionada, el fabricante exige 200 m de perforación. Como las empresas de perforación son muy reticentes con perforaciones superiores a 150m en este caso se realizarán 2 perforaciones de 100m cada una.

Metros de perforación= 13 Kw potencia nominal x 15 m*Kw= 195ml de perforación.

2.5. Gestor energético

Al igual que el caso de las perforaciones el fabricante limita la posibilidad de elección del gestor energético. En este caso se tratará de un Hygienik 800/25 es un acumulador con barrera de estratificación y un módulo de producción de ACS de 25 L/min.

En el caso de tener que calcular las necesidades para calafeción se tomará como referencia una inercia de 25-30L/KW térmico generado.

En este caso 15 Kw x 30L/Kw= 450 L de inercia.

Para la producción de ACS se tomará como referencia las necesidades que determina el CTE: 30 L/persona*día x 6 personas= 180L

Total volumen acumulación = 180 + 450 = 630 L

Según el fabricante seleccionado debería ser un acumulador de 800L como anteriormente nos limitó el fabricante en su elección.

2.6. Grupos de impulsión

Para una instalación de 2 plantas se necesitan al menos 2 grupos de impulsión independientes con válvula mezcladora para que la centralita de la máquina pueda variar la temperatura de impulsión y pueda mezclar el agua de retorno a acumulación con el agua de impulsión a suelo radiante.

Para el cálculo de los grupos de impulsión al ser en circuito cerrado no se tendrá en cuenta la diferencia de altura, sólo se tendrá en cuenta el salto térmico para emitir el calor necesario a cada planta, la cantidad de agua que deberá mover la bomba para aportar ese salto térmico y las pérdidas de carga generadas por la tubería y los accesorios.

En el mercado la bomba de circulación más pequeña que se comercializa es la 25/6 que entrega 25 m³/h con una diferencia de altura de 6m o una pérdida de carga equivalente. La planta más grande de la que disponemos son 200 m² que a 48w/m implica que necesitamos generar 9.6 Kw con un salto térmico normal de 5°C.

Calculo de pérdida de carga en generales:

Necesidades térmicas=9.6 Kw=8254 Kcal

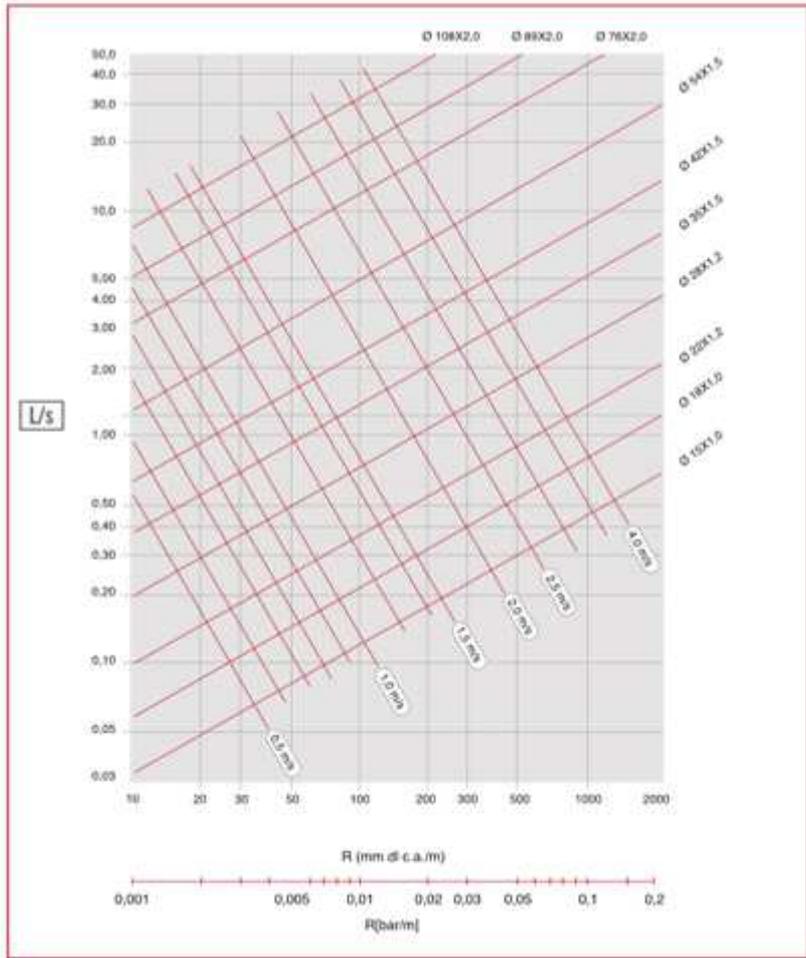
Incremento de temperatura= 5°C

$Q = \text{Caudal} = \text{Potencia necesaria} / \text{incremento de temperatura} = 8254 / 5 = 1650 \text{ l/h} = 0.46 \text{ l/seg}$

Si disponemos de una generales de 28mm con una distancia hasta el colector de suelo radiante de 8m tenemos un recorrido de 16 m.

Metiendo en la tabla los datos de la sección del tubo y del caudal obtenemos la pérdida de carga por milímetro de columna de agua=16

Para hallar la altura necesitaremos aplicar un coeficiente de seguridad de 30% debido a la pérdida de carga generada por los accesorios.



Aplicando los datos anteriores:

$H=16 \text{ ((}8+8\text{)} \times 1.3)=332.80\text{mmca}$ de pérdida de carga para las generales.

Para calcular la pérdida de carga del circuito de calefacción más desfavorable desde el colector de regulación:

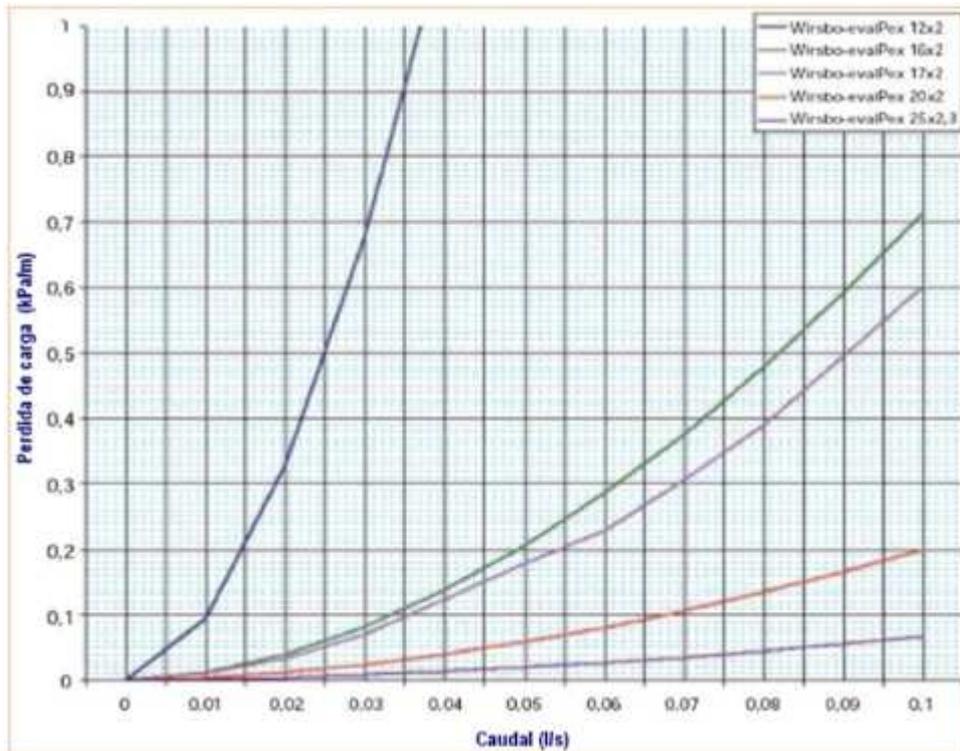
Longitud máxima del circuito=100m

100m/ (8m/m²) densidad de tubo=12.50 m²

Potencia del circuito= 12.50m² x 48 w/m² =600W=515 Kcal

$Q=P/AT^a=515/5=103 \text{ l/h}=0.03 \text{ l/s}$

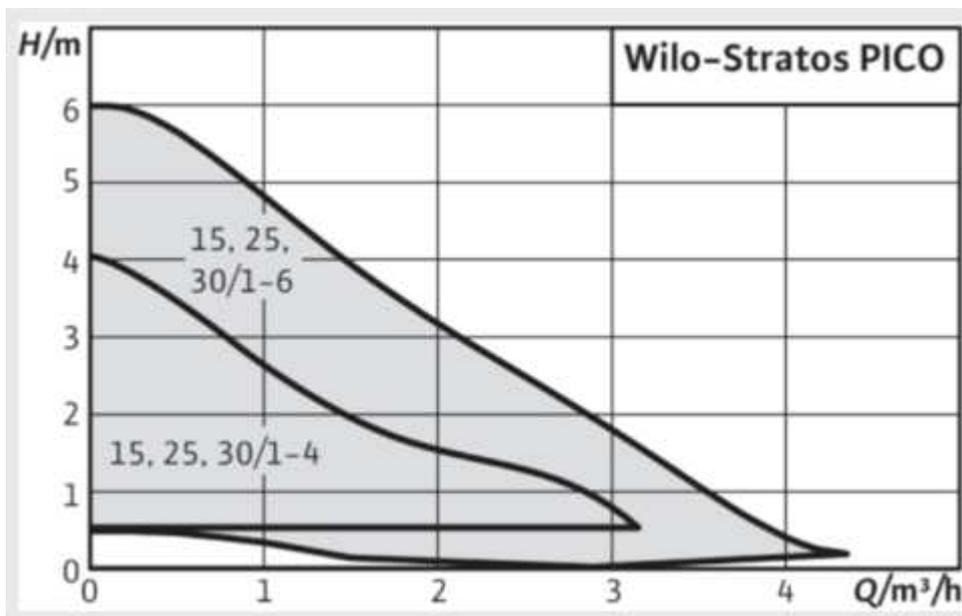
Aplicando los valores a la siguiente tabla:



Valor obtenido de tabla=0.05 Kpa=500mmca

Altura total= Altura de generales + altura de la parrilla más alejada=

332.80+500=883.8 mmca=0.88 mca



En este caso la bomba más pequeña que se comercializa nos valdría.

2.7. Regulación climática

Se entiende por regulación climática la capacidad de un equipo para recibir información del sistema y gestionar de la mejor manera posible la producción térmica que se entregará a la instalación.

Sonda exterior:

Se necesitará un control de temperatura exterior o sonda exterior para compensar los valores ambientales según la temperatura exterior y la pérdida por cerramientos.

Sonda interior:

Controlará la temperatura a la que está cada planta de la instalación.

Se necesitan dos sondas interiores.

Control de humedad:

Dará una información a la centralita para calcular la temperatura mínima de impulsión en el suelo radiante cuando funcione en modo frío. Tendrá una sonda de humedad independiente por planta.

Sonda de impulsión:

Se instalará a la salida de cada grupo de impulsión y mediante la centralita y la válvula mezcladora de cada grupo de impulsión variará la temperatura de impulsión deseada.

Sonda de producción de ACS:

Controlará la temperatura generada en el intercambiador de ACS.

Sonda de acumulación de inercia para calefacción:

Controla la temperatura del acumulador de inercia para calefacción.

Sonda de acumulación de ACS:

Controla la temperatura en la zona de acumulación de ACS.

Centralita de gestión:

Recibe la información de todas las sondas además de controlar las prioridades de funcionamiento de la bomba de calor y las temperaturas de generación según parámetros fijados por el usuario, el fabricante y el servicio de asistencia técnica (SAT).

EL CEREBRO DE LA INSTALACIÓN - LA REGULACIÓN NAVIGATOR



Ventajas:

- Menú de control sencillo e intuitivo, **traducido** completamente al **español**.
- Control de hasta **7 zonas frío/calor independientes** por vivienda (6 zonas con las bombas COMPLETE).

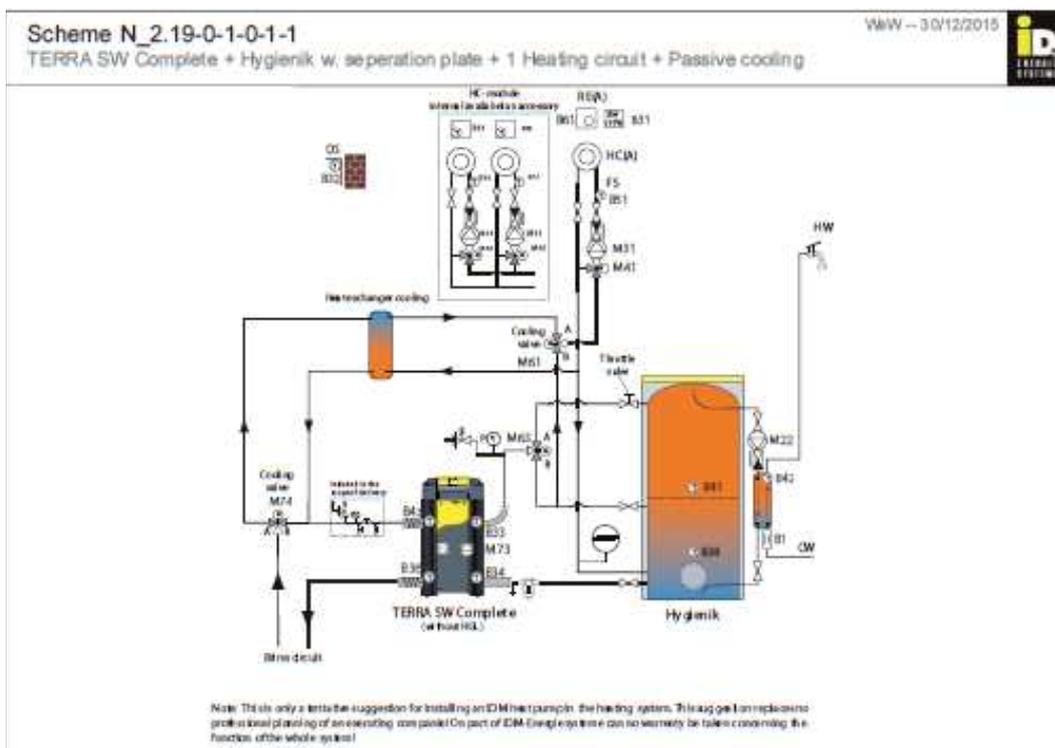
Además cuenta con sistema de control para suelo radiante/refrescante mediante **sensor de humedad y punto de rocío** que evita problemas de condensaciones.

- Posibilidad de **control a través de Internet**, teléfono móvil o sistema vía Bus.
- Registro de datos mediante una **tarjeta SD** y sistema de contaje de energía (COP)
- Posibilidad de trabajo con **cinco bombas de calor en cascada**.

2.8. Instalación eléctrica.

La instalación eléctrica deberá ser instalada según la normativa que marca el fabricante en el apartado de guía de instalación. En caso de no disponer de tal guía se tendrá en cuenta los consumos parciales y se dispondrá de un automático independiente por dispositivo y aun automático y un diferencial con potencia de carga superior a la suma de las cargas parciales unitarias de todos los dispositivos. Es importante utilizar un fusible de acción lenta tipo “C”.

La instalación de las sondas y del cableado de sensores deberá contar con una canalización independiente que pase al menos a 15cm de la canalización de fuerza.



Costes de instalación eléctrica no incluida con bomba de calor IDM:

Automático 32 A

Diferencial 32 A

Caja eléctrica con carril DIN 16

Cable eléctrico de alimentación: 10mm² x 20m

Cable eléctrico de alimentación a bombas: 1.5mm² x 30m

Cable eléctrico de alimentación a válvulas mezcladoras: 1.5mm² x 30 m

Cable eléctrico de sensores: 1mm x 90m

Tubo eléctrico rígido de 22mm y accesorios

Tubo eléctrico flexible de 32mm y accesorios

Coste de material eléctrico: 1350 €

2.9. Instalación hidráulica y aislantes:

Los aislantes utilizados deberán cumplir la normativa del RITE con un espesor para interiores de al menos 9mm y una sección acorde con la tubería a proteger. Los materiales serán de espuma de caucho.

Instalación hidráulica:

Se realizará en cobre o multicapa con las secciones de interconexión que determina el fabricante:

Unión entre colector de captación y bomba: 1”

Unión entre bomba de calor (BDC) y acumulador: 1”

Unión entre acumulador y grupos de impulsión: 1”

Unión entre grupos de impulsión y armarios de regulación: ¾”

Costes de aislantes: 350 €

Costes de conducción hidráulica y accesorios: 1450 €

2.10. Instalación de captación

Será realizada por una empresa especializada en perforaciones que se encargará de perforar, introducir la sonda de captación y sellado del pozo con bentonita.

Los costes de captación serán los siguientes:

Emplazamiento y transporte de la empresa de perforación: 1250 €

Costes de perforación: 33 €/ml

2.11. Generales de captación

Se entiende por generales de captación el conducto que irá desde cada sondeo hasta el colector de captación. Dichos costes serán: el conducto de polibutaleno

de alta densidad 40mm de sección y 16 atm., el conexionado de los pozos de captación con las generales de captación y la mano de obra de los trabajos de generales de captación:

Costes de material de generales de captación: 250€/pozo

Costes de mano de obra de instalación de generales de captación: 250€/pozo

Costes totales: $250 \times 2 + 250 \times 2 = 1000 \text{€}$

2.12. Mano de obra

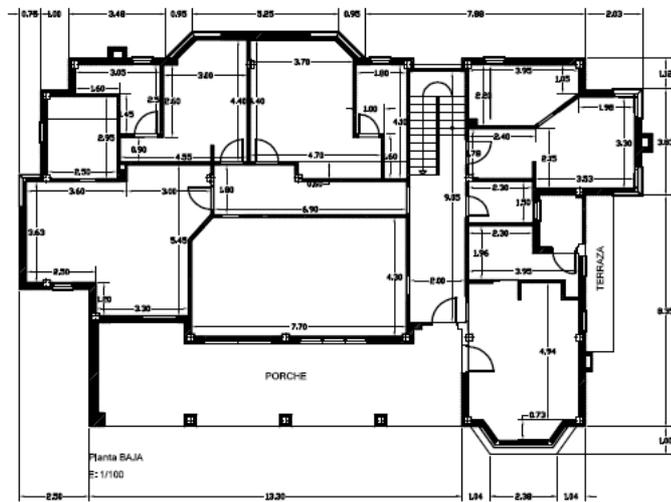
La mano de obra deberá incluir los trabajos necesarios para la instalación de:

- Posicionamiento de equipos
- Instalación eléctrica
- Instalación Hidráulica
- Instalación desagües y drenaje
- Instalación generales de captación
- Instalación de aislantes
- Puesta en marcha
- Explicación de funcionamiento

Valor estimado de mano de obra: 3225 €

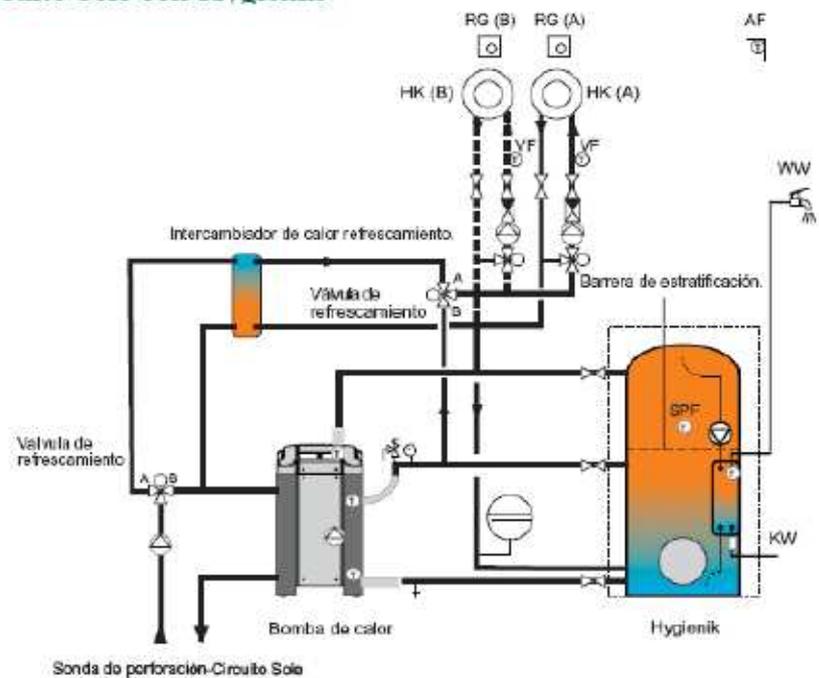
3. PLANOS DE INSTALACIONES

3.1. Vivienda

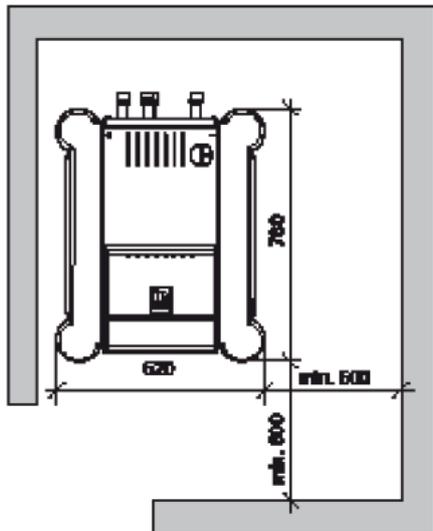
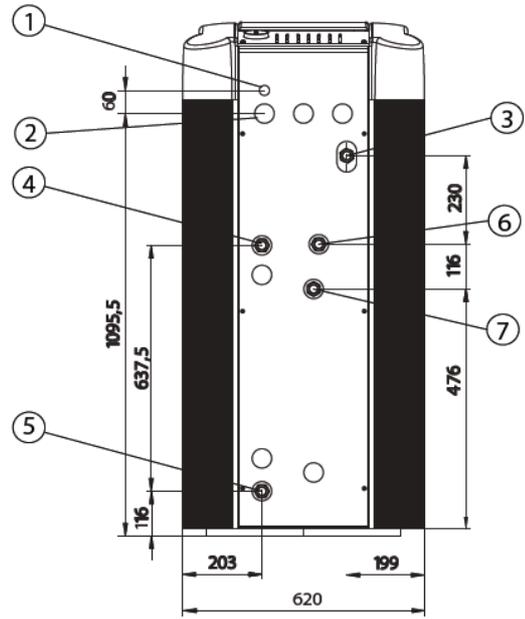
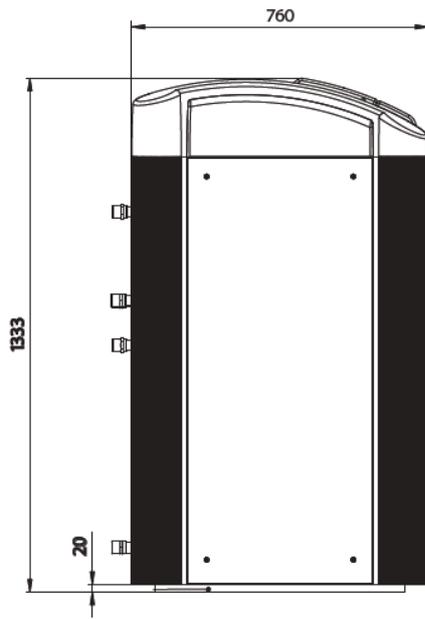


3.2. Cuarto técnico

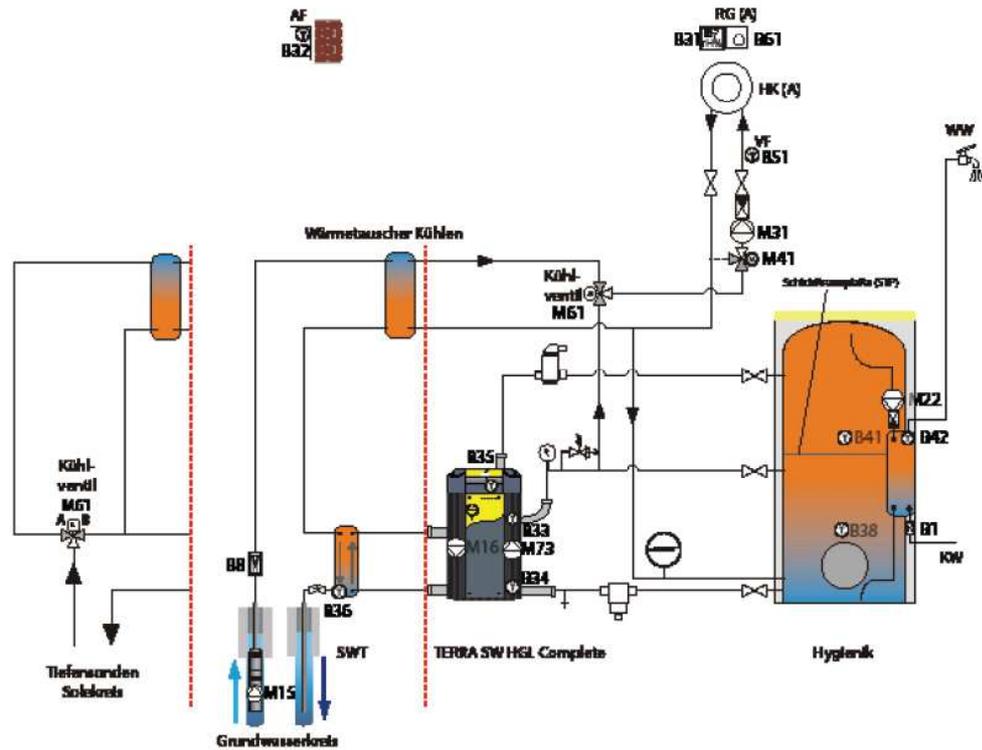
TERRA-HGL con Hygienik para sonda de perforacion y circuito Sole con Hygienik



3.3. Instalación bomba de calor



3.4. Instalación eléctrica



Shortcut	
HW	Hot water
CW	Cold water
OS	Outdoor sensor
STP	Separation plate
DFZ	Flow meter
Pool	Pool

Symbol	Meaning
⊙	Heat emitting system (Low temperature heating)
⊕	Circulation pump
⊕ _M	Three-way mixer (without bypass) Motor drive

Symbol	meaning
	Three-way mixer - Thermal actuation
	Three-way switching valve - Motor drive
	Check valve
	Shut-off valve
	Flow control valve
	Flow switch
	Safety valve
	Overflow valve
	Heating manometer
	Expansion tank
	Temperature sensor
	Flow control sensor
	Buffer tank sensor
	Outdoor sensor
	Room control with offset for heating circuit A
	Room control with offset for heating circuit B
	Room thermostat
	Control thermostat
	Air separator
	Dirt separator
	Flow meter
	Restriction valve
	Filter
	Flow meter
	Flow switch heating side
	Electrical heater

4. PRESUPUESTO

**Instalación de geotermia en vivienda unifamiliar
situada en Galizano**

Pablo Román Terán 72032796 Q
C/ Los Molinos, 12
39346 Riocorvo - CANTABRIA
Tfn/Fax: 942 884 870/6 email: info@banicospain.es

DOCUMENTO	PAG.	NÚMERO	FECHA
Presupuesto	1	P2016/110	07-09-16
FORMA DE PAGO			C.I.F / N.I.F.
Según pliego de condiciones			

ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
195 636	Bomba de calor Geotermia TERRA 13 S/W-HGL-C Monofásica	1	14.209,50	14209,5		14.209,50 €
172 621 1	Hygienik 825/25(con estratificación)	1	3.867,20	3867,2		3.867,20 €
191 155	Sonda ambiente	2	73,2	146,4		146,40 €
191 161	Extensión de la regulación(2 circuitos adicionales)	1	339,4	339,4		339,40 €
191 612	Intercambiador de placas para frío pasivo(10/12KW)	1	925	925		925,00 €
171 830	Válvula de tres vías para frío 1 1/4(de TERRA 6 aTERRA 26)	2	188,3	376,6		376,60 €
191 864	Separador de aire 1"	1	60,6	60,6		60,60 €
191 870	Separador de lodos 1"(TERRA 6,8,10,13 y 17)	1	75,5	75,5		75,50 €
28 10 00 14	Set de captación(TERRA 13S/W-HGL-C Monofásica)(1) Tubo inyección Bentonita Ø32mm	1	4.590,80	4590,8		4.590,80 €
17 10 06 03	Grupo de impulsión GM20V a T* variable(Grundfos UPS2 25/60)	2	549,6	1099,2		1.099,20 €
N/A	Kit accesorios impulsión 2 zonas DN20(2 colectores+kit anclaje)	1	431,3	431,3		431,30 €
171 873	Set de conexión Hygienik(500-1000) con barrera de estratificación	1	825,3	825,3		825,30 €
171 251	Lanza de intercambio térmico para la recirculación de ACS	1	200,8	200,8		200,80 €
168 085	Resistencia de seguridad 2 KW 230 V	1	391,3	391,3		391,30 €
17 16 00 03	Vaso de expansión de 35 litros para los circuitos de calefacción	1	87,98	87,98		87,98 €
17281001	Contador de Energía térmica Enerfres 130mm 1" Qp 1,5m3h Pn16 Cod.intrastat: 90268020	1	345,98	345,98		345,98 €
S/C	Material e instalación sondas de captación	2	500	1000		1.000,00 €
S/C	Material hidráulico y eléctrico y mano de obra de instalación	1	4750	4750		4.750,00 €
S/C	Aislantes, material hidráulico y eléctrico frío pasivo	1	729	729		729,00 €
S/C	Emplazamiento y transporte empresa de perforación	1	1200	1200		1.200,00 €
S/C	Perforación	200	33	6600		6.600,00 €
						42.251,86 €

OBSERVACIONES:

BASE IMPONIBLE	% IVA	CUOTA IVA
42.251,86 €	21	8.872,89 €

TOTAL 51.124,75 €

5. PLIEGO DE CONDICIONES.

5.1. Pliego de condiciones generales.

5.1.1. Condiciones generales.

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir al promotor, el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que se debe de ajustar la ejecución de la instalación y diseño de una instalación de geotermia en una vivienda cuyas características técnicas se especifican en el siguiente proyecto.

La fabricación y diseño objeto del proyecto consistirá en la ejecución de las obras necesarias para realizar la instalación. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “contratación de obras. Condiciones generales”, siempre que no lo modifique el presente pliego.

5.1.2. Reglamentos y normas.

Todas las unidades de obra se ejecutaran cumpliendo las prescripciones indicadas en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalación, tanto de ámbito internacional, como nacional o autonómico, así como todas las otras que se establezcan en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptaran además a las presentes condiciones particulares que complementaran las indicadas por lo reglamentos y normas citadas.

5.1.3. Materiales.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en cualquier documento del proyecto, aun sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, aun sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, promotor que realizará las obras tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al

técnico director de obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente y por decisión propia sin la autorización expresa.

5.1.4. Recepción del material.

El director de obra de acuerdo con el promotor dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmara que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del constructor o promotor.

5.1.5. Organización.

El promotor o constructor actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades que le correspondan y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas y en general, a todo cuanto legisle en decretos u órdenes sobre el particular ante o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el pliego de condiciones, la organización de la obra así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del promotor o constructor a quien le corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El promotor o constructor, sin embargo, deberá informar al director de obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes de este en la relación con datos extremos.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares que el promotor o constructor considere oportuno llevar a cabo y que no estén reflejados en el presente, solicitara la aprobación previa del director de obra, corriendo a cuenta propia del promotor o constructor.

5.1.6. Ejecución de las obras.

5.1.6.1. comprobación del replanteo.

En el plazo máximo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva al promotor o constructor, se comprobarán en presencia del director de obra, de un representante del promotor o constructor, el replanteo de las obras efectuadas

antes de la licitación, extendiéndose el correspondiente acta de comprobación del reglamento.

Dicho acta, reflejara la conformidad del replanteo a los documentos contractuales, refiriéndose a cualquier punto, que en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato. Cuando el acta refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto valorado a los precios del contrato.

5.1.6.2. Programa de trabajo.

En el plazo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva, el promotor o constructor presentará el programa de trabajo de la obra, ajustándose a lo que sobre el particular especifique el director de obra, siguiendo el orden de obra que considere oportuno para la correcta realización de la misma, previa notificación por escrito a la dirección de lo mencionado anteriormente.

Cuando el programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado contradictoriamente por el promotor o constructor y el director de obra, acompañándose la correspondiente modificación para su tramitación.

5.1.6.3. Comienzo.

El promotor o constructor estará obligado a notificar por escrito o personalmente de forma directa al director de obra la fecha de comienzo de los trabajos.

5.1.6.4. Plazo de ejecución.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en las condiciones que se especifiquen en este pliego. Cuando el astillero, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente pliego de condiciones, o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que este condicionado por la misma vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el promotor o constructor, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

5.1.7. Interpretación y desarrollo del proyecto.

La interpretación técnica de los documentos del proyecto corresponde al técnico Director de Obra. El promotor o constructor está obligado a someter a este a cualquier duda, aclaración o discrepancia que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto con el fin de dar la solución lo antes posible.

El promotor o constructor se hace responsable de cualquier error motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto. El promotor o constructor está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra aun cuando no se halle explícitamente reflejado en el pliego de condiciones en los documentos del proyecto. El promotor o constructor notificará por escrito o en persona directamente al director de obra y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para la inspección cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado necesidad o conveniencia de las mismas o para aquellas que parcial o totalmente deban quedar ocultas.

De las últimas unidades de obra que deban quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el técnico director de obra de hallarlos correctos. Si no se diese el caso, la liquidación se realizara en base a los datos o criterios de medición aportados por este.

5.1.8. Variaciones del proyecto.

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el director de obra sin variación del importe contratado.

5.1.9. Obras complementarias.

El promotor o constructor tiene obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra específicas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en él mismo no figuren explícitamente mencionadas dichas complementarias, todo ello son variación del importe contratado.

5.1.10. Modificaciones.

El promotor o constructor está obligado a realizar las obras que se encarguen resultantes de las posibles modificaciones del proyecto, tanto en aumento como en disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de los mismos se hará de acuerdo con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el astillero y que ha sido tomado como base del contrato.

El director de obra está facultado para introducir las modificaciones que considere oportunas de acuerdo a su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumpla las condiciones técnicas referidas al proyecto y de modo que no varíe el importe total de la obra.

El promotor o constructor no podrá, en ninguna circunstancia, hacer alteración alguna de las partes del proyecto sin autorización expresa del director de obra. Tendrá obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresadas en este documento.

5.1.11. Obra defectuosa.

Cuando el promotor o constructor halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este pliego de condiciones, el director de obra podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, este fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el promotor o constructor obligado a aceptar dicha valoración.

En el otro caso, se reconstruirá a expensas del promotor o constructor la parte mal ejecutada cuantas veces sean necesarias sin que ello sea motivo de una reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

5.1.12. Medios Auxiliares.

Serán por cuenta del promotor o constructor todos los medios y maquinarias auxiliares que sean necesarias para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos, estará obligado a cumplir todos los reglamentos de seguridad e higiene en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección adecuados para sus operarios.

En el caso de rescisión por incumplimiento de contrato por parte del astillero, podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la dirección de obra hasta la finalización de los trabajos.

En cualquier caso, todos los medios auxiliares quedaran en propiedad del astillero una vez finalizada la obra, pero no tendrá derecho a reclamación alguna de desperfectos a que en su caso haya dado lugar.

5.1.13. Conservación de las obras.

Es obligación del promotor o constructor la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la propiedad y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

5.1.14. Subcontratación de obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que, de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el promotor o constructor, podrá este concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, previo conocimiento por escrito al director de obra. Los gastos derivados de la subcontratación correrán a cargo del promotor o constructor.

5.1.15. Recepción de las obras.

5.1.15.1. Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el director de obra y la propiedad en presencia del promotor o constructor, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitidas.

De no ser admitidas, se hará constar en el acta y se darán instrucciones al promotor o constructor para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional, sin que esto suponga gasto alguno para la propiedad.

5.1.15.2. Plazo de garantía.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contando de la fecha de la recepción provisional, o bien el que establezca el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este periodo, queda a cargo del promotor o constructor la conservación de las obras y arreglos de desperfectos derivados de una mala construcción o ejecución de la instalación.

5.1.15.3. Recepción definitiva.

Se realizara después de transcurrido el plazo de garantía o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional. A partir de esa fecha cesara la obligación del promotor o constructor de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudieran derivarse de defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

5.1.16. Contratación del promotor o constructor.

El conjunto de las instalaciones que realizara el astillero que se decida una vez estudiado el proyecto y comprobada su viabilidad.

5.1.17. Contrato.

El contrato se formalizará mediante contrato privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte , mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el proyecto técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el astillero como el propietario deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

5.1.18. Responsabilidades.

El promotor o constructor elegido será el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas del proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la desinstalación de las partes mal ejecutadas y a su reinstalación correcta, sin que sirva de excusa que el director de obra haya examinado y reconocido las obras.

El promotor o constructor es el único responsable de todas las contravenciones que se cometan (incluyendo su personal) durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que, por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados, se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El promotor o constructor es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral respecto su personal y por lo tanto, de los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

5.1.19. Rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Quiebra del promotor o constructor.
- Modificación del proyecto con una alteración de más de un 25% del mismo.
- Modificación de las unidades de obra sin autorización previa.
- Suspensión de las obras ya iniciadas.
- Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando fue de mala fe.
- Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar.
- Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

- Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin autorización del director de obra y del propietario.

5.2. Pliego de condiciones económicas.

5.2.2. Mediciones y valoraciones de las obras.

El promotor o constructor verificara los planos y efectuara las mediciones correspondientes. En caso de hallar anomalías reclamara al director de obra y este lo comunicara a la parte interesada.

El promotor o constructor se pondrá de acuerdo con el director de obra y la parte interesada, volviendo a verificar las anomalías y en su caso se tomaran las medidas oportunas. Tal fin pretende asegurar la continuidad de las obras, si que falte material para su ejecución y evitando de esta forma posibles retrasos.

5.2.3. Abono de las obras.

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras realizadas. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuara de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

5.2.4. Precios.

El promotor o constructor presentará, al formalizarse el contrato, la relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicaran a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aun los complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto se fijara su precio entre el director de obra y el promotor o constructor, antes de iniciar la obra y se presentara al propietario para su aceptación o no.

5.2.5. Revisión de los precios.

En el contrato se establecerá si el astillero tiene derecho a revisión de precios y la formula a aplicar para calcularla. En defecto de esta ultima, se aplicara a juicio del director de obra alguno de los criterios oficiales aceptados.

5.2.6. Precios contradictorios.

Si por cualquier circunstancia se hiciese necesaria la determinación de algún precio contradictorio, el director de obra lo formulará basándose en los que han servido para la formación del presupuesto de este proyecto, quedando el promotor o constructor obligado, en todo caso aceptarlos.

5.2.7. Penalizaciones por retrasos.

Por retrasos en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de señalización cuyas cuantías y demoras se fijaran en el contrato. Estas cuantías podrán, bien ser cobradas a la finalización de la obras, bien ser descontadas de la liquidación final.

5.2.8. Liquidación en caso de rescisión del contrato.

Siempre que se rescinda el contrato por las causas anteriormente expuestas, o bien por el acuerdo de ambas partes, se abonaran al promotor o constructor las unidades de obra ejecutadas y los materiales copiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato, llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación, el periodo de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de la nueva adjudicación.

5.2.9. Fianza.

En el contrato se establecerá la fianza que el promotor o constructor deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de la obra realizada.

De no estipularse la fianza en el contrato, se entiende que se adoptara como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el promotor o constructor se negase a realizar por su cuenta los trabajos por ultimar la obra en las condiciones contratadas o atender la garantía, la propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abandonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida abonará al promotor o constructor en un plazo no superior a treinta días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

5.2.10. Gastos diversos por cuenta del promotor o constructor.

El promotor o constructor tiene la obligación de montar y conservar por su cuenta el adecuado suministro de elementos básicos como agua, energía eléctrica y cuanto uso personal para las propias obras sea preciso. Son gastos por cuenta del astillero, los correspondientes a los materiales, mano de obra y medios auxiliares que se requieren para la correcta ejecución de la obra.

5.2.11. Conservación de las obras durante el plazo de garantía.

Correrán por cuenta del promotor o constructor los gastos derivados de la conservación de las obras durante el plazo de garantía. En este periodo, las obras deberán estar en perfectas condiciones, condición indispensable para la recepción definitiva de las mismas.

El promotor o constructor no podrá reclamar indemnización alguna por dichos gastos, que se suponen incluidos en las diversas unidades de obra.

5.2.12. Medidas de seguridad.

El promotor o constructor deberá cumplir en todo momento las leyes y regulaciones relativas a seguridad e higiene en el trabajo. El incumplimiento de éstas, será objeto de sanción, siguiendo las especificaciones redactadas en el

contrato, donde vendrán reflejadas las distintas cuantías en función de la falta detectada.

5.2.13. Responsabilidad por daños.

La propiedad tiene concertada una póliza de responsabilidad civil por daños causados a terceros, en el que figura el astillero como asegurado. Este seguro asegura la responsabilidad civil de los daños causados accidentalmente a terceros con motivo de las obras.

En dicha póliza queda garantizada la responsabilidad civil que pueda serle exigida al astillero por daños físicos y materiales causados a terceros por los empleados de los mismos.

Queda no obstante excluida toda prestación que deba ser objeto del seguro obligatorio de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la seguridad social, a los cuales, en ningún caso, esta póliza podrá sustituir o complementar.

Igualmente quedan excluidas las sanciones de cualquier tipo tanto las multas, como los recargos en las indemnizaciones exigidas por la legislación laboral.

5.2.14. Demoras.

Al encargarse el trabajo, se fijara por ambas partes, el programa con la fecha de inicio y de terminación.

El promotor o constructor pondrá los medios necesarios para ello, que deberán ser aceptados por la propiedad.

Solo se considerarán demoras excusables los retrasos o interrupciones imputables a causas de fuerza mayor, tales como huelgas generales, catástrofes naturales etc.

En el caso de que el promotor o constructor incurra en demoras no excusables, le serán aplicadas las siguientes sanciones:

Por retraso en la incorporación del personal y otros medios necesarios para la finalización del trabajo: Desde un 1% hasta un máximo de 5% por día de retraso.

Por retraso en la finalización de los trabajos o retrasos en los trabajos intermedios que expresamente se indiquen: Desde 1% de la facturación de estos encargos con un tope de un 5% por cada día de retraso.

Por incumplimiento en la limpieza y orden de las instalaciones: 300€ la primera vez, aumentando en otros 300€ las sucesivas hasta un máximo de 3 veces, a partir

de la cual se procederá a restituir por la propiedad las condiciones de limpieza y orden, cargando el coste al promotor o constructor.

5.3. Pliego de condiciones facultativas.

5.3.2. Normas a seguir.

Las obras a realizar estarán de acuerdo y se guiarán por las siguientes normas además de lo descrito en este pliego de condiciones:

- Reglamentación general de contratación según decreto 3410/75, del 25 de noviembre.
- Artículo 1588 y siguientes del código civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato que se trate.
- Ordenanzas generales de seguridad e higiene en el trabajo, aprobada por orden del 9/3/71 del ministerio de trabajo.
- Normas UNE.
- Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- Normas de la compañía suministradora de los materiales.
- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos.

5.3.3. Personal.

El promotor o constructor tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes al director de obra.

El promotor o constructor tendrá en la obra, además del personal que requiera el director de obra, el numero y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El promotor o constructor, estará obligado a separar de la obra a aquel personal que a juicio del director no cumpla con sus

obligaciones o realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obras de mala fe.

5.3.4. Condiciones de los materiales empleados.

Describiremos de la forma mas completa posible, las condiciones que deben de cumplir los materiales que se emplearán en la construcción del proyecto, siendo los mas adecuados para su correcto resultado final.

5.3.5. Admisión y retirada de materiales.

Todos los materiales empleados en este proyecto, y de los cuales se hará mención, deberán ser de la mejor calidad conocida dentro de su clase.

No se procederá al empleo de los materiales sin que estos sean examinados y aceptados en los términos que prescriben las respectivas condiciones estipuladas para cada clase de material. Esta misión será efectuada por el director de obra.

Se cumplirán todos los análisis, ensayos y pruebas con los materiales y elementos de obra que ordene el director de obra.

5.3.6. Reconocimientos y ensayos previos.

Cuando lo estime oportuno el director de obra, podrá encargar y ordenar análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oportunos o en la misma obra, según crea conveniente, aunque estos no estén indicados en el pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio que el director de obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del promotor o constructor.

5.4. Pliego de condiciones técnicas.

5.4.2. Aceptación y rechazo de los materiales e instalación.

5.4.2.1. Aceptación.

Todos los materiales cumplirán en su construcción y pruebas, con la norma UNE que les corresponda y en su defecto, con aquellas normas aplicables a cada tipo de material.

5.4.2.2. Rechazo.

El incumplimiento de cada una de las normas será motivo de rechazo del material correspondiente.

6. BIBLIOGRAFÍA:

- CTE
- RITE
- IDM
- Enertres
- IDAE
- Leader-Calener
- Wirsbo
- Willo
- BOE
- BOC
- www.petromercado.com