



UNIVERSIDAD de VALLADOLID



ESCUELA de INGENIERÍAS INDUSTRIALES

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD EN MECÁNICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

**“ENERGÍA GEOTÉRMICA DE MUY BAJA ENTALPÍA
PARA CALENTAMIENTO DE AGUA DE PISCINAS Y
REFRIGERACIÓN EN EL COMPLEJO DEPORTIVO
MUNICIPAL DE PARQUESOL”**

Autor(es):

Rodríguez Fernández, Ismael

Tutor(es):

Velasco Gómez, Eloy

**Dpto. de Ingeniería Energética y
Fluidomecánica**

JUNIO-2012

RESUMEN DEL PROYECTO

El complejo polideportivo es propiedad del Excmo. Ayuntamiento de Valladolid y está gestionado por la Fundación Municipal de Deportes de Valladolid (FMD), situado éste en la Calle Adolfo Miaja de la Muela, parc. 17, Valladolid

La energía necesaria del complejo deportivo se obtiene a través de la energía solar térmica, con el apoyo de calderas de gas.

La instalación de energía solar térmica, formado por 84 paneles solares planos homologados por el INTA, marca GAMESA SOLAR modelo 5000 ST de 2,1 metros cuadrados de superficie útil de captación cada uno, con el apoyo de las calderas, proveerán del ACS necesario a lo largo del día.

Las calderas son de apoyo instantáneo y se situarán después de los acumuladores de ACS. Este diseño aprovecha al máximo la energía solar aplicándola sobre el agua de red, mientras que la energía convencional lo hace sólo sobre el agua precalentada por el sistema solar.

En épocas de mucha irradiación solar, las necesidades de ACS estarán cubiertas solo con instalación solar. En ese momento, la energía sobrante del sol, se empleará para el recalentamiento de la piscina grande, mediante unos intercambiadores de placas.

Las calderas además aportarán la energía para la calefacción del complejo

El proyecto pretende cubrir las necesidades de agua de las piscinas mediante energía geotérmica de muy baja entalpía. Para ello aprovechamos el calor de la tierra, recogiénolo mediante sondas, y lo transportamos a unas bombas de calor agua-agua. Este sistema es más eficiente que las bombas de calor aire-agua, ya que la temperatura de la tierra es muy estable a lo largo del tiempo.

El proyecto incluye el diseño de las perforaciones, la instalación de intercambiadores verticales, conducciones horizontales y colectores, la acometida hasta la bomba de calor en el cuarto mecánico y la conexión de esta a las conducciones de agua.

Al aprovechar el circuito de evaporación de la bomba de calor geotérmica, cuyo fluido sale a -4°C , para refrigerar diversas instancias del complejo, se aprovecha al máximo las instalaciones existentes durante la época estival.

Para el cálculo de la potencia de las bombas geotérmicas necesarias, debemos conocer las pérdidas de calor producidas en el agua de las piscinas.

RESUMEN DEL PROYECTO

Para dicho cálculo nos basaremos en el estudio que sigue el Documento Técnico para Instalaciones en la Edificación DTIE 1.02, referente al calentamiento en piscinas.

Dicho documento sigue un cálculo progresivo, empezando por el cálculo de las pérdidas térmicas asociadas a la evaporación que se produce en el vaso de piscina, posteriormente el cálculo de las pérdidas térmicas debidas a las características de transmisión del calor desde la piscina, esto es pérdidas por convección, radiación y conducción. Y en último lugar tiene en cuenta las pérdidas que se generan debido a la renovación del agua, necesarias para mantener unas condiciones óptimas de salubridad y de determinados parámetros para el mantenimiento de las características del agua: pH, niveles de Cloro. Dentro de este documento, hay diferentes métodos para hallar esas pérdidas; yo usaré el método **ASRHAE** por su exactitud y sencillez.

En un sistema geotérmico de muy baja temperatura hay diversas configuraciones de sistemas; elegiremos un sistema cerrado en vertical, que es la que mas se acomoda a nuestro proyecto.

Haremos uso del software GEO2 de CIATESA, que sigue el método **IGSHPA**, para hallar la longitud de las sondas y la potencia de la bomba geotérmica idónea en cada caso. Para cada piscina se harán diversas pruebas con distinto número de perforaciones y configuraciones y elegiremos el que mas conviene, guiándonos por el COP obtenido, por el número de perforaciones y por su profundidad.

Una vez elegido las bombas geotérmicas y todos sus accesorios nos centraremos en la refrigeración, aprovechando el circuito de evaporación de las bombas geotérmicas. Calculamos las necesidades de refrigeración del gimnasio, de la sala de bailes y del pabellón y describiremos el cambio que hay que hacer en los sistemas para obtener nuestro propósito.

Se dimensionaran bombas centrifugas para el circuito del evaporador, se comprobará la potencia de las bombas centrifugas existentes en la instalación si es necesario se sustituirán por otras de mas potencia.

También se calcularán los intercambiadores de placas necesarios en el sistema de refrigeración, el depósito de inercia,....

El resumen de todas las acciones en el complejo viene dado a continuación:

RESUMEN DEL PROYECTO

PISCINA GRANDE

- Construcción de 18 sondeos verticales de 125,65 m profundidad cada uno (2261,7 de sondeo) para el calentamiento de la piscina grande.
- Instalación en zanja de las conducciones horizontales hasta las cámaras de registro de colectores
- Conexión a los colectores de impulsión y retorno (2 colectores de 9 terminales cada uno)
- Conducción desde los colectores hasta el cuarto mecánico
- Instrumentación para el control y monitorización de la instalación de intercambio geotérmico.

PISCINA MEDIANA

- Construcción de 13 sondeos verticales de 105 m profundidad cada uno (1360 m: de sondeo) para el calentamiento de la piscina de 33 m.
- Instalación en zanja de las conducciones horizontales hasta las cámaras de registro de colectores
- Conexión a los colectores de impulsión y retorno (1 colector de 13 terminales)
- Conducción desde los colectores hasta el cuarto mecánico
- Instrumentación para el control y monitorización de la instalación de intercambio geotérmico.

RESUMEN DEL PROYECTO

PISCINA PEQUEÑA

- Construcción de 6 sondeos verticales de 113 m profundidad cada uno (682 m de sondeo) para el calentamiento de la piscina pequeña.
- Instalación en zanja de las conducciones horizontales hasta las cámaras de registro de colectores
- Conexión a los colectores de impulsión y retorno (1 colector de 6 terminales)
- Conducción desde los colectores hasta el cuarto mecánico
- Instrumentación para el control y monitorización de la instalación de intercambio geotérmico.

GIMNASIO

- Instalación de una batería de frío en la UTA que calienta esta sala para refrigerarla en verano.
- Hacer pequeñas modificaciones en la red de tuberías para permitir este uso dual.

SALA DE BAILES

- Hacer pequeñas modificaciones en la red de tuberías para permitir el uso de calefacción y refrigeración en el sistema existente.

RESUMEN DEL PROYECTO

PABELLON

- Sustitución de los fancoils antiguos debido a la imposibilidad de usarlos como sistema de refrigeración por 6 nuevos de la marca WOLF modelo TLHK 63; estos con posibilidad de usarlos en modo refrigeración y calentamiento.
- Modificaciones del sistema de tuberías antiguo para hacer posible el uso de los dos sistemas en una sola red de tuberías.

1.CONTENIDO,OBJETIVOS Y ANTECEDENTES.

1.1.objetivo.

1.2. antecedentes.

1.3. contenidos del proyecto.

2.MEMORIA

1.PRINCIPIOS BASICOS DE GEOTERMIA.

1.1.introduccion

1.2. clasificacion de los yacimientos geotermicos

1.2.1.1. plantas de vapor seco.

1.2.1.2. plantas flash.

1.2.2. yacimientos de media entalpía

1.2.3. yacimientos de baja entalpía

1.2.3. yacimiento de muy baja entalpía.

1.3. energia geotermica de muy baja entalpia

1.3.1. descripcion del sistema bomba de calor

1.3.2 sistemas de colectores

1.3.2.1 sistema abierto.

1.3.2.2 sistema cerrado.

2. DESCRIPCION DEL EDIFICIO.

2.1. situacion del edificio.

2.2. descripcion de la instalacion actual.

2.3. descripción de la instalación energética.

2.4. descripción de la instalación energética proyectada.

3. PERFORACIONES GEOTERMICAS

3.1. caracterización del terreno

3.2. perforaciones a realizar

3.3.. tipo de perforación

4. DESCRIPCION DEL SISTEMA GEOTERMICO.

4.1 sondas de captacion

4.2 colectores geotermicos.

4.3 conducciones horizontales.

4.4 bombas de calor geotermicas.

4.5.bombas centrifugas necesarias en el sistema geotermico

4.6.anticongelante.

4.7 aislamiento tuberias de colector.

4.8. intercambiadores de placas necesarios para el sistema de refrigeracion pasiva.

4.9. vasos de expansion del circuito entre sondas y bomba de calor geotermica

5. REFRIGERACION PASIVA.

5.1. descripcion de sistema

5.2. descripcion de las unidades terminales de las zonas que queremos refrigerar.

5.3. refrigeracion de los locales del complejo.

5.3.1. refrigeracion pasiva en el gimnasio.

5.3.2. refrigeracion pasiva del pabellon

5.3.3. refrigeracion pasiva de la sala de bailes.

5.4. aislamiento en el circuito de refrigeracion.

5.5. aislamiento conductos de aire del gimnasio.

5.6. deposito de inercia de refrigeracion.

5.7.bomba centrifuga entre deposito de inercia y placas de intercambio.

5.8.descripcion de los elementos auxiliares de la instalacion.

5.8.1.purgador y desaireador

5.8.2.desfangador circuito de geotermia.

5.8.3.manómetros

5.8.4.termómetros y termostatos

5.8.5.válvulas de paso

5.8.6.válvulas de corte

5.8.7.válvula de seguridad

5.8.8.válvulas antirretorno

5.8.9.válvulas de tres vías

6.ANALIS DE RESULTADOS.

6.1. estimación de prestaciones de la instalación. rentabilidad económica

6.2.subvenciones disponibles.

6.3.bibliografia.

3.CALCULOS

1.CALCULO DE LA DEMANDA TERMICA DE LAS PISCINAS

2.CALCULO DE LOS INTERCAMBIADORES GEOTERMICOS

2.1 metodos de cálculo de intercambiadores geotermico

2.2 software geo2

2.3. aplicación del software geo2 para el cálculo de los colectores y las bombas de calor.

2.3.1 calculo de colectores en piscina grande.

2.3.2 calculo de colectores en piscina mediana.

2.3.3 calculo de colectores en piscina pequeña.

2.3.4. bombas de calor geotermicas necesarias.

2.4. calculo de la bomba centrifuga en el circuito de intercambio geotermico

2.4.1. calculo de las perdidas de carga en el circuito.

2.4.2. dimensionamiento de las bombas centrifugas.

2.5. calculo de los intercambiadores de placas

2.6. calculo de accesorios en el circuito.

2.6.1. calculo aislamiento tuberias del colector.

2.7. calculo de la concentracion de anticongelante necesaria.

3. DEMANDA DEL REFRIGERACION

3.1 calculo de la transmitancia termica de los cerramientos.

3.2. calculo de las cargas de refrigeracion.

4. CALCULO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION PASIVA

4.1 calculo de la batería de frio en el gimnasio.

4.1.2. calculo de las perdidas de presion del circuito.

4.2. calculo de los fancoils del pabellon.

4.2.1. calculo de las perdidas de presion del circuito pabellon.

4.3. calculo de las perdidas de presion del circuito la sala de bailes

4.4. aislamiento para evitar condensaciones

4.4.1. aislamiento en el circuito de refrigeracion.

4.4.2. aislamiento conductos de aire del gimnasio.

4.5. deposito de inercia de refrigeracion.

4.6. calculo de la bomba centrifuga entre deposito de inercia y placas de intercambio.

5. PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

2. PLIEGO DE CONDICIONES ESPECIFICAS.

2.1. especificaciones técnicas para la construcción de sondeos a rotoperCUSión con martillo en fondo para circuito de geointercambio

2.2. especificaciones prácticas de la perforacion e instalacion de colectores.

2.3. especificaciones técnicas para el montaje de las conducciones, arquetas y colectores

5.SEGURIDAD Y SALUD.

5.1. antecedentes

5.2. datos de la obra

5.3. primeros auxilios

5.4. medidas de seguridad en la perforacion

5.5. medidas de seguridad durante la instalacion del sistema geotermico

5.6. proteccion electrica.

5.7. alumbrado.

5.8.proteccion contra incendios

5.9. prevencion para el mantenimiento posterior de lo construido

6..ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

6.1.posibles afecciones al medio ambiente. medidas preventivas, correctoras o compensatorias

6.2.posibles riesgos de contaminacion sobre los acuíferos.

6.2.1.fugas por anticongelante .

6.2.2. introduccion de material contaminado al rellenar las perforaciones.

6.2.3.vertidos accidentales en las perforaciones

6.2.4.vertidos por las perforaciones

6.3.protección de la calidad del agua, precauciones sanitarias y desinfecciones.

7.PRESUPUESTO.

7.1.precios descompuestos

7.2.mediciones y presupuestos.

8.PLANOS.

8.1.emplazamiento

8.2.ubicacion

8.3.implantacion general

8.4.esquema de principio de funcionamiento

8.5.esquema instalacion geotermica

8.6.ubicacion sala de equipos

8.7.implantacion de las perforaciones.

8.8.detalle colectores y sondas.

8.9.refrigeracion pasiva en el gimnasio

8.10.refrigeracion pasiva en la sala de bailes

8.11.refrigeracion pasiva en el pabellon.

9.ANEXOS.

ANEXO 1. test de respuesta termica

ANEXO 2. eleccion del metodo de perforacion

ANEXO 3: eleccion del material de las sondas de captacion y de las conducciones horizontales

ANEXO 4: comparacion de distintos tipos de relleno en intercambiadores geotermicos

ANEXO 5: caracteristicas tecnicas de las bombas de calor geotermicas

ANEXO 6: características aerotermo wolf tlhk-63

ANEXO 7. demanda energética correspondiente a la piscina

ANEXO 8: calculo de colectores de la bomba de calor geotermica. metodo igshpa.

ANEXO 9: descripcion del software geo2.

ANEXO 10.tablas para el cálculo de perdidas de presion

ANEXO 11.calculo de la transmitancia termica de los cerramientos

ANEXO 12.calculo de refrigeracion.

ANEXO 13: bateria de frio, tablas de potencia kg 40 estándar

ANEXO 14.calculo del aislamiento minimo en tuberias.

ANEXO 15: calculo del factor de utilizacion

I. CONTENIDO, OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

I.CONTENIDO,OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

1.1.OBJETIVO.

El objetivo de este proyecto es el cálculo de una instalación de producción de agua caliente para la piscina y la refrigeración pasiva de varias instalaciones de la piscina y del Pabellón Polideportivo de Parquesol, por medio de un sistema energía geotérmica que sustituya totalmente la utilización de energías convencionales, reduciéndose los gastos de explotación y utilizando una energía considerada renovable y limpia.

Se realizará el cálculo y diseño de la instalación con todos sus componentes así como el funcionamiento de la misma

Para ello se deberán hallar y calcular los siguientes parámetros:

- ✓ Datos meteorológicos (temperatura exterior,humedades relativas,temperaturas del terreno)
- ✓ Consumo y necesidades energéticas de las diferentes piscinas que componen la instalación.
- ✓ Instalación actual (fuente energética utilizada, calderas de calefacción, así como sistemas de acumulación e intercambio térmicos).
- ✓ Instalación geotérmica ejecutada (calculo de los intercambiadores, bombas de calor geotérmicas, bombas de recirculación, colectores, intercambiadores de placas, circuito secundario, circuito de frío pasivo)
- ✓ Calculo de las necesidades de refrigeración del gimnasio, sala de bailes y pabellón polideportivo.
- ✓ Ubicación de los elementos de la instalación geotérmica .
- ✓ Balance energético (demanda energética total, mensual y anual, así como el cálculo de los aportes de origen geotérmicos que se logran).
- ✓ Balance económico (coste de la instalación geotérmica, subvenciones estimadas como inversiones finales, ahorro anual, y plazos de amortización).
- ✓ Esquema ejecutado del sistema geotérmico.
- ✓ Esquema de la modificación del sistema.

1.2. ANTECEDENTES.

El continuo aumento del consumo energético en el mundo derivado de un extraordinario crecimiento de la población mundial, junto al crecimiento del consumo “per cápita” de estos recursos obliga a una constante búsqueda de nuevos recursos

I.CONTENIDO,OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

energéticos que puedan satisfacer dicha demanda, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo o de diversidad.

Por fuentes, el petróleo continúa siendo la más importante en nuestra estructura de consumo primario, pero con una pérdida sustancial en el porcentaje de contribución sobre el consumo total, a medida que se han ido diversificando las fuentes. También se ha reducido la contribución del carbón, mientras ha crecido la contribución del gas y de la energía nuclear (a nivel mundial).

La situación actual en la que la mayor parte de la energía primaria consumida proviene de la quema de combustibles fósiles y de la energía nuclear presenta numerosos inconvenientes, entre los que cabe destacar:

- Reservas de petróleo limitadas.
- El carbón aunque sus reservas no suponen un problema a corto plazo, presenta el inconveniente de la contaminación por la emisión de CO₂ que produce entre otros el efecto invernadero.
- Reservas hidráulicas prácticamente en la totalidad de sus posibilidades.
- La energía nuclear representa un peligro potencial, en forma de emisiones radiactivas, y deshecho de los residuos radioactivos.
- Elevada dependencia energética. En el caso de España el 74 por ciento. Además esta dependencia energética es frente a países políticamente inestables, lo que hace que el precio del crudo sea fluctuante repercutiendo negativamente en la economía del país.

Aunque existen muchas alternativas energéticas, algunas de ellas no han sido aún suficientemente utilizadas, bien por limitaciones, técnicas o económicas, y otras apenas se han desarrollado o lo han hecho sólo parcialmente. De hecho, la mayor parte de la energía se obtiene a partir de los llamados combustibles fósiles, compuestos principalmente por el petróleo y sus derivados (gasolinas, gasoil, keroseno, fueloil, etc.), el gas natural y el carbón.

Si bien, al comienzo de su explotación, estos recursos se consideraban ilimitados y de impacto ambiental despreciable, actualmente estas consideraciones han cambiado radicalmente, principalmente debido a que el aumento de la demanda energética se produce con tal intensidad, que cada vez resulta más difícil encontrar y explotar yacimientos de éstos combustibles.

I.CONTENIDO,OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

Además el consumo masivo de hidrocarburos está produciendo alteraciones medioambientales a nivel mundial, como resultado de las emisiones que dan a día de hoy. Así, son los causantes de la denominada lluvia ácida, que deriva en grandes daños al suelo, y en consecuencia a la flora y fauna. Y en las grandes ciudades también se producen efectos, nocivos y molestos, debidos a la combinación de las emisiones de gases de combustión con algunos otros fenómenos naturales, tales como el smog o concentraciones excesivamente elevadas de componentes indeseables en la atmósfera.

No hay que olvidar que la disponibilidad de recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo tecnológico de las naciones, es por ello que es importante no sólo la prospección de nuevos yacimientos sino también el estudio de alternativas energéticas que favorezcan la diversidad y mejora de la explotación de los recursos naturales. Ello cobra un especial interés en aquellos países en que los recursos naturales son insuficientes y, por tanto, son energéticamente dependientes del exterior.

Los recursos energéticos son usados por el hombre para satisfacer algunas de sus necesidades básicas en forma de calor y trabajo. El calor es necesario para aplicaciones como la climatización del espacio, la cocción de alimentos, o la producción o transformación de algunos compuestos químicos. El trabajo, se utiliza para una variedad de los procesos en los que hay que vencer fuerzas de oposición: para levantar una masa en un campo gravitacional, deformar un cuerpo o hacer fluir un líquido o gas.

Calor y trabajo, son por tanto dos necesidades básicas en el hacer diario del ser humano. A la vez que la energía es un elemento clave en el desarrollo económico y social, su producción y consumo representan una importante agresión al medio ambiente y constituyen la principal interferencia humana en el sistema climático.

El aumento del consumo de energía derivado del crecimiento económico y de la tendencia a satisfacer a un mayor número de necesidades hace cada vez más urgente la necesidad de integrar los aspectos medioambientales y del desarrollo sostenible en la política energética.

Pero para una perfecta sintonización entre tecnología y naturaleza es necesario recurrir a dos herramientas fundamentales:

- La mejora de la eficiencia energética.

I.CONTENIDO,OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

- o La mayor utilización de las energías renovables.

El Plan de Fomento de las Energías Renovables recoge los principales elementos y orientaciones que pueden considerarse relevantes en la articulación de una estrategias para que el crecimientos de cada una de las áreas de energías renovables pueda cubrir en su conjunto, el 12% del consumo de energía primaria en el entorno del año 2010.

Un aumento en la eficiencia energética de los sistemas, una reducción de las necesidades mediante un adecuado aislamiento térmico o la sustitución de las fuentes de origen fósil por otras con carácter renovable, constituyen un mecanismo de reducción del consumo de esa energía primaria.

Con este proyecto se pretende aprovechar la utilización de una fuente de energía considerada renovable que puede hacer frente a todas las necesidades energéticas de la instalación, de manera que se reduzcan las emisiones de CO₂ enviadas a la atmósfera. De esta forma se contribuye a conseguir los objetivos que marca el Protocolo de Kioto.

1.3. CONTENIDOS DEL PROYECTO.

La memoria descriptiva está estructurada en 7 capítulos a lo largo de los cuales se pretende ir desarrollando los diferentes objetivos que se quieren alcanzar en este proyecto. El proyecto presenta la siguiente estructura:

I.- OBJETIVO, ANTECEDENTES Y CONTENIDOS DEL PROYECTO.

II.- MEMORIA.

III.-CALCULOS

IV.- PLIEGO DE CONDICIONES.

V.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

VI.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

VII.-PRESUPUESTOS

VIII.- ANEXOS.

En el primer capítulo, se pretende situar el proyecto y describir a grandes rasgos lo objetivos perseguidos y el contenido de la memoria.

En el capítulo II, se hace una pequeña introducción a la energía geotérmica, su origen, su funcionamiento, cuáles son sus aplicaciones más importantes actualmente.

I.CONTENIDO,OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

Nos detendremos especialmente en la energía geotérmica de muy baja entalpía que será el método que utilicemos en el presente proyecto.

Tras la introducción, se presentan las instalaciones sobre las que se va a trabajar, se analizan los cambios realizados y el análisis de los resultados.

En este capítulo se incluyen planos y la planificación del plazo de ejecución y el calendario de trabajo concluyendo este capítulo con la bibliografía ordenada por índice alfabético de los autores y líneas futuras.

Se llevan a cabo los cálculos y dimensionado de la instalación en el Capítulo III

En el capítulo IV presenta el conjunto de normas y legislación que se deberá de tener como punto de referencia para la realización del proyecto.

En el capítulo V presentaremos el conjunto de normas y legislación relacionadas con la seguridad y salud.

En el capítulo VI se estudiará el Impacto Ambiental que ocasionaría la instalación.

En el capítulo VII, se llevará a cabo el cálculo del presupuesto tanto de realización como de ejecución del proyecto.

En el capítulo VII se engloban todas aquellas tablas y gráficas, documentación técnica y demás información a la cual se hace referencia durante el desarrollo del proyecto, y que pueden ayudar a la consulta del mismo.

Durante el proyecto se presentan tablas, gráfica y ecuaciones que han sido numeradas con dos dígitos, el primero referente al capítulo y el segundo correspondiente con el número de orden dentro del mismo.

- Para figuras:

[Fig. N° de capítulo – N° de figura dentro del capítulo]

- Para tablas de datos:

[Tabla N° de capítulo – N° de tabla dentro del capítulo]

- Para ecuaciones:

[N° de capítulo – N° de fórmula dentro del capítulo]

II.MEMORIA

Capítulo 1:Principios básicos de Geotermia

1.1 INTRODUCCION

La energía geotérmica es el calor almacenado por debajo del nivel del suelo. Esencialmente este calor está presente en la Tierra debido a la radioactividad natural de las rocas que componen la corteza terrestre y de manera menor a la aportación de los intercambios térmicos con las zonas más profundas de la Tierra además del Sol

Lo que llamamos geotermia es pues el estudio y la utilización de ese calor

Temperaturas con una media superior a 1.000 °C prevalecen en el 99 % de la masa de la Tierra, sin embargo temperaturas medias inferiores a 100 °C solo son localizables en los 3 primeros kilómetros más próximos a la superficie lo que representa solamente el 0,1 % del total.

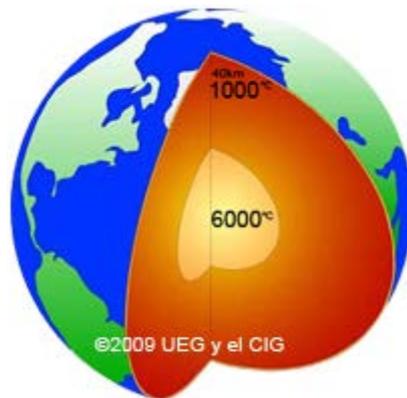


Figura 1.1. Distribución de la temperatura en la tierra

El origen de esta energía tiene cinco vertientes fundamentales:

A) DESINTEGRACIÓN DE ISÓTOPOS RADIATIVOS.

Se estima que cerca del 50% del flujo total de calor procede de la desintegración de isótopos radiactivos de vida larga presentes en la corteza y el manto. Estos son principalmente los isótopos ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th y el ^{40}K .

Aunque la concentración de estos isótopos es muy superior en la corteza (Principalmente en la continental), el manto aporta gran parte de la energía debido a su mayor volumen.

B) CALOR INICIAL.

Energía liberada durante la formación de la Tierra, hace 4500 millones de años, y que todavía está llegando a la superficie.

II.MEMORIA

C) MOVIMIENTOS DIFERENCIALES.

Energía liberada por los movimientos diferenciales entre las distintas capas que constituyen la Tierra (principalmente entre manto y núcleo).

Estas responden de distinta manera a las fuerzas de marea producidas por el Sol y la Luna. Una consecuencia de este fenómeno es la continua disminución de la velocidad de rotación del planeta.

D) CALOR LATENTE DE CRISTALIZACIÓN DEL NÚCLEO EXTERNO.

Energía liberada en la continua cristalización del núcleo externo fluido (calor latente de cristalización). La discontinuidad entre el núcleo interno y el núcleo externo de la Tierra se encuentra a una temperatura y presión que corresponden a las de fusión del hierro. El núcleo interno se encuentra en estado sólido y el núcleo externo, en estado líquido.

En la zona de transición, el fluido del núcleo externo está cristalizando continuamente y los elementos más ligeros, con menor punto de fusión, migran liberando energía gravitatoria. En este proceso, el núcleo interno (sólido) aumenta su tamaño a razón de 100 m³/s y se libera energía en forma de calor.

E) ENERGÍA RECIBIDA DEL SOL

Energía que penetra unas decenas de metros en la superficie terrestre.

A distancias más cercanas a la superficie las condiciones climáticas externas como el sol tienen más influencia sobre la temperatura

A partir de los 15 metros de profundidad el subsuelo tiene una **temperatura constante** de aprox. 12°C durante todo el año. No influyen los cambios de temperatura en verano o invierno

II.MEMORIA

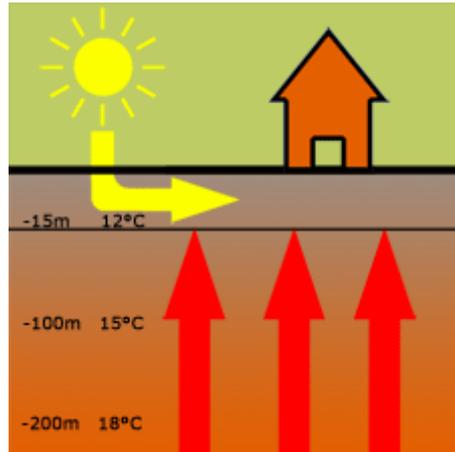


Figura 1.2. Distribución temperaturas primeras capas exteriores

En las capas más profundas reina la Ley del gradiente geotérmico (medio europeo) que dice: “La temperatura aumenta de 1 °C por cada 33 m de profundidad adicional” aproximadamente.

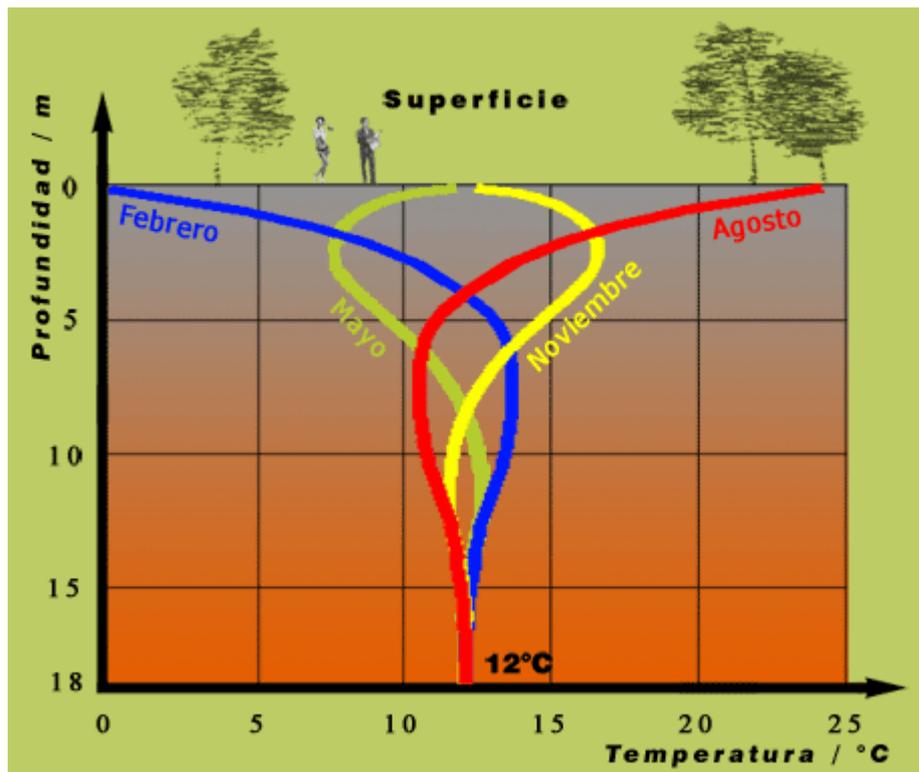


Figura 1.3. Distribución temperaturas en las capas superficiales

En regiones muy delimitadas y específicas del globo, el gradiente es muy superior al gradiente normal. Se trata de regiones de **gradiente geotérmico anómalo**

II.MEMORIA

en las que el incremento de temperatura con la profundidad es muy superior a 1 °C por cada 33 m. Estas regiones se sitúan sobre áreas geológicamente activas de la corteza terrestre.

Cuando se dan las circunstancias adecuadas para que unos materiales permeables llenos de agua intercepten el flujo de calor desde el interior del globo, y a su vez estos materiales se encuentren suficientemente “sellados” en su parte inferior y superior por materiales impermeables, se dan las condiciones favorables para la **existencia de un yacimiento geotérmico**.

1.2. CLASIFICACION DE LOS YACIMIENTOS GEOTERMICOS

Los yacimientos geotérmicos convencionales se clasifican de acuerdo con los niveles energéticos de los recursos que albergan, es decir, de los fluidos en ellos contenidos.

Por lo tanto se pueden clasificar en:

1.2.1. YACIMIENTOS DE ALTA ENTALPÍA

En los que se cumplen las condiciones clásicas de existencia de un yacimiento y el foco de calor permite que el fluido se encuentre en condiciones de presión y alta temperatura (superior al menos a los **150°C**).

Las características termodinámicas del fluido permiten su aprovechamiento para producción de **electricidad**.

Existen dos tipos de plantas para generar energía eléctrica procedente de los recursos geotérmicos, en función de las características y naturaleza del fluido geotermal disponible y la profundidad del mismo.

1.2.1.1. PLANTAS DE VAPOR SECO.

El fluido que llega a la superficie, proveniente de las fracturas del suelo, es vapor en estado de saturación o bien ligeramente recalentado (vapor seco); este vapor se dirige directamente a una turbina que acciona un generador para producir electricidad.

1.2.1.2. PLANTAS FLASH.

El fluido que llega a la superficie es una **mezcla vapor-líquido** a una presión que depende del pozo y de la temperatura del estado de saturación, por lo que previamente el fluido se dirige a unos separadores vapor/agua, desde donde la fracción de vapor resultante se conduce a la turbina para producir electricidad y la líquida se rechaza.

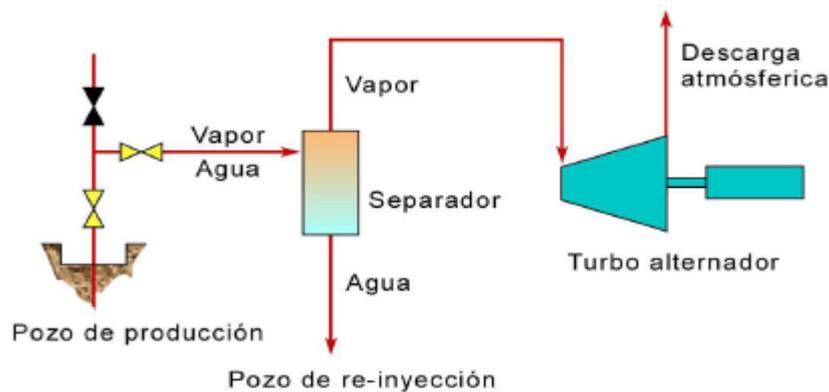


Figura 1.4. Esquema planta flash

1.2.2. YACIMIENTOS DE MEDIA ENTALPÍA

En los que los fluidos se encuentran a temperaturas situadas entre los **100 y los 150°C**, lo que permite su uso para producción de electricidad mediante ciclos binarios que, en general, tienen rendimientos algo inferiores.

Se basan en evitar el uso directo del fluido termal y utilizar un **fluido secundario**, normalmente de carácter orgánico, que tenga un comportamiento termodinámico mejor, es decir, bajo punto de ebullición y alta presión de vapor a bajas temperaturas.

El fluido geotermal entrega el calor al fluido secundario a través de un intercambiador de calor, y este fluido es calentado y vaporizado. Este vapor acciona la turbina y posteriormente es enfriado y condensado.



Figura 1.5. Esquema de ciclo binario

1.2.3. YACIMIENTOS DE BAJA ENTALPÍA

Cuando la temperatura del fluido es **inferior a los 100°C**.

Si las temperaturas se sitúan entre 50 y 100°C su aplicación es el uso directo del calor en **calefacción** de viviendas y locales.

Cuando su temperatura es menor se suele utilizar en instalaciones balnearias, calefacción de invernaderos

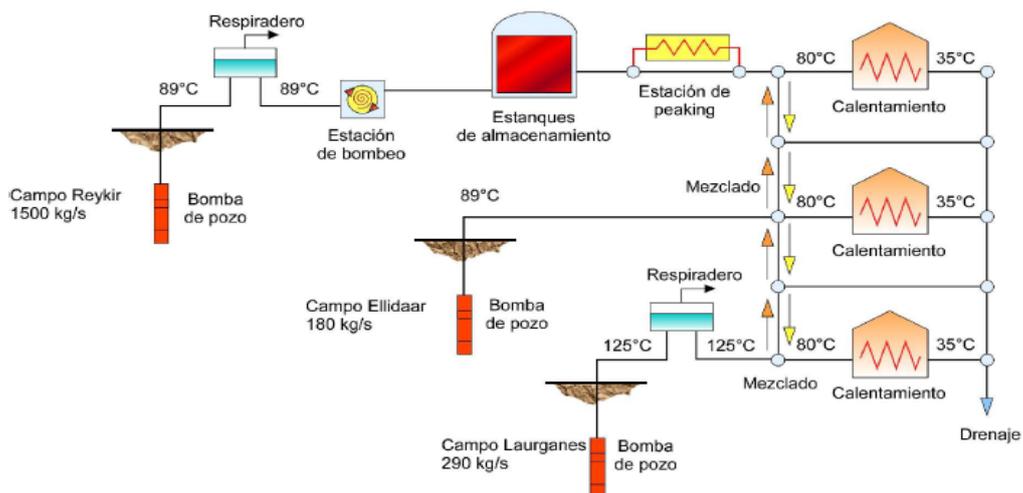


Figura 1.6. Diagrama de flujos simplificados de un sistema geotermal de calefacción distrital de Reykjavik (Gudmundsson, 1988)

1.2.3. YACIMIENTO DE MUY BAJA ENTALPÍA.

Esta técnica consiste en sacar calor de la tierra a bajas profundidades en regiones sin gradiente geotérmico anómalo.

Se puede hacer circular a través de una tubería en circuito cerrado un fluido (básicamente agua) que permite extraer calor de los materiales existentes en estos terrenos poco profundos, profundidades en general de metros o decenas de metros y que raramente superan los 250 metros).

Los equipos empleados normalmente son **bombas de calor** del tipo agua-agua o bien agua-aire de forma que en la unidad exterior del equipo el fluido de intercambio es agua, que cederá la energía sobrante o la captará del terreno según el modo de funcionamiento frío o calor.

Esta aplicación geotérmica es **indirecta**, ya que lo que realmente se aprovecha del terreno, es la temperatura constante que éste tiene a unos metros de distancia de la superficie y su invariabilidad en función de las condiciones exteriores.

Es precisamente este hecho lo que hace interesante el uso de esta energía, ya que al ser la temperatura del terreno prácticamente constante, también lo es la temperatura de intercambio en el circuito de agua y como consecuencia la temperatura frigorífica en la bomba de calor, lo que implica que el rendimiento es muy constante a lo largo de toda la temporada.

Este hecho unido a la selección del **captador** de manera que dicho rendimiento sea suficientemente alto es lo que supone un ahorro de energía frente a un sistema convencional.

II.MEMORIA

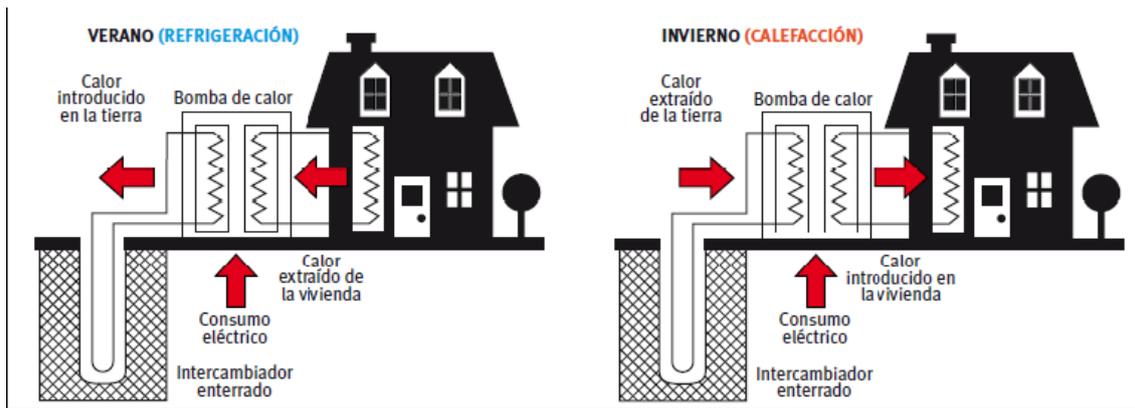


Figura 1.7. Esquema de funcionamiento de bomba de calor geotérmica. (IDAE- ATECYR, 2010)

En la **actualidad**, la investigación geotérmica se concentra en la localización de estructuras favorables para el desarrollo de yacimientos geotérmicos de alta temperatura para la producción de electricidad, aun sin la existencia de fluido o con muy baja permeabilidad. Son los llamados yacimientos geotérmicos de “**Roca Caliente Seca**” (HDR) o **Sistemas Geotérmicos Estimulados (EGS)**.

Una central geotérmica basada en esta tecnología funcionaría de la siguiente manera:

Primeramente hay que perforar hasta la roca caliente seca (profundidad aproximada entre 3.000-5.000 m) y después inyectar agua en el pozo para romper aún más las grietas creadas y para aumentar el tamaño de las fisuras. El agua, que se introduce a presión, se calienta en su viaje hacia las profundidades hasta llegar a los 200°C y a través de los pozos de producción se bombea hasta la superficie. Ya sobre el terreno, con un separador vapor-agua, se extrae el vapor que hace funcionar el grupo turbogenerador para la producción de electricidad. Después de este proceso, el agua se vuelve a inyectar por un circuito cerrado a las profundidades y todo vuelve a empezar desde el principio.

Hay un sistema para optimizar los recursos geotérmicos, llamado **utilización en cascada** que consiste en aprovechar la energía disponible tras haber sido ya utilizada, beneficiándose de los distintos niveles térmicos requeridos para los diferentes usos. De este modo, tras la producción eléctrica, el fluido aún caliente puede ser aprovechado para calefacción de viviendas. Tras este segundo uso, el fluido puede ser aprovechado para otros usos con menores requerimientos de temperatura

II.MEMORIA

(calefacción de invernaderos, etc.) o mediante el empleo de bombas geotérmicas, suministrar calefacción a locales por ejemplo.

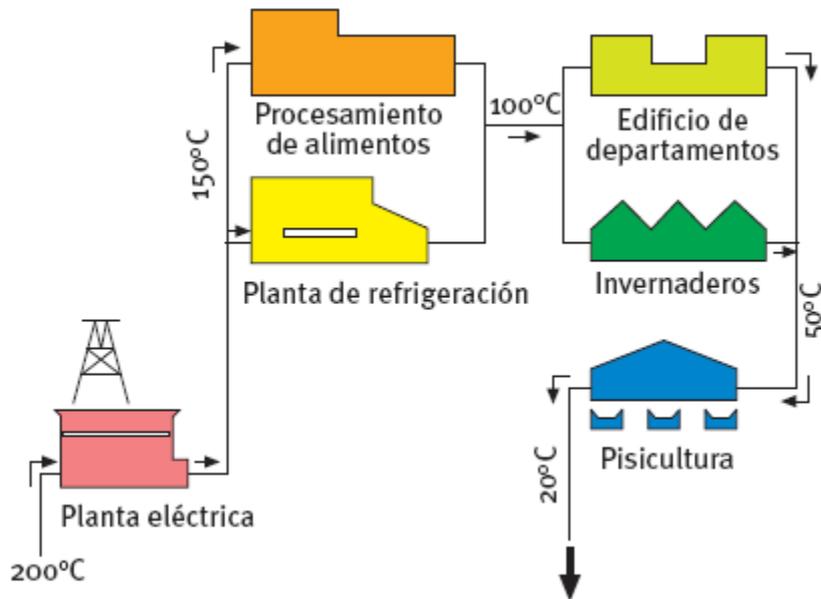


Figura1. 7. Utilización en cascada

1.3. ENERGIA GEOTERMICA DE MUY BAJA ENTALPIA

Como ya hemos dicho anteriormente, este sistema extrae calor a muy baja temperatura del terreno y con ayuda de una bomba de calor y unido a la selección del **captador** consigue que dicho rendimiento sea suficientemente alto que suponga un ahorro de energía frente a un sistema convencional.

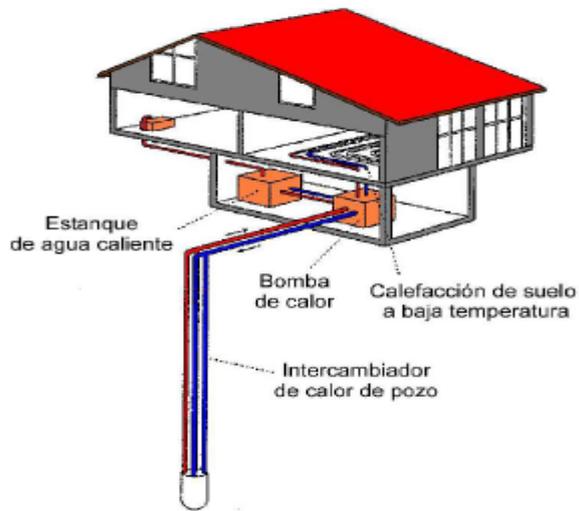


Figura 1. 8. Ejemplo de utilización de la energía geotérmica de muy baja entalpía

1.3.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA BOMBA DE CALOR

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un foco a otro, y según se requiera. Para lograr esta acción, es necesario un aporte de trabajo dado que por la segunda ley de la termodinámica, el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualan.

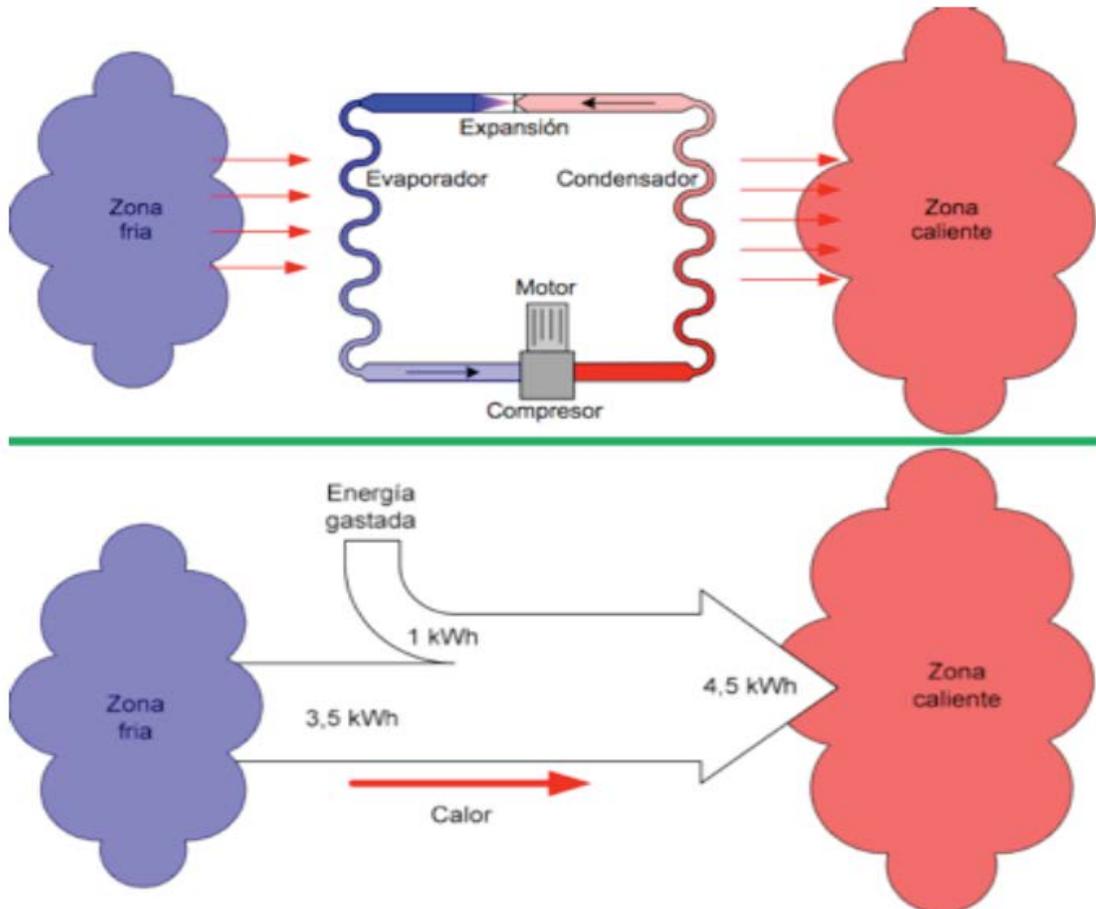


Figura 1.9: Funcionamiento esquemático de una bomba de Calor

La **bomba de calor** basa su tecnología en la máquina de Carnot. El foco frío o fuente cede calor al refrigerante enfriándose, el foco caliente o sumidero, absorbe calor del refrigerante calentándose, y el fluido frigorífico recorre el ciclo actuando de medio intermedio para el trasvase de energía. Por su parte el compresor actúa como elemento que aumenta la presión del refrigerante absorbiendo una energía

1.3.1.1. TIPOS DE BOMBAS DE CALOR SEGÚN LA ENERGÍA DE COMPRESIÓN

A) ABSORCIÓN

Las bombas de calor de absorción son accionadas térmicamente, esto quiere decir que la energía aportada al ciclo es térmica en vez de mecánica como en el caso del ciclo de compresión. El sistema de absorción se basa en la capacidad de ciertas sales y líquidos de absorber fluido refrigerante.

II.MEMORIA

Los ciclos de absorción son análogos a los de compresión, únicamente se sustituye el compresor por un circuito de disoluciones que realiza la misma función que éste, es decir, eleva la presión y temperatura del fluido frigorífico en estado vapor. El circuito de disoluciones, consiste en un absorbedor, una bomba que impulsa la disolución, un generador y una válvula de expansión.

Se obtiene energía térmica a media temperatura en el condensador y en el absorbedor. En el generador se consume energía térmica a alta temperatura, y en la bomba energía mecánica.

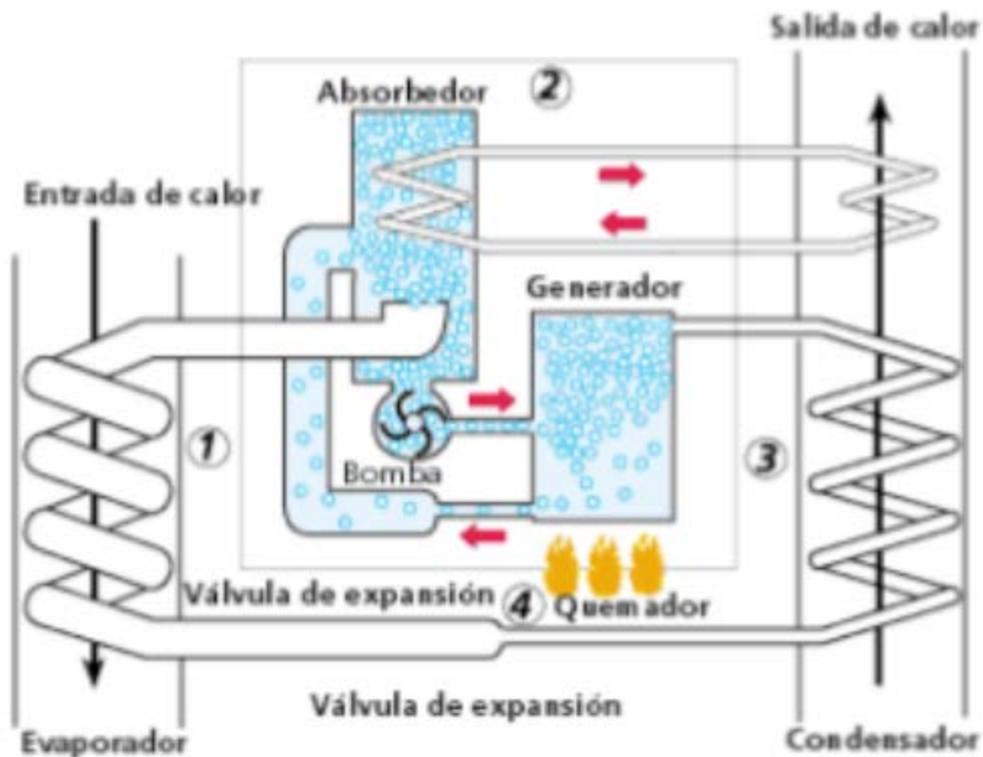
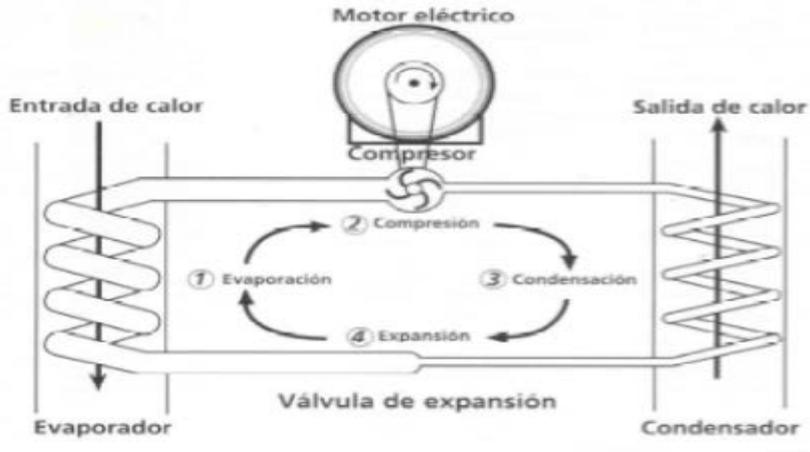


Figura 1.10.Ciclo de Absorción de una bomba de Calor

B) COMPRESIÓN

En este tipo de bombas de calor, la compresión se produce mecánicamente, siendo accionado el compresor por un motor. A su vez, ese motor puede ser eléctrico o de combustión interna.



1.3.1.2 CICLO Y COMPONENTES BÁSICOS DE UNA BOMBA DE CALOR POR COMPRESIÓN.

Se hablará a continuación del ciclo de funcionamiento de la bomba de calor refiriéndose únicamente al modo calentamiento.

El calor es captado en un intercambiador denominado EVAPORADOR, y bombeado mediante un COMPRESOR hacia otro intercambiador denominado CONDENSADOR donde es eliminado a un nivel de temperatura superior al nivel a qué fue captado.

El vehículo encargado de realizar el transporte de la energía calorífica entre las dos fuentes (fría y caliente) recibe el nombre de refrigerante.

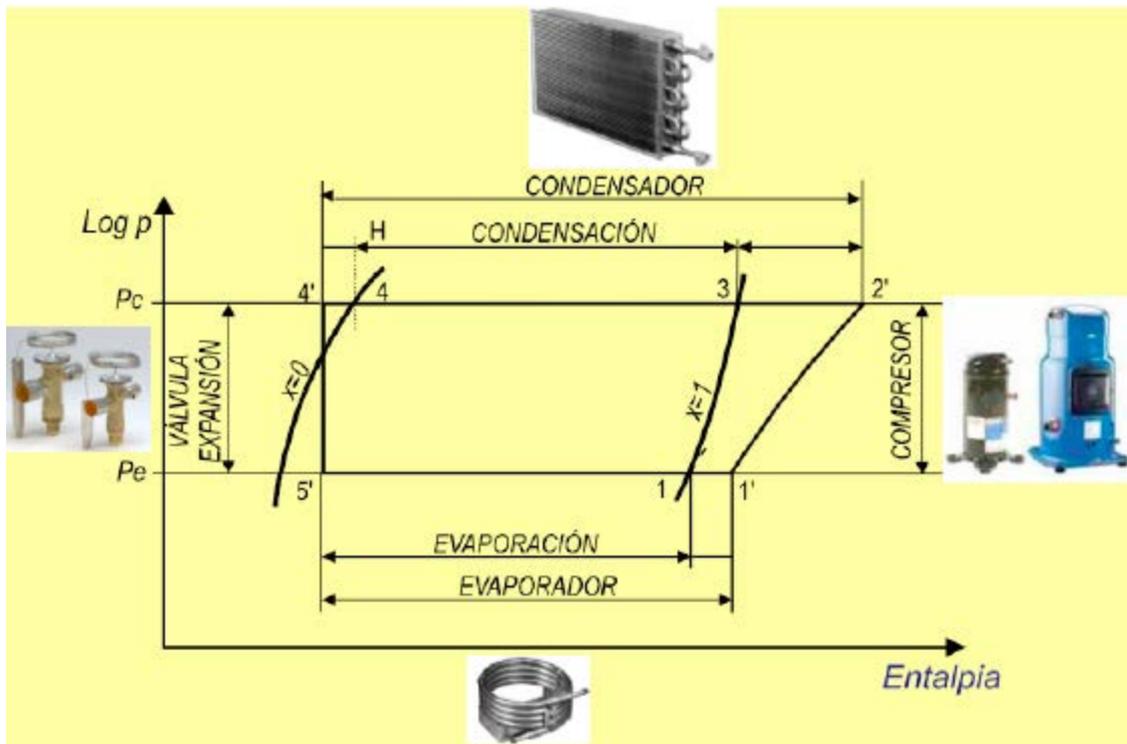


Figura 1.11. Ciclo y componentes básicos de la bomba de calor.

A continuación se resumirán las funciones de cada componente:

- **COMPRESOR** (Puntos 1-2 de la Figura 9)

Recibe el refrigerante vapor y lo comprime, subiendo la presión y la temperatura. Se puede decir que lo acondiciona para una cesión de calor a una temperatura apropiada en el condensador.

- **CONDENSADOR** (Puntos 2-4 de la Figura 9)

El vapor de refrigerante entra sobrecalentado, de modo que la primera parte del calor cedido es sensible perdiendo temperatura, para luego ceder su calor latente al condensarse a temperatura constante. La temperatura a la que suceda esta cesión de calor latente dependerá de la presión que le dio el compresor.

- **VÁLVULA DE EXPANSIÓN** (Puntos 4-5 de la Figura 9)

Proceso de expansión adiabática, o estrangulamiento, para devolver al fluido a la presión inicial del evaporador y cerrar el ciclo. Al perder presión, parte del líquido se vaporiza.

- **EVAPORADOR** (Puntos 5-1 de la Figura 9)

Cesión de calor del fluido de los colectores al refrigerante, que lo recibe como calor latente vaporizándose a temperatura y presión constante.

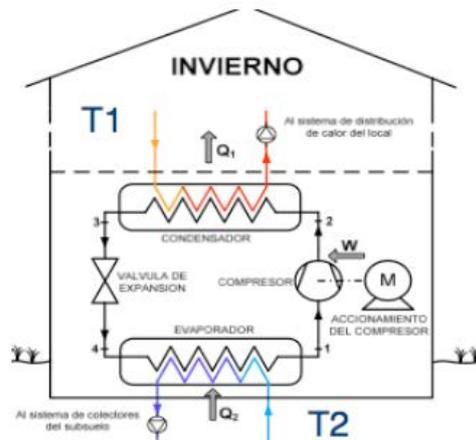


Figura 1.12. Componentes de la bomba de calor y ciclo de funcionamiento.

1.3.1.3 PARAMETROS DE OPERACIÓN DE LA BOMBA DE CALOR.

En el estudio de las máquinas cíclicas es útil el análisis previo del funcionamiento de una máquina ideal para luego compararla con el ciclo real. En la siguiente figura se puede ver el esquema de una máquina con ciclo de Carnot invertido

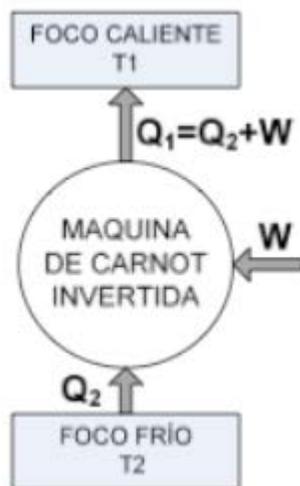


Figura 1.13. Esquema Ciclo de Carnot

II.MEMORIA

El ciclo de Carnot, es un ciclo ideal que define el máximo rendimiento que se puede alcanzar en una máquina cíclica que trabaje entre un foco frío a temperatura T_2 y un foco caliente a temperatura T_1 , y en la que no existen pérdidas y los procesos sean reversibles. Se cumple la siguiente ecuación:

$$Q_1 = Q_2 + W \quad [1.1]$$

Donde

Q1: Calor cedido en el interior del local.

Q2: Calor extraído al foco frío.

W: Aporte de trabajo externo.

Para poder trasvasar el calor Q_2 del foco frío hacia el foco caliente es necesario un aporte de trabajo externo W .

El foco caliente recibe un calor Q_1 , suma de Q_2 y W .

En la figura siguiente, Q_1 es el área entre la línea 2-3 y el eje s , Q_2 el área entre 1-4 y el eje s , y el trabajo W la resta de las áreas anteriores.

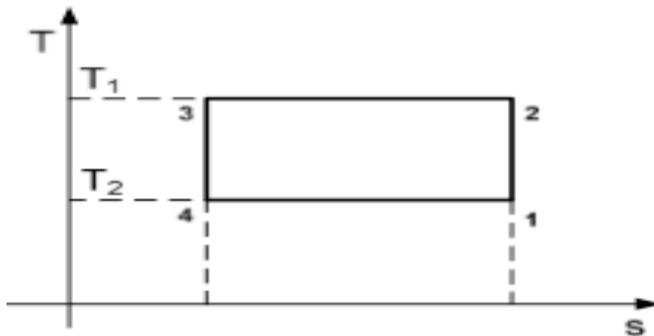


Figura 1.14. diagrama T-S ciclo frigorífico.

II.MEMORIA

El ciclo frigorífico de este equipo en el diagrama de Mollier quedaría como indica la figura 1.15. En esta figura puede verse que la energía frigorífica cedida por la fuente fría al evaporador más la energía consumida por el compresor es igual a la energía cedida por el condensador a la fuente caliente o sumidero.

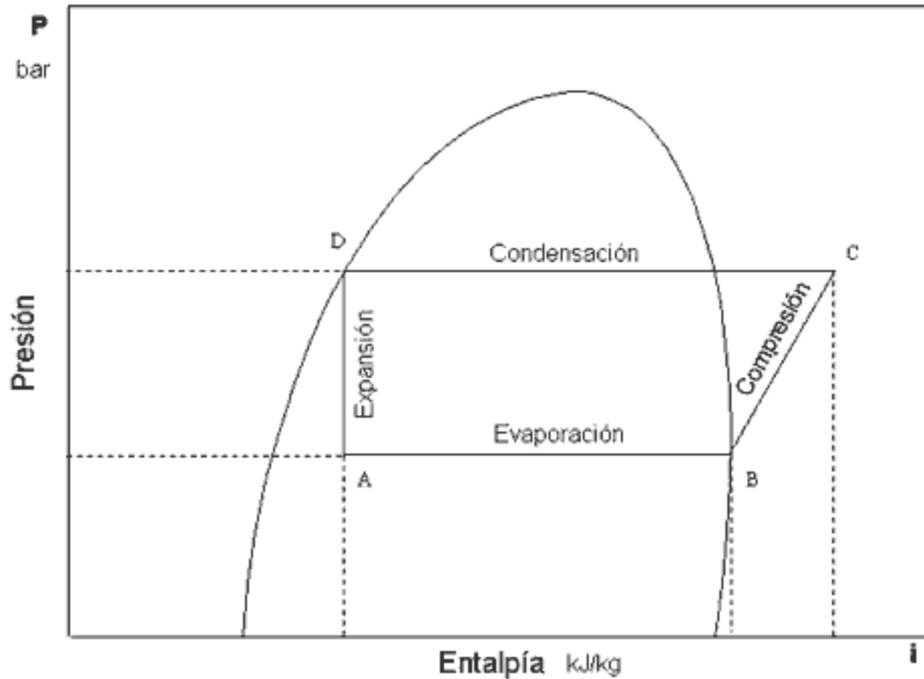


Figura 1.15. Diagrama de Mollier del ciclo frigorífico

Por tanto, si expresamos el rendimiento como la potencia frigorífica o calorífica obtenida dividido por la potencia absorbida por el compresor llegaremos a la siguiente expresión:

$$\text{COP} = \frac{P_{\text{calorífica}}}{P_{\text{consumida}}} = \frac{P_{\text{frigorífica}} + P_{\text{consumida}}}{P_{\text{consumida}}} = \text{EER} + 1 \quad [1.2]$$

Al rendimiento del equipo trabajando **en modo calor** se le denomina **COP** (Coefficient of Performance) y en **modo frío EER** (Efficiency Energy Rate).

Operando con las expresiones anteriores se obtiene que el rendimiento del equipo depende sólo de las temperaturas del foco frío y el foco caliente.

$$COP = \frac{T_c}{T_c - T_f} \quad [1.3]$$

$$EER = \frac{T_f}{T_c - T_f} \quad [1.4]$$

1.3.1.4. VENTAJAS DE LA BOMBA DE CALOR

- La principal ventaja de la bomba de calor es su **alta eficiencia** energética en calefacción. Es capaz de aportar más energía que la que consume (aproximadamente entre dos y tres veces más). Esto se debe a que el equipo recupera energía gratuita del ambiente exterior y la incorpora como energía útil para calefacción. Logrando consumir menos energía que otros sistemas de calefacción, reduciendo así costes y emisiones de CO₂.
- Son **reversibles**, es decir, se puede utilizar para calentar en invierno, y enfriar en verano. En el primer caso, el recinto es la zona caliente y en el segundo es la zona fría de la que se extrae el calor.
Para que una bomba de calor funcione en ambos sentidos es preciso invertir el flujo de calor y adecuarlo a cada caso, lo que se consigue fácilmente con una **válvula inversora**. Esto representa una gran ventaja, pues un solo equipo puede hacer las funciones de dos sistemas: el de calefacción y el de refrigeración.
- No requieren casi mantenimiento, salvo una limpieza periódica del filtro de aire y sustitución del refrigerante cuando este pierde sus propiedades.

1.3.1.5. DESVENTAJAS DE LA BOMBA DE CALOR

Si tomamos como ejemplo una bomba de calor aire-agua en la que el fluido de intercambio en la unidad exterior sea el aire exterior, tendremos que en invierno el foco frío sería el ambiente exterior, si T_f disminuye, el rendimiento del equipo disminuirá y como consecuencia la potencia calorífica que produzca será menor para una misma potencia absorbida, vemos pues, que *cuando más necesaria es la producción de calor menor será la producción de la misma en el equipo*.

II.MEMORIA

Esto ocurrirá a lo largo de toda la estación y será más acusado en lugares con temperaturas exteriores extremas (zonas interiores). Si analizamos el **EER** en verano, nos encontramos con el mismo resultado

Esta desventaja se evita en gran medida con las bombas de calor geotérmicas ya que la temperatura de intercambio exterior se mantiene casi constante a lo largo del año y el salto térmico es mucho menor que las bombas de calor aire-aire o aire-agua.

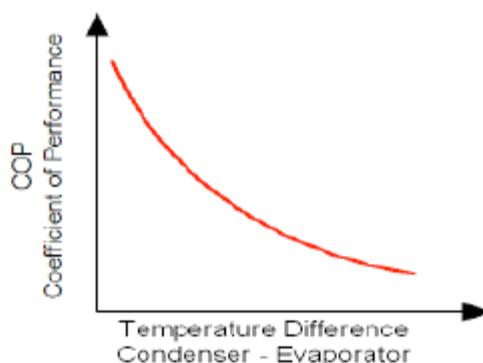


Figura 1.16 .Descenso de COP con la diferencia de temperaturas evaporador condensador.

Como **conclusión** obtenemos que cuanto mayor sea la temperatura del foco frío y menor la del foco caliente, mejor rendimiento frigorífico se obtiene en el equipo, respetando los límites impuestos por la válvula de expansión y si empleamos un intercambiador enterrado suficientemente grande podemos tener temperaturas de intercambio muy beneficiosas para un alto rendimiento

En contraposición la inversión inicial en las **bombas de calor geotérmica** es más cara, y no siempre hay espacio suficiente disponible, por tanto habrá que llegar a una solución de compromiso que proporcione el rendimiento óptimo

1.3.2 SISTEMAS DE COLECTORES

Los sistemas colectores son los encargados de extraer el calor del terreno en el sistema de calefacción o disipar el calor en el sistema de refrigeración (ver figura 6) Hay diversos sistemas de colectores, con sus ventajas y desventajas, que vemos a continuación:

1.3.2.1 SISTEMA ABIERTO.

Un sistema abierto es aquel que **dispone de una zona de intercambio físico con el medio.**

En resumen **se trataría de obtener agua de un acuífero confinado o abierto a una cierta temperatura y devolverla al medio más fría a una cierta distancia de su origen, sin contaminarla en el proceso.**

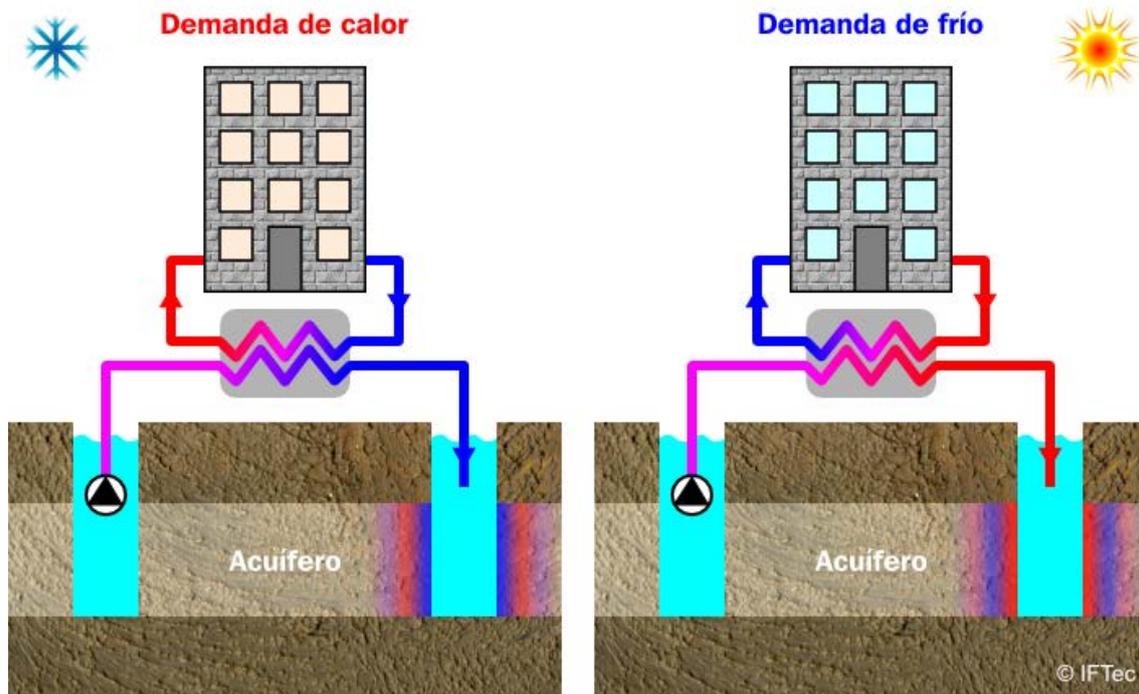


Figura 1.17. Esquema funcionamiento sistema abierto

En la siguiente tabla puede verse las ventajas y desventajas de este tipo de configuración

Tabla 1.1. ventajas e inconvenientes sistema abierto

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Son mucho más duraderos en el tiempo	disponibilidad de agua suficiente, es decir, se ha de obtener un caudal constante durante todo el año

II.MEMORIA

Muy económicos

las dimensiones del acuífero deberán permitir la disipación de los gradientes térmicos generados aplicación de restricciones medioambientales

necesidad de disponer de un medio de intercambio en el lugar de implantación

1.3.2.2 SISTEMA CERRADO.

Estos sistemas utilizan un circuito de tuberías en lazo cerrado que se acoplan al intercambiador de calor.

Las tuberías contienen un fluido de trabajo que circula continuamente sin contacto alguno con el suelo o con el agua freática que puede rodear al sistema. De este modo no puede contaminar ni afectar la disponibilidad del agua freática, con lo que las leyes locales de medio ambiente no le afectan.

Hay básicamente seis tipos de circuitos:

1. **HORIZONTAL.** La red de circuitos se entierran entre 60 cm y 1 m. de profundidad. En este tipo de instalación la transferencia se consigue por radiación solar. Es el método mas económico, pero requiere bastante terreno libre.
2. **ESPIRAL.** Es igual que el horizontal, pero con la diferencia de que las tuberías están arrolladas en espiral.
3. **VERTICAL.** Los conductos se entierran mediante catas que pueden variar de 5 a más de 100 metros de profundidad, dependiendo del espacio que se tenga, de la seguridad del terreno y de la cantidad de las perforaciones que se realicen. Este sistema es el mas recomendable cuando falta espacio
4. **SUMERGIDO.** La red está sumergida en un estanque o lago.
5. **HÍBRIDO.** Unión de uno de los sistemas anteriores con otro de calefacción o de refrigeración.
6. **SISTEMAS DIRECTOS.** Prescinden del intercambiador de calor de la bomba de calor y conectan directamente los tubos con fluido refrigerante al terreno.

1.3.2.2.1 LAZO CERRADO HORIZONTAL.

Los lazos de tubería se disponen en trincheras paralelas a una profundidad de 1 a 3 m. cada trinchera puede disponer de 1 a 6 lazos. La longitud de las trincheras puede ser de 8,5 a 34 m por KW, dependiendo de la textura y humedad del terreno.

La separación típica entre trincheras es de 2 a 4 m; el terreno ocupado es de unos **40 a 85 m² por kW** del sistema, dependiendo de la temperatura media y de las propiedades del terreno.

El sistema es atractivo cuando existe un gran área de terreno disponible y la capa freática es elevada, de tal modo que asegura una buena transferencia de calor incluso en trincheras pequeñas

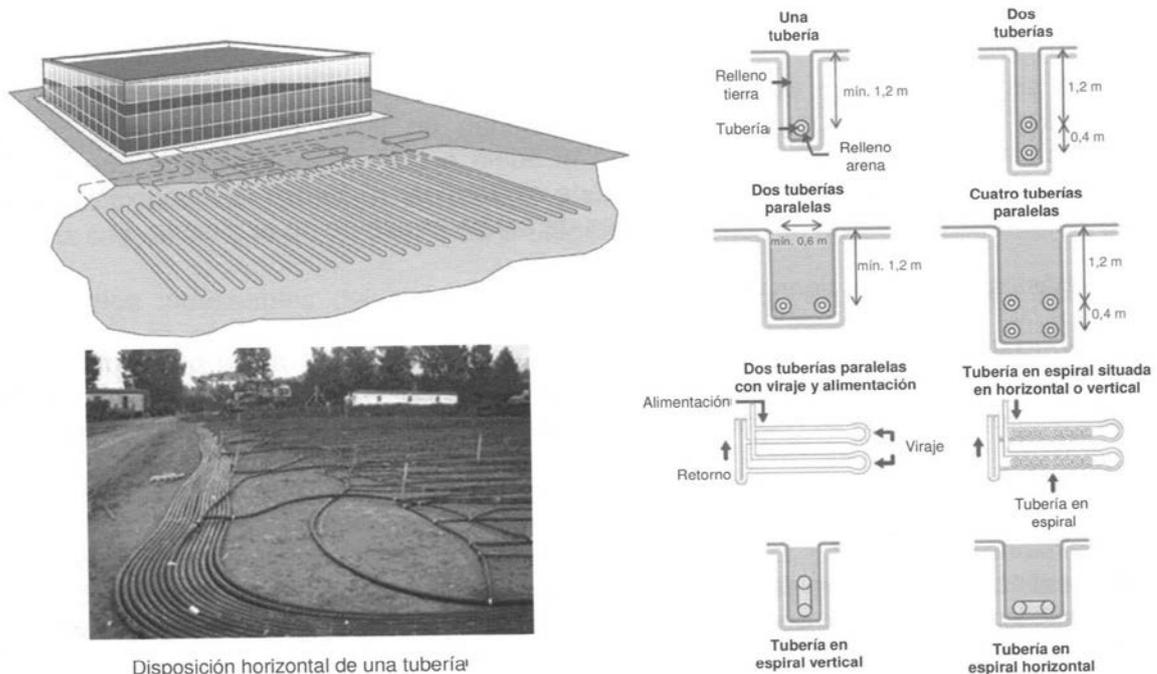


Figura 1.18.Lazo cerrado horizontal

En la siguiente tabla puede verse las ventajas y desventajas de este tipo de configuración

II.MEMORIA

Tabla 1.2.Ventajas e inconvenientes lazo cerrado horizontal

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>La construcción de las trincheras es mas barata que los sistemas verticales de lazo cerrado</p> <p>Hay mas contratistas con el equipo adecuado</p>	<p>La red de tuberías pueden dañarse durante el relleno de las trincheras</p> <p>Las longitudes de tuberías son mas largas por energía térmica cedida que los lazos verticales.</p> <p>Gran area de terreno requerida.</p> <p>Deben considerarse los niveles de agua al estimar la longitud de la tubería requerida, especialmente en terrenos de arena y en áreas elevadas</p>
<p>Existen muchas opciones en la instalación en función del equipo de digging(buldozer,backhoe o trencher) y del numero de lazos de tubería por trincheras</p>	<p>El rendimiento depende de la estación del año</p> <p>Son necesarios líquidos anticongelantes para manejar las temperaturas del terreno en invierno</p>

1.3.2.2 LAZO CERRADO EN ESPIRAL.

Es una variante del lazo horizontal, consiste en una tubería enrollada en lazos circulares que se solapan y que pueden instalarse en vertical u horizontal.

En la instalación vertical el lazo esta en esa posición en la trinchera que es estrecha y a suficiente profundidad, para evitar que la parte superior de la bobina no este sometida a variaciones de temperatura importantes durante las oscilaciones de las estaciones del año.

En la instalación horizontal el lazo se dispone en esa posición, por lo que la trinchera será de una amplitud un poco superior a la bobina formada por la tubería, típicamente de 1 a 2 m de ancho.

II.MEMORIA

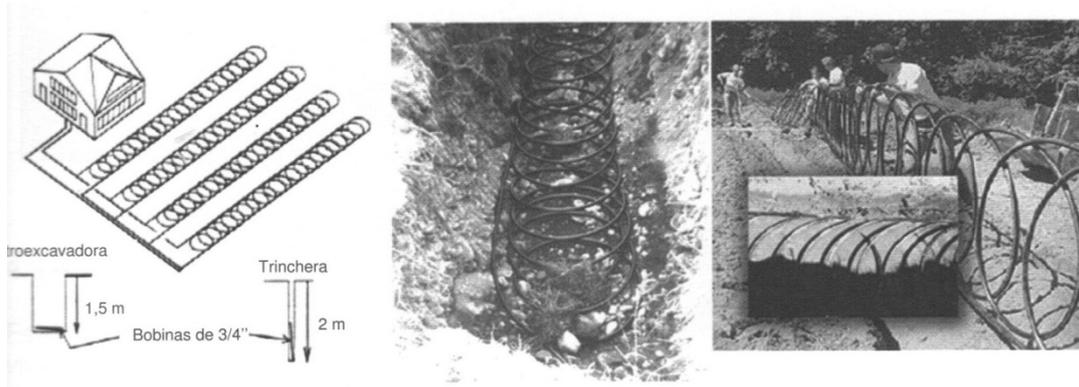


Figura 1.19.Lazo cerrado en espiral.

En la siguiente tabla puede verse las ventajas y desventajas de este tipo de configuración:

Tabla 1.3.Ventajas e inconvenientes lazo cerrado en espiral.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
La construcción de las trincheras requiere menos superficie de terreno y menos espacio que los sistemas de lazo cerrado horizontales	Se gasta más energía para bombear que en los sistemas de lazo cerrado horizontales
Menor coste de instalación que los sistemas de lazo cerrado horizontales	Es mas difícil el relleno de las trincheras para asegurar que no queden espacios huecos alrededor de las bobinas de tuberías, en particular, en algunos tipos de terreno Esto es mas importante en trincheras para tuberías de bobina vertical que en trincheras de ancho mas amplio para tuberías de bobina horizontal

1.3.2.2.3 LAZO CERRADO VERTICAL

Se considera cuando el terreno disponible es pequeño .Las perforaciones se realizan a profundidades desde los 10 hasta mas de 100 m. y las tuberías se insertan

II.MEMORIA

en los orificios verticales practicados. Las necesidades de la tubería abarcan de **34 a 57 m lineales por kW** del sistema dependiendo de las condiciones del suelo y de la temperatura.

El sistema requiere de **4 a 8,5 m² por kW** del sistema

La disposición más común de la tubería vertical es un tubo en U con una curva de 180° en su parte inferior, realizada en fábrica, uniendo por fusión con calor dos trozos e tubería de polietileno de alta densidad.

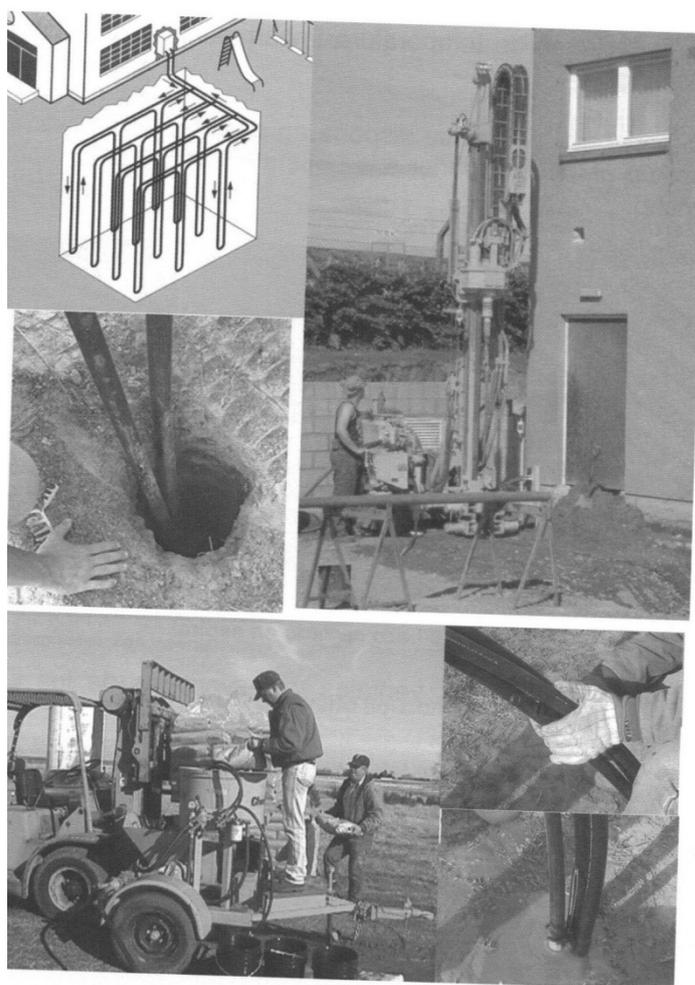


Figura 1.20.lazo cerrado vertical

En la siguiente tabla puede verse las ventajas y desventajas de este tipo de configuración

II.MEMORIA

Tabla 1.4.Ventajas e inconvenientes lazo cerrado vertical.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Requiere menos longitud de tubería que los restantes sistemas de lazo cerrado Precisa menos extensión de terreno	Los gastos de perforación son mas altos que los de la tubería horizontal El diseño de la tubería vertical es mas costoso que los restantes sistemas
No le afectan las oscilaciones estacionales de temperatura del suelo	Pueden presentarse cambios a largo plazo en la temperatura del suelo si los orificios no están suficientemente espaciados

Dentro de este sistema hay un sistema llamado de **pilotes geotérmicos** que tienen una función estructural y térmica.

Pueden ser de 2 formas

1. **PILOTE FABRICADO IN SITU:** los intercambiadores de calor se sitúan en la armadura de los pilotes antes de su colocación



Figura 1.21. Pilotes de hormigón armado de sección completa

2. **PILOTE PREFABRICADO:** tanto los pilotes como los intercambiadores de su interior se construyen en otro lugar



Figura 1.22.Pilote prefabricado

1.3.2.2.4 LAZO CERRADO SUMERGIDO.

Este sistema es de interés cuando un río , un estanque o un lago esta próximo a la vivienda o edificio y la tubería de lazo cerrado puede sumergirse.

Las necesidades de refrigeración son de 28 m. de tubería por kW del sistema, dependiendo de la estratificación de la temperatura del agua

Las bobinas de las tuberías se amarran en anclajes de hormigón, estando separadas del fondo de unos 23 a 45 cm para permitir una buena circulación por convección del agua, al mismo tiempo se sumergen de 2 a 3 metros para garantizar un adecuado contacto con el agua en caso de bajos niveles de agua por sequía

En general este sistema no es adecuado para ríos, ya que pueden ser afectados por las crecidas y por los arrastres de piedras, maderas o ramas.

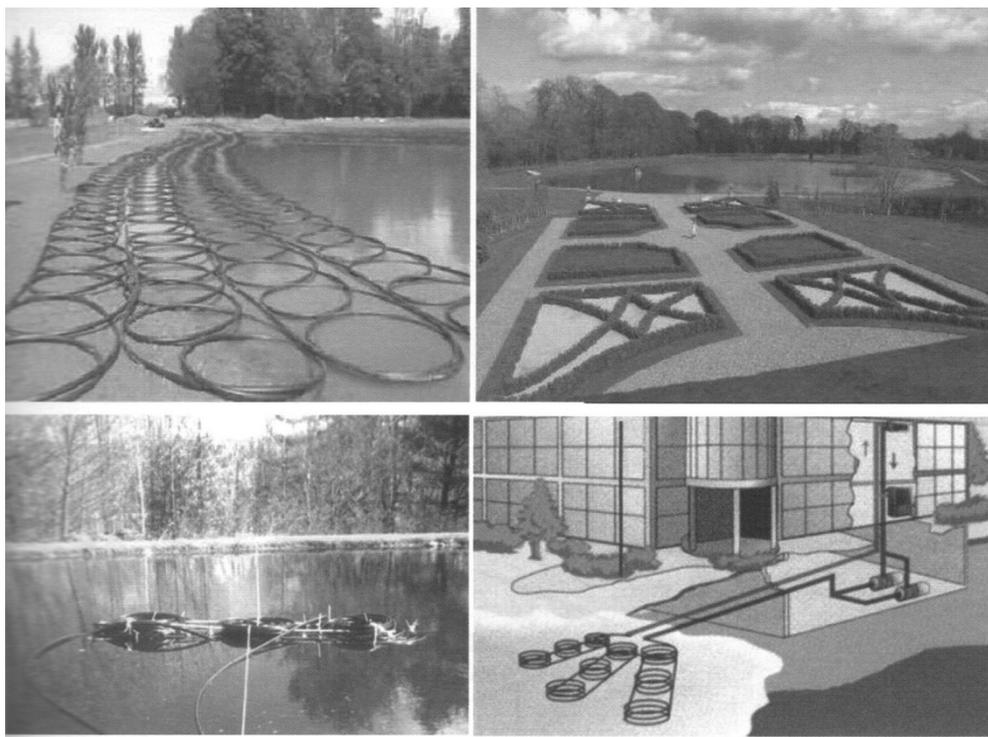


Figura 1.23.Lazo cerrado sumergido

En la siguiente tabla puede verse las ventajas y desventajas de este tipo de configuración:

Tabla 1.5.ventajas e inconvenientes del lazo cerrado sumergido.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Pueden requerir una menor longitud total de tubería si se dispone de la reserva de agua adecuada</p>	<p>Requiere más regulaciones que los sistemas de lazo cerrado soterrados</p>
<p>Puede ser el sistema mas barato de todos los sistemas de lazo cerrado si se dispone de la reserva de agua adecuada</p>	<p>Debe señalarse bien su posición para no ser dañados por el anclaje de barcas en el estanque o en el lago</p>

1.3.2.2.5 LAZO CERRADO HÍBRIDO

Quando existe un desequilibrio estacional entre las necesidades de calor en invierno y de frío en verano, en lugar de proyectar un lazo cerrado enterrado de máxima capacidad de refrigeración para el verano, del que solo se requerirá un porcentaje de capacidad para calefacción en invierno, puede acudirse a un sistema

II.MEMORIA

hibrido que complemente el sistema con un lazo cerrado sumergido en un estanque o lago o mediante una torre de refrigeración.

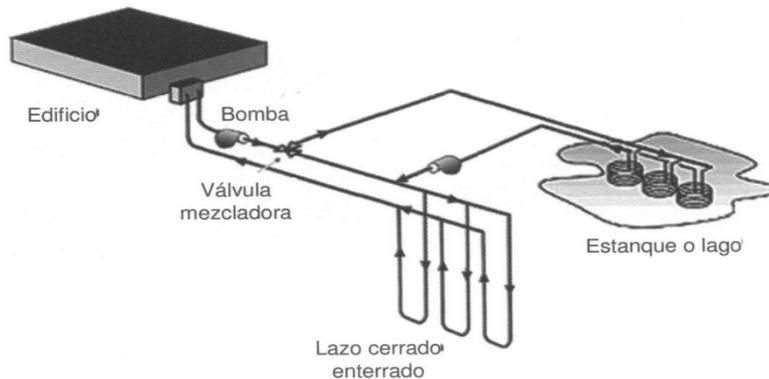


Figura 1.24.Lazo cerrado híbrido

Los lugares donde lo importante es la calefacción, puede complementarse el lazo cerrado con un colector solar térmico que puede conectarse directamente a las tuberías de lazo cerrado enterrado

3.2.2.6 SISTEMAS DIRECTOS CON LÍQUIDO REFRIGERANTE

Prescinden de la red de tuberías con el fluido de trabajo y del intercambiador de calor líquido/refrigerante y emplea lazos cerrados de tubo de cobre que transfieren el calor directamente el calor entre el terreno y el fluido refrigerante, es decir, el lazo de refrigerante de la bomba de calor está enterrado en el terreno.

De este modo, la temperatura del refrigerante es muy próxima a la del terreno, lo que reduce la relación de compresión de la bomba de calor con un menor tamaño y una menor potencia.

Al ser el cobre mejor conductor de calor que el tubo de polipropileno, el lazo cerrado tiene una menor longitud.

La configuración horizontal requiere 30 metros de tubo de cobre por kW del sistema (de 9 a 13 m. menos que los tubos de polipropileno)

La configuración vertical precisan por kW solo orificios de 3" de diámetro hasta una profundidad de 10,5 m (los tubos de polipropileno necesitan orificios de 4" a 6" hasta una profundidad de 17 a 26 m por kW) solo necesitan unos 46 m² de terreno horizontal y emplean la misma extensión que la distribución vertical.

II.MEMORIA

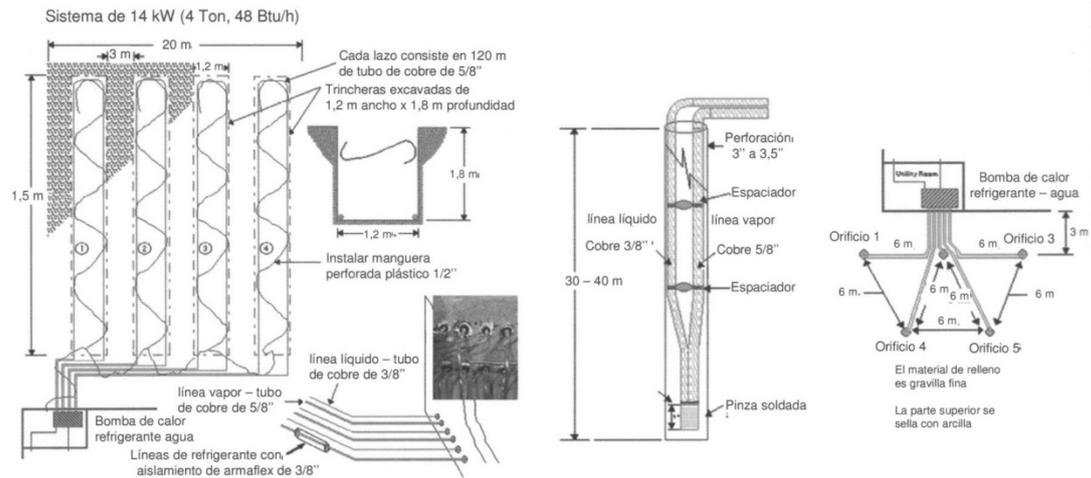


Figura 1.25. Sistema directo con líquido refrigerante.

El calor que desprenden los lazos en el terreno puede convertir por cocción el terreno en sólidos de forma de granos fino, reduciendo su conductividad térmica y por tanto, el rendimiento del sistema.

Como en suelos ácidos, el cobre esta sometido a corrosión, debe instalarse en terrenos con el pH entre 5,5 a 10

En la siguiente tabla puede verse las ventajas y desventajas de este tipo de configuración

Tabla 1.6. Ventajas e inconvenientes del sistema directo con líquido refrigerante.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p style="text-align: center;">Mayor rendimiento térmico</p> <p style="text-align: center;">No requieren intercambiadores de calor</p>	<p style="text-align: center;">Posible englamamiento del terreno en contacto con el lazo de las tuberías</p> <p style="text-align: center;">El tubo de cobre no puede enterrarse al lado de grandes árboles ya que las raíces pueden dañar el sistema</p>
<p style="text-align: center;">Menos área empleada en los sistemas de configuración horizontal</p>	<p style="text-align: center;">Las fugas en las tuberías pueden causar una perdida catastrófica de refrigerante. Por ello, la infraestructura debe ser de calidad y debe ser instalada por personal experto, lo que trae como consecuencia, mayores costes de instalación</p>

II.MEMORIA

Capítulo 2: Descripción del edificio

II.MEMORIA

2. DESCRIPCION DEL EDIFICIO.

2.1. SITUACION DEL EDIFICIO.

El complejo polideportivo es propiedad del Excmo. Ayuntamiento de Valladolid y está gestionado por la Fundación Municipal de Deportes de Valladolid (FMD), situado éste en la Calle Adolfo Miaja de la Muela, parc. 17, Valladolid.

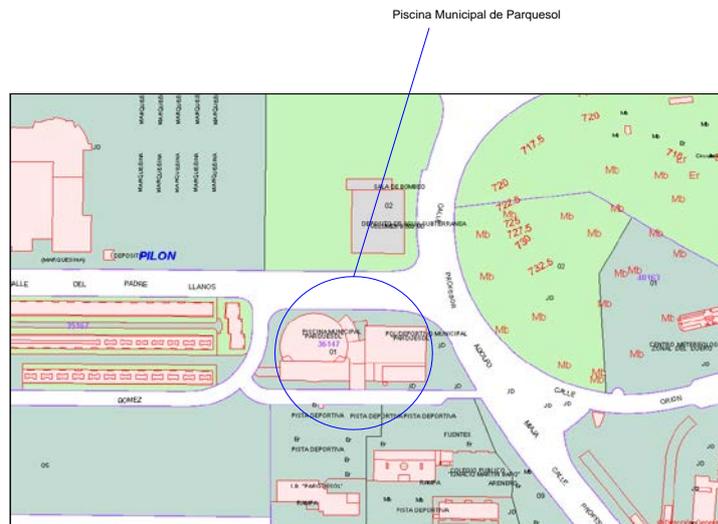


Figura 2.1.situacion del complejo deportivo

2.2. DESCRIPCION DE LA INSTALACION ACTUAL.

El edificio destinado a usos deportivos, consta principalmente de los siguientes espacios:

PISCINA MUNICIPAL PARQUESOL

- Piscina Deportiva (25 x 16,50 m)

Profundidad mínima: 2,00 m

Profundidad máxima: 2,20 m

- Piscina Polivalente (33 x 6,50 m)

II.MEMORIA

Profundidad mínima: 0,8 m

Profundidad máxima: 1,20 m

- Piscina de Aprendizaje (12 x 7 m)

Profundidad mínima: 0,80 m

Profundidad media: 1,00 m

Profundidad máxima: 1,20 m

- 8 Vestuarios para piscina.
- 2 vestuarios para zona exterior.
- Botiquines
- Almacenes
- Graderío con capacidad para 300 personas.
- 2 spas de hidromasaje.
- Gimnasio
- Sala de bailes
- Amplia zona de césped-solarium

PABELLON MUNICIPAL DE PARQUESOL

- Dimensiones 45 x 27 m
- Graderío con capacidad para 250 personas.
- 4 Vestuarios para equipos.
- 2 Vestuarios para árbitros.
- Pista de squash.
- Botiquines.

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ENERGÉTICA.

La energía necesaria del complejo deportivo se obtiene a través de la energía solar térmica, con el apoyo de calderas de gas.

La instalación de energía solar térmica, formado por 84 paneles solares planos homologados por el INTA, marca GAMESA SOLAR modelo 5000 ST de 2,1 metros cuadrados de superficie útil de captación cada uno, con el apoyo de las calderas, proveerán del ACS necesario a lo largo del día.

Las calderas son de apoyo instantáneo y se situarán después de los acumuladores de ACS. Este diseño aprovecha al máximo la energía solar aplicándola sobre el agua de red, mientras que la energía convencional lo hace sólo sobre el agua precalentada por el sistema solar.

En épocas de mucha irradiación solar, las necesidades de ACS estarán cubiertas solo con instalación solar. En ese momento, la energía sobrante del sol, se empleará para el recalentamiento de la piscina grande, mediante unos intercambiadores de placas.

Las calderas además aportarán la energía para la calefacción del complejo.

A continuación se detallará la obtención del agua caliente para las piscinas:

PISCINA GRANDE

Parte del agua depurada es impulsada hacia la zona de las salas de maquinas y el resto de caudal solamente depurado vuelve a introducirse en la piscina.

Primeramente pasará por un intercambiador de placas marca alfa laval de la instalación de placas solares ,con lo que aumentara su temperatura. La prioridad de la instalación termosolar es la obtención de ACS,por lo que solo se obtendrá calor para la piscina, cuando estén cubiertas las necesidades de ACS.

Parte de esa agua se recalentará en la UTA de la marca COMPISA modelo UD 140 C+F .

II.MEMORIA

El agua pasa por un intercambiador de placas marca alfa laval ,por donde circula agua caliente a 70°C obtenido mediante las calderas de gas marca WOLF tipo 210 con una potencia nominal de 846 kW cada una.

Finalmente, el agua que pasa por todo este proceso agua se unirá con el agua solamente depurada y mediante una red de tuberías se distribuirán por las boquillas de impulsión situadas en el fondo de la piscina

PISCINA MEDIANA

Parte del agua depurada es impulsada hacia la zona de las salas de maquinas y el resto de caudal solamente depurado vuelve a introducirse en la piscina.

El agua pasa por un intercambiador de placas alfa laval,por donde circula agua caliente a 70°C obtenido mediante las calderas de gas .

El agua conducida por todo este proceso agua se unirá con el agua solamente depurada y mediante una red de tuberías se distribuirán por las boquillas de impulsión situadas en el fondo de la piscina

PISCINA PEQUEÑA

Parte del agua depurada es impulsada hacia la zona de las salas de máquinas y el resto de caudal solamente depurado vuelve a introducirse en la piscina.

El agua pasa por un intercambiador de placas alfa laval , por donde circula agua caliente a 70°C obtenido mediante las calderas de gas.

El agua seguirá el mismo proceso que las anteriores piscinas.

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ENERGÉTICA PROYECTADA.

Desde las bombas de calor geotérmicas y a través de tuberías de polibutileno debidamente dimensionadas distribuiremos el agua caliente por los vasos de las piscinas.

II.MEMORIA

Estas distribuciones de tuberías están ya instaladas, por lo que deberemos hacer pequeñas modificaciones sabiendo que hay que dar prioridad al calentamiento por placas solares a la producción de ACS.

El principio de funcionamiento es el siguiente:

PISCINA GRANDE

Parte del agua depurada es impulsada hacia la zona de las salas de máquinas y el resto de caudal solamente depurado vuelve a introducirse en la piscina.

El agua conducida a la sala de máquinas obtendrá calor del sistema termosolar existente gracias a unas placas planas de intercambio marca alfa Laval ,con lo logrará aumentar su temperatura. La prioridad de la instalación termosolar es la obtención de ACS,por lo que solo se obtendrá calor para la piscina, cuando estén cubiertas estas necesidades.

Parte de esa agua se recalentará en la UTA de la marca COMPISA modelo UD 140 C+F .

El agua luego se calentará en la bomba geotérmica hasta su temperatura definida.

En momentos en el que se necesite un aporte extra de energía, se aprovechan las 3 calderas de gas marca WOLF tipo 210 con una potencia nominal de 846 kW cada una y que anteriormente se utilizaban, entre otras cosas, para el calentamiento del agua de las piscinas.

Este aporte se hará mediante la apertura de válvulas de corte manuales ya existentes

Estas calderas seguirán funcionando para producir ACS ,climatizar la piscinas y las demás instalaciones que lo necesiten (vestuarios,hall,gimnasio,sala de bailes,pabellón, pasillos de acceso).

Finalmente, el agua que pasa por todo este proceso agua se unirá con el agua solamente depurada y mediante una red de tuberías se distribuirán por las boquillas de impulsión situadas en el fondo de la piscina .

El Principio de funcionamiento de esta parte de la instalación se puede ver detalladamente en el **PLANO 5**

II.MEMORIA

PISCINA MEDIANA

Parte del agua depurada es impulsada hacia la zona de las salas de máquinas y el resto de caudal solamente depurado vuelve a introducirse en la piscina.

El agua luego se calentará en la bomba geotérmica hasta la temperatura definida.

En momentos en el que se necesite un aporte extra de energía, se aprovechan las 3 calderas de gas descritas y las conexiones que

Finalmente, el agua que pasa por todo este proceso agua se unirá con el agua solamente depurada y mediante una red de tuberías se distribuirán por las boquillas de impulsión situadas en el fondo de la piscina .

En momentos en el que se necesite un aporte extra de energía, se aprovechan las 3 calderas de gas descritas : Este aporte se hará mediante la apertura de válvulas de corte manuales ya existentes

El Principio de funcionamiento de esta parte de la instalación se puede ver detalladamente en el **PLANO 5**

PISCINA PEQUEÑA

Parte del agua depurada es impulsada hacia la zona de las salas de maquinas y el resto de caudal solamente depurado vuelve a introducirse en la piscina.

El agua luego se calentará en la bomba geotérmica hasta su temperatura definida.

II.MEMORIA

Finalmente, el agua que pasa por todo este proceso agua se unirá con el agua solamente depurada y mediante una red de tuberías se distribuirán por las boquillas de impulsión situadas en el fondo de la piscina.

En momentos en el que se necesite un aporte extra de energía, se aprovechan las 3 calderas de gas descritas : Este aporte se hará mediante la apertura de válvulas de corte manuales ya existentes

El Principio de funcionamiento de esta parte de la instalación se puede ver detalladamente en el **PLANO 5**

El proyecto incluye el diseño de las perforaciones, la instalación de intercambiadores verticales, conducciones horizontales y colectores, la acometida hasta la bomba de calor en el cuarto mecánico y la conexión de esta a las conducciones de agua.

Al introducir frio pasivo para refrigerar diversas instancias del complejo, aprovechando al máximo las instalaciones existentes, se necesitaran diversos elementos que se describirán más adelante

Las obras descritas en este proyecto consistirán fundamentalmente en:

PISCINA GRANDE

- Construcción de 18 sondeos verticales de 125,65 m profundidad cada uno (2261,7 de sondeo) para el calentamiento de la piscina grande.
- Instalación en zanja de las conducciones horizontales hasta las cámaras de registro de colectores
- Conexión a los colectores de impulsión y retorno (2 colectores de 9 terminales cada uno)
- Conducción desde los colectores hasta el cuarto mecánico
- Instrumentación para el control y monitorización de la instalación de intercambio geotérmico.

II.MEMORIA

PISCINA MEDIANA

- Construcción de 13 sondeos verticales de 105 m profundidad cada uno (1360 m: de sondeo) para el calentamiento de la piscina de 33 m.
- Instalación en zanja de las conducciones horizontales hasta las cámaras de registro de colectores
- Conexión a los colectores de impulsión y retorno (1 colector de 13 terminales)
- Conducción desde los colectores hasta el cuarto mecánico
- Instrumentación para el control y monitorización de la instalación de intercambio geotérmico.

PISCINA PEQUEÑA

- Construcción de 6 sondeos verticales de 113 m profundidad cada uno (682 m de sondeo) para el calentamiento de la piscina pequeña.
- Instalación en zanja de las conducciones horizontales hasta las cámaras de registro de colectores
- Conexión a los colectores de impulsión y retorno (1 colector de 6 terminales)
- Conducción desde los colectores hasta el cuarto mecánico
- Instrumentación para el control y monitorización de la instalación de intercambio geotérmico.

GIMNASIO

- Instalación de una batería de frío en la UTA que calienta esta sala para refrigerarla en verano.
- Hacer pequeñas modificaciones en la red de tuberías para permitir este uso dual.

II.MEMORIA

SALA DE BAILES

- Hacer pequeñas modificaciones en la red de tuberías para permitir el uso de calefacción y refrigeración en el sistema existente.

PABELLON

- Sustitución de los fancoils antiguos debido a la imposibilidad de usarlos como sistema de refrigeración por 6 nuevos de la marca **WOLF** modelo **TLHK 63** ;estos con posibilidad de usarlos en modo refrigeración y calentamiento.
- Modificaciones del sistema de tuberías antiguo para hacer posible el uso de los dos sistemas en una sola red de tuberías.

II.MEMORIA

Capítulo 3: Perforaciones Geotérmicas.

II.MEMORIA

3. PERFORACIONES GEOTERMICAS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

Debido a la imposibilidad de hacer un **test de respuesta térmica en el terreno** (ver ANEXO 1) se opta por hacer una aproximación de las características del terreno mediante mapas del instituto tecnológico geominero de España

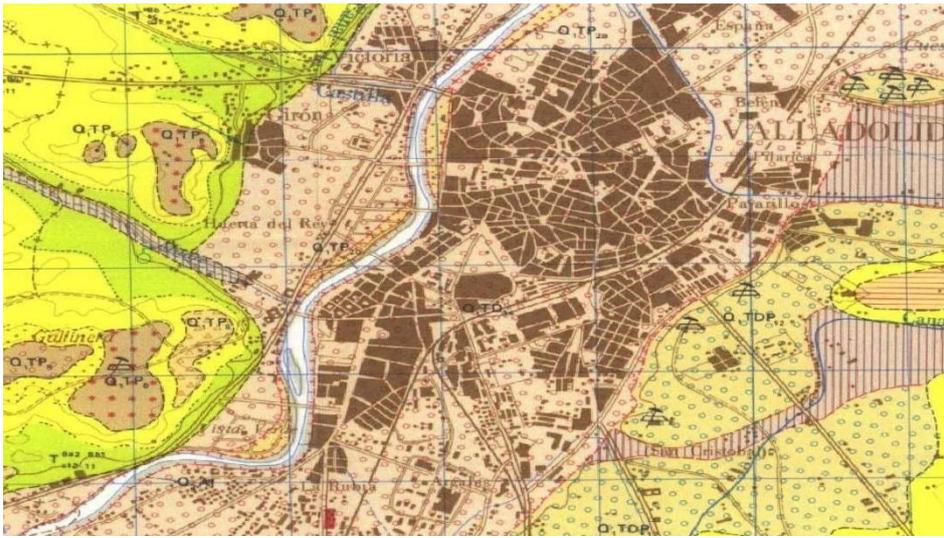


Figura 3.1. Mapa geominero de la ciudad de Valladolid

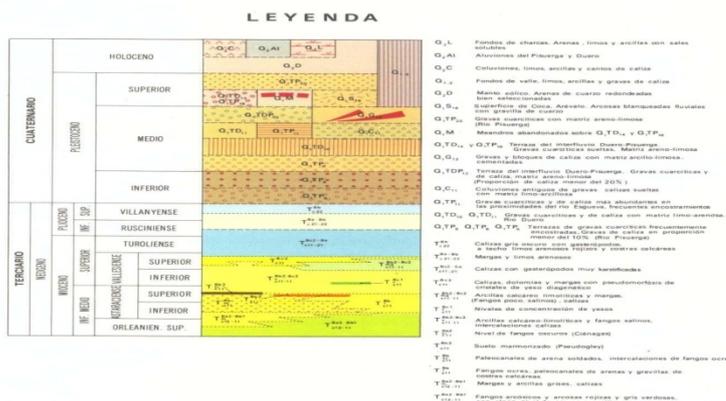


Figura 3.2. Leyenda del mapa Geominero

II.MEMORIA

El terreno que tenemos en la zona es de **caliza en forma de marga**, aunque sabemos que por la magnitud del proyecto siempre conviene hacer estudios más exhaustivos con catas y test de respuestas térmicas.

Las características del terreno se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3.1: caracterización térmica del terreno.

Temperatura del terreno [°C]	15,2
Conductividad térmica del terreno [w/mK]	2,2
Capacidad térmica del terreno [MJ/Km ³]	2,3

3.2. PERFORACIONES A REALIZAR

La solución proyectada requiere la perforación de 4294.4 m.de sondeos situados en la zona exterior de las edificaciones.

El dimensionamiento del circuito geotérmico se ha realizado con la aplicación informática GEO2, perteneciente a la empresa CIATESA

Debido a la descompensación entre la extracción de calor del terreno y su devolución a lo largo del año, se ha optado por maximizar la luz entre los puntos de perforación a 6 m. para evitar saturar tan rápidamente el terreno debido al déficit de recarga artificial que va a recibir.

La situación de los puntos elegidos se puede observar en la siguiente figura

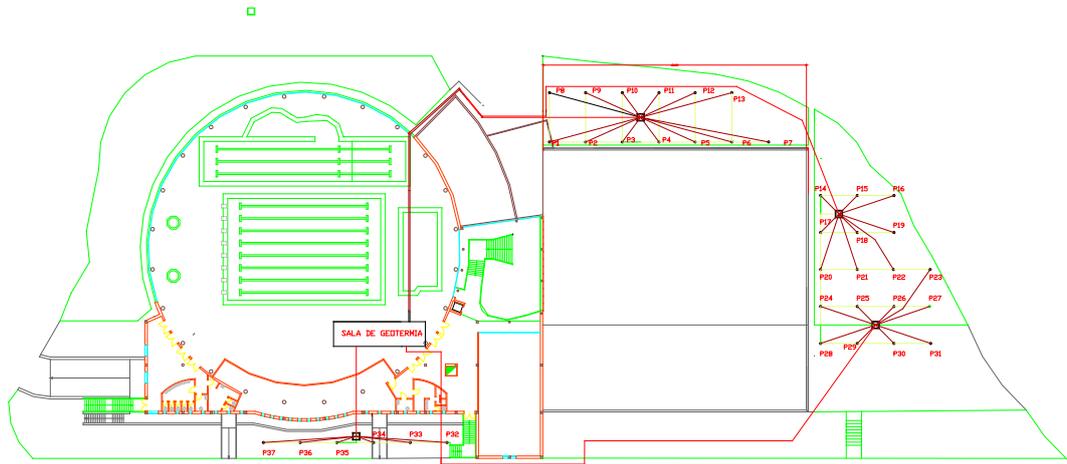


Figura 3.3. Situación de las perforaciones

Se puede ver más detalladamente en el **PLANO 7**

A continuación se exponen las fichas resumen de las perforaciones. Cada origen de referencia de las perforaciones viene especificado en el plano de implantación de perforaciones.

II.MEMORIA

MODELO DE FICHA RESUMEN DE LA INSTALACION PISCINA GRANDE

Nº DE REGISTRO:

1. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre y Apellidos:	F.M.D.				
NIF/CIF:					
Domicilio (calle/plaza):	C/ Joaquín Velasco Martín, 9				
Nº:					
Código Postal:	47014	Localidad:	VALLADOLID	Provincia:	VALLADOLID
Teléfono:	983 426 305	Fax:		Correo electrónico:	

2. EMPLAZAMIENTO Y DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Domicilio (calle/plaza):	PADRE LLANOS	Nº:	S/N		
Código Postal:	47014	Localidad:	VALLADOLID	Provincia:	VALLADOLID
Destino (vivienda, nave industrial, edificio, etc.):	EDIFICIO OCIO				
Marca de la Bomba de Calor:	CIATESA				
Modelo:	2 x DYNACIAT 240 V	Potencia (kW):	2x80.63		

3. DATOS DE LA EMPRESA INSTALADORA

Nombre y Apellidos o Razón Social:	NIF/CIF:				
Domicilio (calle/plaza):	Nº:				
Código Postal:	Localidad:	Provincia:			
Teléfono:	Fax:	Correo electrónico:			

II.MEMORIA

4. CARACTERÍSTICAS DE LA PERFORACIÓN

Empresa Perforadora:	NIF/CIF:	
Domicilio (calle/plaza):	Nº:	
Código Postal:	Localidad:	Provincia:
Teléfono:	Fax:	Correo electrónico

Perforación	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z	Profundidad(m)	Perforación	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z	Profundidad(m)
P14	0	0	0	125.65	P23	18	12	0	125.65
P15	6	0	0	125.65	P24	0	18	0	125.65
P16	12	0	0	125.65	P25	6	18	0	125.65
P17	0	6	0	125.65	P26	12	18	0	125.65
P18	6	6	0	125.65	P27	18	18	0	125.65
P19	18	6	0	125.65	P28	0	24	0	125.65
P20	0	12	0	125.65	P29	6	24	0	125.65
P21	6	12	0	125.65	P30	12	24	0	125.65
P22	12	12	0	125.65	P31	18	24	0	125.65

Distancia mínima entre la perforación y la vivienda, edificio, nave, etc.:1.5	
Tipo de relleno de las perforaciones: GRAVA GRANULADA	
Fecha de inicio de obras: 13/10/ 2012	Plazo de ejecución:1

5. ANTICONGELANTE

Tipo de anticongelante: PROPILENGLICOL	Cantidad (litros):195,2+196,6
Dilución de la mezcla (%): 20	Longitud total de colectores (m): 2261

6. DOCUMENTACION ANEJA

<input type="checkbox"/> Plano de situación
<input type="checkbox"/> Plano de localización de las perforaciones a escala 1:500 ó 1:1000

II.MEMORIA

MODELO DE FICHA RESUMEN DE LA INSTALACION PISCINA MEDIANA

Nº DE REGISTRO:

7. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre y Apellidos:	F.M.D.				
NIF/CIF:					
Domicilio (calle/plaza):	C/ Joaquín Velasco Martín, 9				
Nº:					
Código Postal:	47014	Localidad:	VALLADOLID	Provincia:	VALLADOLID
Teléfono:	983 426 305	Fax:		Correo electrónico:	

8. EMPLAZAMIENTO Y DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Domicilio (calle/plaza):	PADRE LLANOS	Nº:	S/N		
Código Postal:	47014	Localidad:	VALLADOLID	Provincia:	VALLADOLID
Destino (vivienda, nave industrial, edificio, etc.):	EDIFICIO OCIO				
Marca de la Bomba de Calor:	CIATESA				
Modelo:	DYNACIAT LGP300V	Potencia (kW):	106.91		

9. DATOS DE LA EMPRESA INSTALADORA

Nombre y Apellidos o Razón Social:	NIF/CIF:				
Domicilio (calle/plaza):	Nº:				
Código Postal:	Localidad:	Provincia:			
Teléfono:	Fax:	Correo electrónico:			

II.MEMORIA

10. CARACTERÍSTICAS DE LA PERFORACIÓN

Empresa Perforadora:	NIF/CIF:	
Domicilio (calle/plaza):	Nº:	
Código Postal:	Localidad:	Provincia:
Teléfono:	Fax:	Correo electrónico

Perforación	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z	Profundidad(m)	Perforación	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z	Profundidad(m)
P1	0	0	0	104.56	P8	0	5	0	104.56
P2	6	0	0	104.56	P9	5	5	0	104.56
P3	12	0	0	104.56	P10	10	5	0	104.56
P4	15	0	0	104.56	P11	15	5	0	104.56
P5	20	0	0	104.56	P12	20	5	0	104.56
P6	25	0	0	104.56	P13	25	5	0	104.56
P7	30	0	0	104.56					

Distancia mínima entre la perforación y la vivienda, edificio, nave, etc.:1.5	
Tipo de relleno de las perforaciones: GRAVA GRANULADA	
Fecha de inicio de obras: 13/10/ 2012	Plazo de ejecución:1 mes

11. ANTICONGELANTE

Tipo de anticongelante: PROPILENGLICOL	Cantidad (litros):184.2
Dilución de la mezcla (%): 20	Longitud total de colectores (m): 1359

12. DOCUMENTACION ANEJA

<input type="checkbox"/> Plano de situación
<input type="checkbox"/> Plano de localización de las perforaciones a escala 1:500 ó 1:1000

II.MEMORIA

MODELO DE FICHA RESUMEN DE LA INSTALACION PISCINA PEQUEÑA

Nº DE REGISTRO:

13. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre y Apellidos:	F.M.D.				
NIF/CIF:					
Domicilio (calle/plaza):	C/ Joaquín Velasco Martín, 9				
Nº:					
Código Postal:	47014	Localidad:	VALLADOLID	Provincia:	VALLADOLID
Teléfono:	983 426 305	Fax:		Correo electrónico:	

14. EMPLAZAMIENTO Y DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Domicilio (calle/plaza):	PADRE LLANOS	Nº:	S/N		
Código Postal:	47014	Localidad:	VALLADOLID	Provincia:	VALLADOLID
Destino (vivienda, nave industrial, edificio, etc.):	EDIFICIO OCIO				
Marca de la Bomba de Calor:	CIATESA				
Modelo:	DYNACIAT 150 V		Potencia (kW): 53.45		

15. DATOS DE LA EMPRESA INSTALADORA

Nombre y Apellidos o Razón Social:	NIF/CIF:				
Domicilio (calle/plaza):	Nº:				
Código Postal:	Localidad:	Provincia:			
Teléfono:	Fax:	Correo electrónico:			

II.MEMORIA

16. CARACTERÍSTICAS DE LA PERFORACIÓN

Empresa Perforadora:	NIF/CIF:	
Domicilio (calle/plaza):	Nº:	
Código Postal:	Localidad:	Provincia:
Teléfono:	Fax:	Correo electrónico

Perforación	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z	Profundidad(m)	Perforación	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z	Profundidad(m)
P32	0	0	0	113.73	P35	18	0	0	113.73
P33	6	0	0	113.73	P36	24	0	0	113.73
P34	12	0	0	113.73	P37	30	0	0	113.73

Distancia mínima entre la perforación y la vivienda, edificio, nave, etc.:1.5	
Tipo de relleno de las perforaciones: GRAVA GRANULADA	
Fecha de inicio de obras: 13/10/ 2012	Plazo de ejecución:1

17. ANTICONGELANTE

Tipo de anticongelante: PROPILENGLICOL	Cantidad (litros):73.4
Dilución de la mezcla (%): 20	Longitud total de colectores (m): 682

18. DOCUMENTACION ANEJA

<input type="checkbox"/> Plano de situación
<input type="checkbox"/> Plano de localización de las perforaciones a escala 1:500 ó 1:1000

3.3.. TIPO DE PERFORACIÓN

La perforación se realizará mediante el empleo de sistema de Rotación con Circulación Directa y lodos. La elección del tipo de perforación se puede ver en el ANEXO 2

Se deberán prever los mecanismos adecuados: balsas de ripios, contenedores, bombes, con el fin de permitir la separación del agua y el secado del ripio extraído, previo a su empleo como relleno en obra o a su traslado a vertedero autorizado.

3.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS PERFORACIONES

Las perforaciones se situaran en las zonas exteriores de las edificaciones ;un terreno con césped sin ningún uso salvo el estético.

El campo de sondeos se dividirá en 3 sectores, correspondientes a las 3 piscinas que se pretende calentar.

El diámetro de perforación será ≤ 150 mm. La zona superior deberá perforarse con un diámetro superior para permitir la instalación de la tubería de emboquille hasta aproximadamente los 3 m de profundidad que impida la entrada al sondeo de ripios o cualquier otro elemento desde la superficie de trabajo.

El método de perforación será el de rotación con circulación directa y lodos debido al terreno inestable que nos podemos encontrar. La elección y características del método de perforación lo podemos ver el **ANEXO 2**

II.MEMORIA

Capítulo 4:Descripción del sistema
Geotérmico

4. DESCRIPCION DEL SISTEMA GEOTERMICO.

Dentro del esquema general de una instalación geotérmica se distinguen:

- ✓ La zona de captación: compuesta por el conjunto de sondas de captación y los colectores de ida y retorno de captación donde confluyen las mismas.
- ✓ Las bombas de calor geotérmicas: actúan como una bomba de calor convencional usando el agua proveniente de las sondas en el circuito primario para la condensación o evaporación.
- ✓ La zona de consumo: se compone de los distintos elementos de climatización y/o consumo de agua para las piscinas.

4.1 SONDAS DE CAPTACION.

El polietileno (PE) y polibutileno (PB) son los materiales más comunes en los intercambiadores de calor enterrados.

Ambos son flexibles a la vez que resistentes y pueden unirse mediante fusión por calor para formar empalmes más fuertes que el tubo mismo.

En el **ANEXO 3** vienen explicadas las características de estos materiales y el motivo de la elección del polietileno como material

Las sondas de captación están formadas por dos tubos continuos de polietileno unidos mediante una pieza en forma de "U" electrosoldada en su extremo.

Estarán ubicadas dentro de prospecciones verticales (pozos), de unos 150 mm de diámetro y a una profundidad de unos 150 m

En función del tipo de terreno puede ser necesario envainar parte del pozo para asegurar su estabilidad.

Se ubicarán dos sondas dentro del mismo pozo para incrementar su rendimiento, un 40 % superior a la de la sonda simple.; esta configuración es la llamada de doble U.

Para facilitar la introducción de las sondas en los pozos se engancha un peso al extremo de las sondas que queda ubicado al final del pozo

Una vez colocados los intercambiadores verticales, se rellenará el espacio anular libre de las perforaciones con grava hasta el metro - 5 bajo rasante.

II.MEMORIA

La elección del tipo de relleno se basó en un artículo de Ciatesa donde estudiaban el comportamiento de los dos tipos de rellenos más usuales en geotermia: la bentonita y la grava. Ese estudio se puede ver en el **ANEXO 4** del proyecto.

Entre el metro - 5 hasta el -1 se rellenará con un mortero de arena silíceica con cemento.

Desde el metro -1 hasta la cota del emboquille se rellenará posteriormente una vez realizado el tendido de las conducciones horizontales en las zanjas que se excaven.

En el siguiente esquema podemos ver un esquema de las sondas de captación:

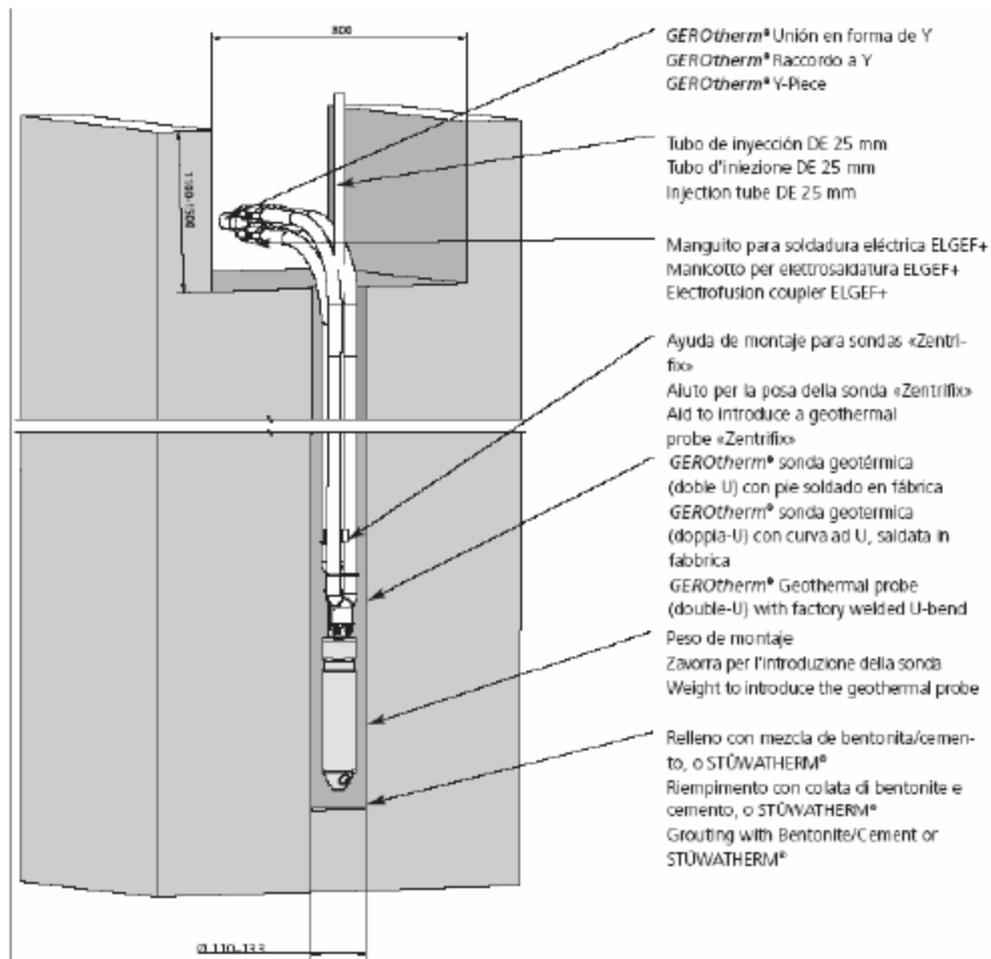


Figura 4.1.esquema de sonda de captación

4.2 COLECTORES GEOTERMICOS.

Son los encargados de recoger el fluido caliente que vienen de las sondas de captación, para llevarlo a la bomba geotermia y de distribuir el fluido que regresa de la bomba geotérmica hacia las sondas.

Están formadas por módulos de polietileno y conexiones mediante termofusión o rosca según necesidades para los terminales de las sondas y la tuberías de ida y de retorno hacia la bomba. Dispone de orificios con rosca 1/2" para alojamiento de termómetro, purgador u otros accesorios.

Un ejemplo de colector geotérmico en arqueta de mampostería lo podemos ver en la siguiente figura:



Figura 4. 2. Colector geotérmico

Entre la boca de las perforaciones y la cámara de colectores se realizarán zanjas para cada uno de los 3 sectores para alojar las conducciones enterradas en Polietileno 100 PN25 Ø16 Todas las uniones hasta la arqueta de colectores correspondiente se realizarán mediante soldadura con manguito *socket*.

Se colocarán 4 arquetas de mampostería ,una por cada circuito geotermico , donde se dispondrán los distribuidores de impulsión y retorno con los dispositivos de seccionamiento, regulación y control precisos para cada uno de los sectores.

En el interior de estas cámaras quedarán instalados, el desaireador, la válvula de seguridad, el vaso de expansión, elementos de seccionamiento, caudalímetro, etc.

II.MEMORIA

4.3 CONDUCCIONES HORIZONTALES.

Las conducciones horizontales, tendidas sobre el terreno a poca profundidad, que completan el circuito cerrado

Son los encargados de distribuir el fluido caloportador hasta las cámaras de registro, donde están los colectores y la conducción hasta la bomba de calor en el edificio.

Son elementos ajenos a la sonda y no forman parte de ella. Su misión no es captar o inyectar calor del/al terreno, sino transportarlo.

Estas conducciones horizontales tendrán una pendiente ascendente del 1% desde el emboquille del sondeo hasta las arquetas de colectores.

El trazado se ejecutará evitando cualquier posible acumulación de aire en el mismo

Se colocarán purgadores seccionados mediante válvula de bola en todos los puntos altos de la conducción para evitar esa posible acumulación de aire.

En el pliego de condiciones específicas se presentan las especificaciones técnicas para la ejecución de las conducciones

Estas conducciones horizontales serán de tubería de **polietileno 80 PN10 Ø50**.

Estas tuberías se conducirán hasta las bombas de calor, situadas en el sótano de la piscina.

Todas las conducciones estarán debidamente aisladas en los pasamuros y cruces con elementos estructurales, así como en los paralelismos con estos elementos con separaciones de menos de 0,80 m

Una vez realizada la instalación, y las pruebas hidráulicas necesarias, se procederá al relleno de las zanjas con arena y material seleccionado de la excavación o ripio de los sondeos evitando cualquier daño a las conducciones.

II.MEMORIA

Se señalarán las conducciones de polietileno mediante una cinta de color llamativo colocada 20 cm por encima de la generatriz superior.

4.4 BOMBAS DE CALOR GEOTERMICAS.

Se opta por cuatro bombas de calor geotérmicas agua/agua no reversibles.

Dos de las bombas se utilizaran en paralelo para la producción de agua caliente de la piscina grande y las otras dos son independientes y sirven para calentar el agua de la piscina mediana y pequeña.

Como se trabaja en modo calor todo el frío a intercambiar en el evaporador se aprovecha para generar frío gratis en las salas que lo requieran.

De esta manera al aprovechar ese frio varios meses al año, introducimos la mezcla de anticongelante y agua en las sondas geotérmicas a más temperatura de la de diseño, por lo que tenemos 2 grandes ventajas:

- ✓ Aumento de la eficiencia de la bomba de calor ya que la temperatura de llegada al evaporador será más alta y el salto térmico menor.
- ✓ Ayuda a regenerar artificialmente el terreno o al menos a no degenerarlo tanto,; la saturación y bajada del COP a lo largo de los años será menor.

Las bombas geotérmicas serán de la marca CIATESA .Sus modelos y número vienen en la siguiente tabla:

Tabla 4.1.características de las bombas geotérmicas

II.MEMORIA

PISCINA	Nº DE BOMBAS	MODELO	POTENCIA CALORIFICA NETA[Kw]
GRANDE	2	LGP 240 V	80,63
MEDIANA	1	LGP 300 V	106,91
PEQUEÑA	1	LGP 150 V	53,45

La bomba geotérmica LGP 300 V tiene una potencia neta de 106,91 kW, con refrigerante R410A (1720), constituido por un compresor tipo SCROLL hermético 2900 tr/mm con potencia sonora de 73 dB.

La bomba geotérmica LGP 240 V tiene una potencia neta de 80,63 kW, con refrigerante R410A (1720), constituido por un compresor tipo SCROLL hermético 2900 tr/mm con potencia sonora de 70 dB.

La bomba geotérmica LGP 150 V tiene una potencia neta de 53,45 kW, con refrigerante R410A (1720), constituido por un compresor tipo SCROLL hermético 2900 tr/mm con potencia sonora de 70 dB.

El resto de especificaciones de las bombas, características y dimensiones se pueden **ver en el ANEXO 5.**

4.5.BOMBAS CENTRIFUGAS NECESARIAS EN EL SISTEMA GEOTERMICO.

II.MEMORIA

El programa GEO2 ya nos calcula las pérdidas de carga debida a las tuberías y a los accesorios que tenemos en la red de tuberías.

A estas pérdidas de cargas, debido al sistema de sondas, colector y tuberías horizontales hasta la bomba de calor geotermica, hay que añadir las pérdidas provocadas en los intercambiadores de placas y algún accesorio (válvulas,codos...) que se encuentren en el **sistema de refrigeración**.

Las bombas necesarias,de la marca GRUNDFOS son:

Tabla 4.2.eleccion de las bombas centrifugas.

BOMBA GEOTERMICA	BOMBA CENTRIFUGA
LGP 240	GRUNDFOS CRN 10-16 A-CA-G-V HQQV
LGP 240	GRUNDFOS CRN 10-16 A-CA-G-V HQQV
LGP 300	GRUNDFOS CR 15-14 A-F-A-V HQQV
LGP 150	GRUNDFOS CRN 10-22 A-P-G-V HQQV

4.6.ANTICONGELANTE.

Usaremos agua con una mezcla al 20 % de propilenglicol en el circuito geotermico.Se preveen unas necesidades de anticongelante de **631.4** litros.

La determinacion de la concentracion de este se puede ver en la parte **2.9** de **CALCULOS**

4.7 AISLAMIENTO TUBERIAS DE COLECTOR.

Necesitaremos **194 m.** de un aislamiento de un espesor de **45 mm** de la coquilla de lana de roca.

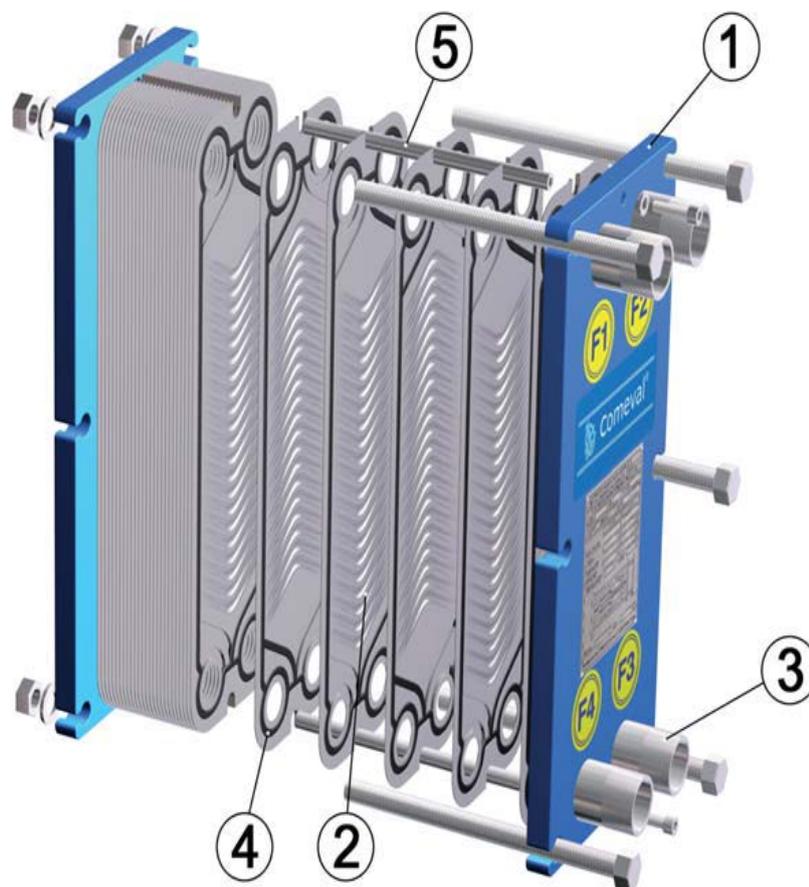
4.8. INTERCAMBIADORES DE PLACAS NECESARIOS PARA EL SISTEMA DE REFRIGERACION PASIVA.

Los intercambiadores de placas se usan para transmitir la energía térmica de un fluido a otro.

Los intercambiadores de placas consisten en un conjunto de placas preformadas con unos canales en disposición paralela por donde circulan los fluidos. Estas placas están montadas sobre un bastidor de acero y dos placas de acero sujetadas por espárragos de apriete que compactan las placas.

Cada placa dispone de 4 bocas por donde circulan los fluidos en paralelo mientras que un fluido es conducido por las placas pares y el otro por las impares consiguiendo así el necesario intercambio de calor entre ambos.

Las placas están separadas por juntas de estanqueidad de caucho, facilitando en este caso el mantenimiento de las mismas. También se pueden ofrecer intercambiadores con placas soldadas sin juntas, siendo más competitivos pero no siendo posible el mantenimiento.



II.MEMORIA

Nº	Parte	Material
1	Bastidor	Acero Carbono (pintado) EPOXI
2	Placas	Acero Inoxidable AISI 316
3	Conexiones roscadas	Acero Inoxidable AISI 316
4	Juntas	NBR ó EPDM
5	Guías	Placas Acero Inox

Figura 4.3. Esquema de un intercambiador de placas

En nuestro caso queremos refrigerar gratuitamente unas zonas determinadas de la instalación gracias a las bajas temperaturas de la mezcla agua propilenglicol que sale del condensador de las bombas de calor geotermicas.

Usaremos intercambiadores de placas planas de la marca GEA cuyos modelos y numeros de placas necesarias son:

BOMBA	MODELO PLACA	NUMERO DE PLACAS
LGP300	GEA WP525M	50
LGP 240	GEA WP525M	50
LGP 240	GEA WP525M	50
LGP 150	GEA WP525M	40

Las placas necesarias con las características mas importantes de entrada y salida de los fluidos son:

BOMBA	TEMPERATURA ENTRADA PRIMARIO[°C]	TEMPERATURA SALIDA PRIMARIO[°C]	TEMPERATURA ENTRADA SECUNDARIO[°C]	TEMPERATURA SALIDA SECUNDARIO[°C]
LGP300	-4	6.82	10	5
LGP 240	-4	6.82	10	5
LGP 240	-4	6.82	10	5
LGP 150	-4	6.82	10	5

II.MEMORIA

4.9. VASOS DE EXPANSION DEL CIRCUITO ENTRE SONDAS Y BOMBA DE CALOR GEOTERMICA.

El dimensionamiento se hace en el apartado 2.8 de la seccion **CALCULOS**.

Los resultados obtenidos son :

CIRCUITO-BOMBA	VOLUMEN TOTAL DEL VASO DE EXPANSION[I]
LGP 240[P14,P22]	14,05914901
LGP240[P22,P31]	12,92181045
LGP 300[P1,P13]	13,30549093
LGP150[P32,P37]	5,714098575

Escogeremos unos vasos de expansion marca IBAIONDO con capacidad para 18 litros modelo 18 CMR para los circuitos de las bombas LGP 240 y LGP 300

Para el circuito de la bomba LGP 150 escogemos otro vaso,de la misma marca,modelo 8CMR ,

II.MEMORIA

Capítulo 5: Descripción del sistema de refrigeración pasiva

II.MEMORIA

5. REFRIGERACION PASIVA.

Aprovechamos las bajas temperaturas con que sale la mezcla de agua con anticongelante del evaporador para obtener agua fría que nos sirva para refrigerar zonas que lo necesitan en ciertas épocas del año.

5.1. DESCRIPCION DE SISTEMA

La mezcla de agua con propilglicol del sistema de geotermia regresa a las sondas a una temperatura aproximada de -4°C , donde al pasar por ellas absorbe calor de la tierra.

Podemos utilizar esas temperaturas de salida de la mezcla, para en determinadas épocas del año, refrigerar zonas gratuitamente, con el único coste de la energía consumida por las bombas de recirculación.

5.2. DESCRIPCION DE LAS UNIDADES TERMINALES DE LAS ZONAS QUE QUEREMOS REFRIGERAR.

A continuación describimos los sistemas que tenemos en las instalaciones de estudio.

Tabla 5.1.Elementos terminales actuales

	TERMINAL	Nº DE TERMINALES
PABELLON	FANCOILS	6
GIMNASIO	UTA	1
SALA DE BAILES	FANCOIL	1

Las características de las unidades terminales son:

Tabla 5.2.caracteristicas de los terminales actuales

INSTALACION	MODELO	POTENCIA FRIGORIFICA[kW]	POTENCIA CALORIFICA[kW]
PABELLON	-	-	50

II.MEMORIA

GIMNASIO	WOLF KG 40	30
SALA DE BAILES	WOLF KG 20	20.4

El gimnasio tiene una UTA situado en la cubierta de la instalación de la marca Wolf, modelo KG 40 con una batería de calor que proporciona una potencia calorífica de 30 kW

La sala de bailes tiene un fancoil situado en el doble techo que proporciona una potencia frigorífica de 20,4 kW, y que solo se utiliza para la calefacción de la habitación.

El pabellón tiene seis aerotermos para calentar la pista y las zonas comunes, de marca desconocida, que proporcionan 50 kW de potencia calorífica a 5500 r.p.m

5.3. REFRIGERACION DE LOS LOCALES DEL COMPLEJO.

5.3.1. REFRIGERACION PASIVA EN EL GIMNASIO.

Como ya hemos visto anteriormente la zona del gimnasio está climatizada por una UTA de la marca WOLF modelo KG40 situado en el tejado de la instalación y que de una batería de calor.

Necesitamos una batería de frío que aporte una potencia de refrigeración de unos 30 kW mediante la circulación de agua a 5°C proveniente del sistema de refrigeración pasiva de los condensadores de las bombas geotérmicas.

La solución más idónea sería la **batería número 8**, con una temperatura de entrada y de salida del agua de 5/10, con una entrada de aire del exterior de 32°C , un caudal de aire de entrada de 3200 m³/h a 8,9°C y que nos proporciona una potencia de refrigeración de 35,5 kW

Utilizaremos el mismo circuito que hay en el circuito de calefacción, con la introducción de dos válvulas motorizadas que desvíen el flujo de agua hacia el depósito de inercia de refrigeración.

El principio de funcionamiento viene explicado en la figura 5.1

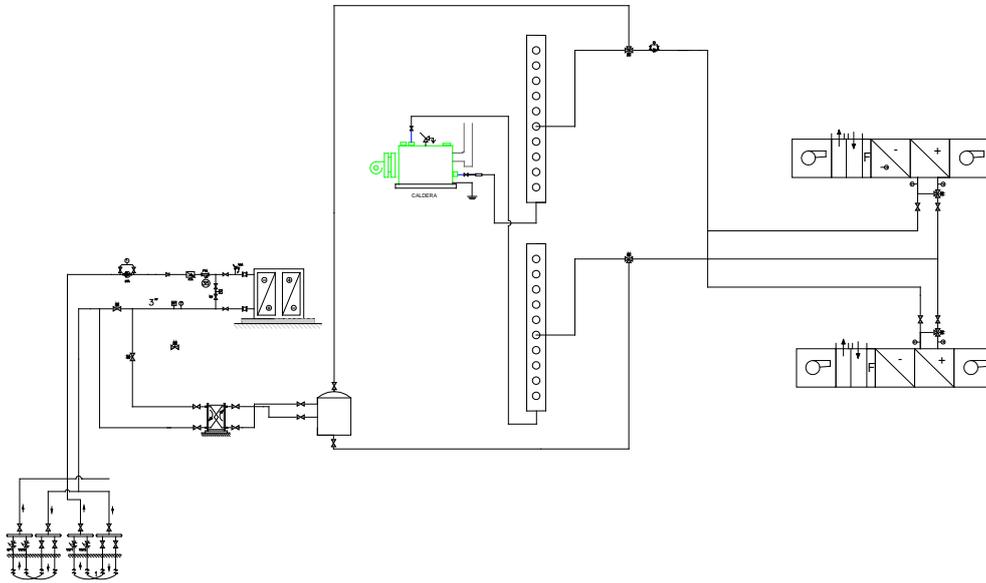


Figura 5.1.esquema de funcionamiento de gimnasio con refrigeración pasiva

Las características de la batería de frío están en el **ANEXO 13**

5.3.2. REFRIGERACION PASIVA DEL PABELLON

Los fancoils del pabellón tiene una potencia de 50 kW en modo calefacción a 5500 r.p.m .Si lo intentáramos utilizar en modo refrigeración tendríamos varios problemas:

- ✓ La potencia de refrigeración sería sensiblemente inferior a los 50 kW de calefacción, por lo que no conseguiríamos lograr la climatización deseada.
- ✓ No tenemos bandeja de condensados, habría que comprarlas y hacer las obras necesarias.
- ✓ Las grandes revoluciones de estas máquinas en el modo de refrigeración podría provocar el arrastre de las gotas que condensan en la unidad, con los problemas que ello puede conllevar.

A la vista de estos puntos, optamos por la compra de 6 aerotermos de la marca Wolf, modelo TLHK 63 cuyas características están en el **ANEXO 6**

II.MEMORIA

Conservaremos los accesorios de fijación ya que tienen un peso y dimensión muy parecidos.

Utilizaremos la misma bomba centrífuga **Wilo Top S65** que tiene potencia suficiente

Introduciremos un nuevo circuito desde la sala de geotermia hasta la sala de máquinas del pabellón, ya que el circuito existente distribuye el fluido calorportador tanto a los aerotermos de la zona común, a los aerotermos y radiadores de la zona de vestuarios, así como para la obtención de ACS del Pabellón; por ello no podemos utilizar ese circuito en momentos en que necesitemos refrigerar, ya que siempre estará siendo utilizado para la obtención del ACS.

Para la refrigeración, con unas condiciones de entrada de agua de 5°C y unas condiciones ambientales exteriores de 32°C y un 40% de humedad relativa, obtenemos en las tablas una potencia de **22,2 kW** de cada aerotermo, con un caudal de aire de 2640 m³/h y 550 r.p.m.

Para esta refrigeración necesitaremos la instalación de 175 metros de tuberías de propilenoetileno de diámetro DN80 aisladas mediante aislante KKplus de la marca KAIMANN de 6 mm de espesor, conectada desde el depósito de inercia hasta la sala situada en el pabellón, donde se unirá a la bomba y al circuito de los fancoils

Para ello instalamos en las conducciones verticales que vuelven al colector, una ramificación con dos válvulas de tres vías motorizadas,

El principio de funcionamiento viene dado en la figura 5.2.

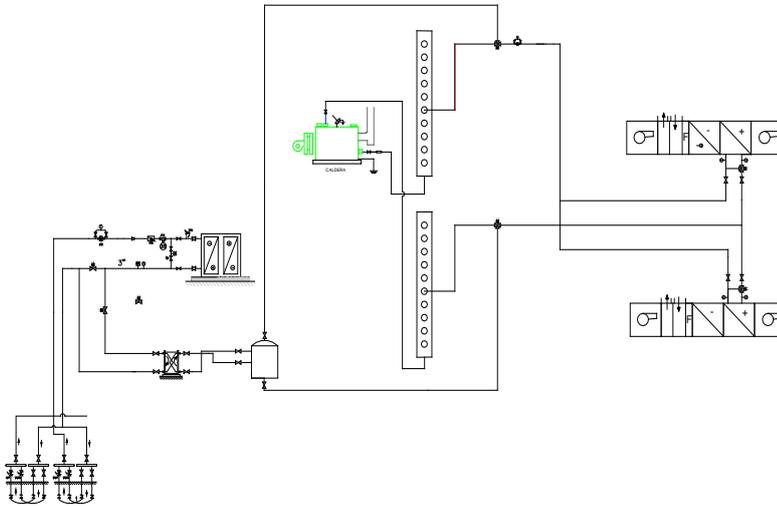


Figura 5.2. Esquema de funcionamiento del pabellón con refrigeración pasiva

5.3.3. REFRIGERACION PASIVA DE LA SALA DE BAILES.

En este caso se vio que la UTA, situada en el doble techo tiene una batería de refrigeración que se está usando únicamente para calentar la sala.

La potencia de esa batería es de unos 18 kW, aunque menor que lo calculado, estos cálculos siempre se hacen con un índice de seguridad y en el momento más adverso. Está bastante sobredimensionado para desechar esta batería y comprar otra.

El esquema de funcionamiento viene explicado en la figura 5.3.

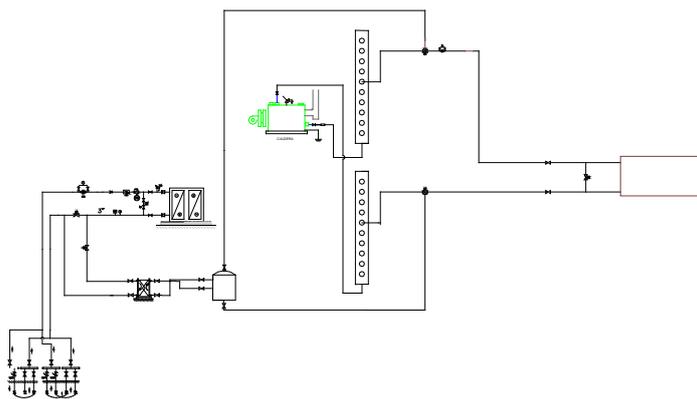


Figura 5.3. Esquema de funcionamiento del pabellón con refrigeración pasiva

5.4. AISLAMIENTO EN EL CIRCUITO DE REFRIGERACION.

Las tuberías que sirven en la actualidad para calefacción y que se aprovecharán para refrigerar ya tienen un aislamiento que impide el problema de condensaciones

Usaremos aislamientos de la marca KAIMANN cuyo modelo, espesor y longitud necesaria son:

Tabla 5.3. Aislamiento de circuito de refrigeración.

TUBERIAS	DIAMETRO[mm]	ESPESOR[mm]
PABELLON	50	30
GIMNASIO	32	20
SALA DE BAILES	32	20

5.5. AISLAMIENTO CONDUCTOS DE AIRE DEL GIMNASIO.

Necesitaremos un aislamiento en los conductos con un espesor de **30 mm** y un $K=0.04 \text{ W/mK}$

II.MEMORIA

5.6. DEPOSITO DE INERCIA DE REFRIGERACION.

Elegiremos una deposito de inercia de la marca **IBAIONDO** de 2000 litros de capacidad modelo 2000 AR-A.,presion maxima de 6 Bar , y unas dimensiones de 1360x2500 mm

5.7.BOMBA CENTRIFUGA ENTRE DEPOSITO DE INERCIA Y PLACAS DE INTERCAMBIO.

La bomba elegida es una **GRUNDFOS TPED 65** cuyas características se dan en la tabla **4.14.** del capítulo 4 de CALCULOS.

5.8.DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES DE LA INSTALACION.

5.8.1.PURGADOR Y DESAIREADOR

El purgador tiene como función evacuar los gases contenidos en el fluido caloportador, los cuales pueden dar lugar a la formación de bolsas que impiden la correcta circulación del fluido, además de provocar corrosiones. Para su correcto funcionamiento hay que colocar el purgador en el punto más alto de la instalación.

El desaireador asegura que los gases disueltos en el líquido sean evacuados hacia el exterior por el purgador. La forma más sencilla de lograrlo es haciendo que la fuerza centrífuga lance el agua hacia las paredes, mientras que el aire al ser más ligero se acumula en el centro y asciendo a través del mismo, siendo evacuado por el purgador que está situado en la parte superior.



Imagen 5.1.desaireador con purgador incorporado

5.8.2.DESFANGADOR CIRCUITO DE GEOTERMIA.

Los purgadores de aire y desfangadores se emplean para eliminar de modo continuo el aire y las impurezas contenidos en los circuitos hidráulicos de las instalaciones de climatización.

El purgador de aire y desfangador se vale de la acción combinada de varios principios físicos.

La parte activa consiste en un conjunto de superficies metálicas reticulares dispuestas en radio. Estos elementos crean movimientos vortiginosos que favorecen la liberación de las microburbujas y su adhesión a las mallas. Las burbujas se unen entre sí y aumentan de volumen hasta que el empuje hidrostático vence la fuerza de adhesión a la estructura. Entonces ascienden hacia la parte superior del dispositivo, desde la cual se expulsan por una válvula automática de purga de aire provista de boya. Las impurezas presentes en el agua, al chocar contra las superficies metálicas del elemento interno, se separan y precipitan en la parte inferior del cuerpo de la válvula.



Figura 5.2.desfangador con separador de aire

II.MEMORIA

5.8.3.MANÓMETROS

Son los encargados de dar el valor de la presión en el circuito, en kg/cm² o en metros de columna de agua. En este último caso son hidrómetros.

La escala de los mismos suele estar comprendida entre 0 y 6 kg/cm², si bien no debe llegarse a tales presiones debido a que elementos del circuito, como puedan ser los colectores o el depósito de expansión, no suelen soportar presiones mayores de los 4 kg/cm²



Figura 5.3.Manometro

5.8.4.TERMÓMETROS Y TERMOSTATOS

Los termómetros son los encargados de calcular la temperatura del fluido. Los termostatos a su vez son los encargados de transformar una lectura de temperatura en una señal eléctrica que ponga en funcionamiento un determinado mecanismo.

Ambos se pueden clasificar en dos tipos: de contacto e inmersión. Entre los primeros encontramos los de abrazadera los cuales se colocan en contacto con la tubería a través de la citada pieza. Los de inmersión en cambio van introducidos en una vaina que se coloca en el interior de la tubería, con lo que su fiabilidad es mucho mayor al ser el contacto con el fluido mucho más directo.

5.8.5.VÁLVULAS DE PASO

Son los elementos encargados de interrumpir total o parcialmente el paso del fluido a través de las conducciones. Los diferentes tipos de las válvulas son de asiento, compuerta, de bola o esfera y de mariposa:

Las válvulas de asiento poseen como elemento obturador un disco que se cierra sobre su asiento. Produce pérdidas de carga importantes, y se utilizan para regular el caudal.

II.MEMORIA

Las válvulas de compuerta tienen un elemento obturador formado por una cuña (figura 3.11). Este tipo de válvulas se utiliza como órgano de cierre y nunca como elemento de regulación.

Las válvulas de mariposa constan de un disco que hace de obturador, y provocan una pequeña pérdida de carga.

Las válvulas de bola o esfera se basan en un elemento obturador formado por una bola de acero inoxidable, la cual posee un orificio del mismo diámetro que la tubería en la que se coloca, por lo que la pérdida de carga es mínima cuando están abiertas (figura 3.12).



Figura 5.5. Válvula de compuerta



Figura 5.6. Válvula de bola

5.8.6.VÁLVULAS DE CORTE

También se incluyen válvulas de corte de tipo esfera a la entrada y salida de todos los componentes, de tal modo que permitan una fácil sustitución o reparación sin necesidad de realizar el vaciado completo de la instalación. Estas válvulas irán taradas según condiciones extremas de funcionamiento de cada uno de dichos componentes, es decir, se instalará una válvula de corte en la impulsión y retorno de cada batería de colectores, en la aspiración e impulsión de la bomba, en el intercambiador y en todas las entradas y salidas a depósitos.

5.8.7.VÁLVULA DE SEGURIDAD

Su función es la de limitar la presión en el circuito y así proteger los componentes del mismo. En la instalación los puntos más delicados son el campo de colectores y el vaso de expansión, por lo que se debe de marcar a una presión inferior a la máxima soportada por los citados elementos.



Figura 5.7. Válvula de seguridad

Su colocación está obligada por la legislación para todos aquellos circuitos sometidos a presión y a variaciones de temperatura.

Estas válvulas serán del tipo resorte taradas a una presión que garantice que en cualquier punto no se superará la presión máxima de trabajo del elemento más delicado de la instalación. Estas válvulas irán situadas una en cada depósito y en el vaso de expansión.

5.8.8.VÁLVULAS ANTIRRETORNO

Son las encargadas de permitir el paso del fluido en un sentido e impedirlo en el contrario. Fundamentalmente las hay de dos tipos, de clapeta y de obús, siendo estas últimas poco aconsejables para el circuito primario debido a su elevada pérdida de carga.



Figura 5.8. Válvulas de clapeta

5.8.9. VÁLVULAS DE TRES VÍAS

Se usan para regular la circulación por distintas conducciones según el momento, suelen estar controladas por una señal eléctrica procedente del regulador diferencial o de un termostato.



Figura 5.9. Válvula de tres vías con control automático

5.8.10. GRIFO DE VACIADO

II.MEMORIA

Su uso se pone de manifiesto cuando es necesario vaciar el circuito, ya sea el primario o el secundario por labores de mantenimiento o reposición del algún elemento del circuito. Para conseguirlo con rapidez y comodidad se debe de colocar en la parte inferior de los circuitos.



Figura 5.10.Grifo de vaciado

II.MEMORIA

Capitulo 6. Analisis de resultados.

II.MEMORIA

6.1. ESTIMACIÓN DE PRESTACIONES DE LA INSTALACIÓN. RENTABILIDAD ECONÓMICA.

La Instalacion geotermica es capaz de proporcionar toda la energia suficiente para el calentamiento del agua de la piscina y obtener el frio necesario para realizar una refrigeracion pasiva del pabellon,de la sala de bailes y del gimnasio;por lo que ademas de un ahorro importante de energía por este sistema,mejoramos sensiblemente la calidad de la instalacion,pudiendo utilizarse estas tambien durante los dias calurosos.

La energía geotermica es considerada una energía renovable que reduce drásticamente el consumo de combustibles fósiles y, por tanto, de emisiones de CO2

Por otro lado, el coste de producción de electricidad es menor que el de las plantas de carbón e, incluso, que el de las centrales nucleares.

El coste de la inversion inicial sería muy grande,pero se estima que se pueden conseguir ahorros de mas de 58.013,28 € al año con una amortizacion aproximada de siete años y medio con las tarifas actuales.

Si conseguimos subvencion,el coste inicial se veria reducido en un 30%,(como vemos en el punto 5.2) y el plazo de amortizacion disminuye ,hasta quedar en menos de 5 años y medio.

En el siguiente grafico vemos la potencia necesaria para calentar las piscinas con el sistema convencional de caldera de gas natural con respecto al sistema de bombas geotermicas:

II.MEMORIA

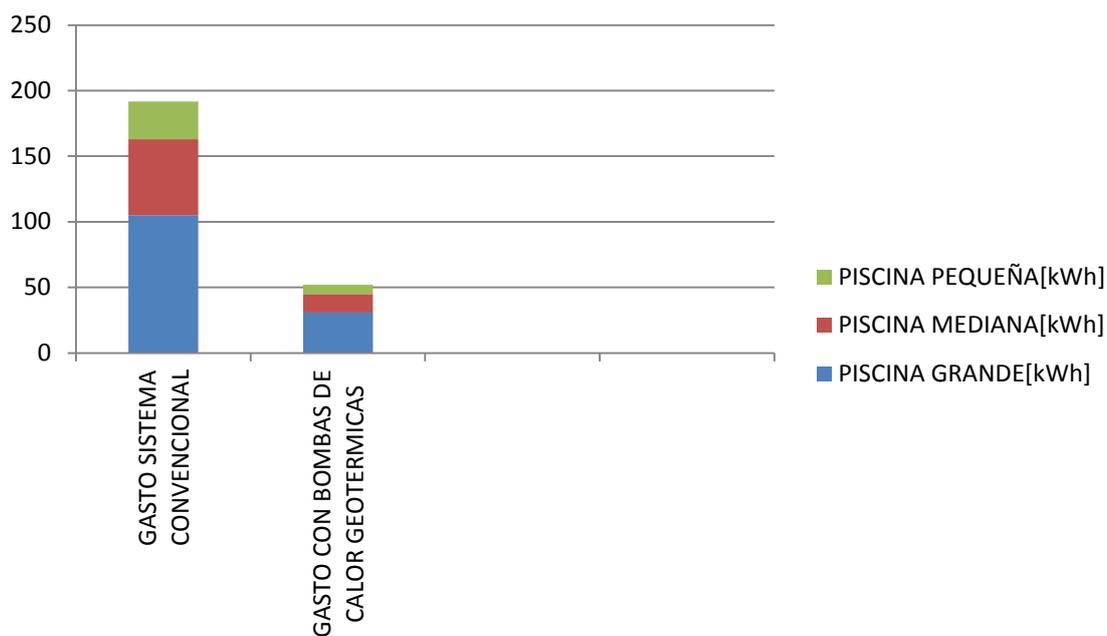


Figura 5.1.potencia necesaria para calentar las piscinas en los dos sistemas

Podemos ver el gasto energetico anual de los dos sistemas, vemos como se ahorran 4834.44 euros al mes, unos 58.013,28 euros al año.

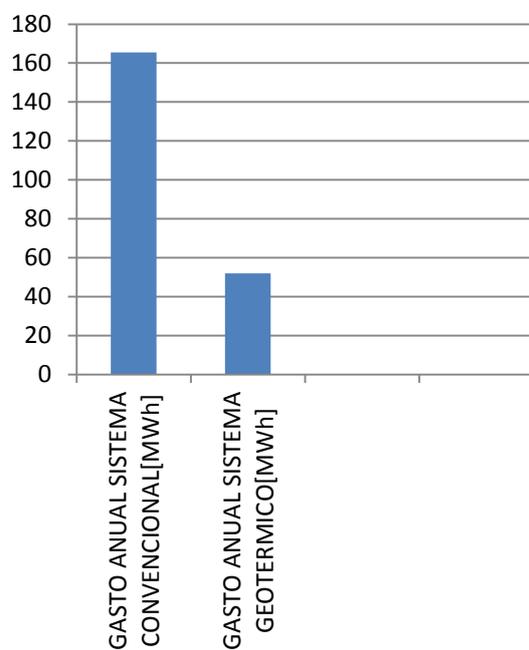


Figura 5.2.gasto anual de energia en los dos sistemas

El coste, en euros, se da a continuacion:

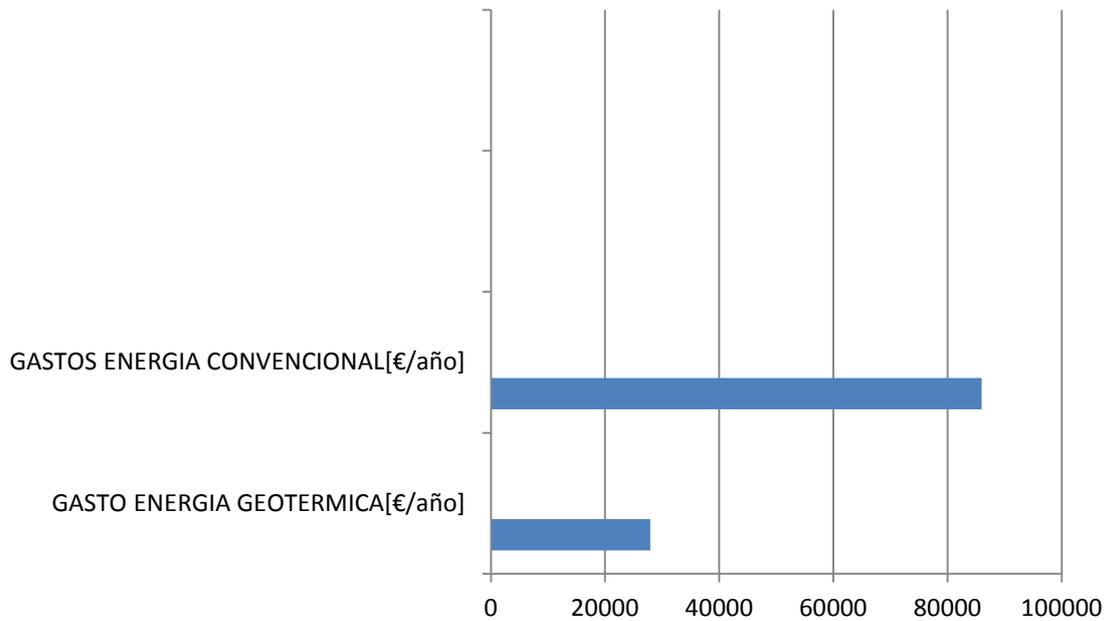


Figura 5.3. Gasto anual de dinero en los dos sistemas

A Este gasto hay que sumarle el gasto de las bombas centrifugas, que son bastante mas potentes en el caso del sistemas geotermico. Estas consideraciones ya se tuvieron en cuenta, y genera un sobrecoste de 9000 € anuales.

6.2. SUBVENCIONES DISPONIBLES.

La junta de Castilla y Leon , a traves del Ente Regional de la Energía (EREN) subvenciona la Energía geotermica de la que puede beneficiarse las Entidades locales.

Entre las actuaciones subvencionables estan las Instalaciones de producción de energía térmica (frío y/o calor), para climatización utilizando bombas de calor que intercambien con el terreno, ya sea en circuito abierto o cerrado y el Test de Respuesta Térmica de sondeos.

La cuantía para un circuito cerrado, intercambiador en sondeos verticales son de 420 €/kW Pter bomba hasta un maximo de 200.000 €.

La cuantía para el test de respuesta termica es de un 30 % del costo de este, hasta un maximo de 1200 €.

La documentacion a entregar será la copia de la hoja de encargo prevista en la Orden EYE/1572/2010, de 7 de diciembre, por la que se establecen las Bases Regulatoras de las Subvenciones para actuaciones en energías renovables, excepto solar en Castilla y León,

II.MEMORIA

debidamente cumplimentada y firmada. En el caso de que no se haya ejecutado el trabajo, reportaje fotográfico antes de su realización (en caso de archivos fotográficos, máximo 2 archivos con una resolución normal y preferiblemente en formato PDF).

El ahorro debido a las subvenciones por las bombas geotermicas seria de 135.080,4 €,por lo que el presupuesto quedaría en en 314.481,5€,ahorrandonos un 30% en la ejecucion de la instalacion.

6.4.DIAGRAMA DE GANTT

Describimos el plan general previsto para ejecutar el proyecto mediante el diagrama de Gantt:

II.MEMORIA

Tabla 6.1.Diagrama de Gantt

ACTIVIDAD	SEMANA																												
	1							2							3							4							
TRT																													
Perforacion Sondeos																													
Instalacion de sondas																													
Instalacion de colectores y tuberias																													
tuberias interiores geotermicas																													
Instalacion de las bombas geotermicas																													
Instalacion de las bombas centrifugas																													
Instalacion intercambiadores de placas																													
Instalacion de los fancoils																													
Instalacion de tuberias refrigeracion																													
Conexionado de tuberias geotermia a bomba e intercambiadores																													
Instalacion deposito de inercia																													
Instalacion bomba deposito de inercia																													

II.MEMORIA

6.3.BIBLIOGRAFIA.

- 1.-Creus Sole,A" Energía geotérmica de baja temperatura".Editorial Cano pina SL. SBN: 9788496960053.Barcelona 2008.
- 2.-Pons,J."Energía geotérmica". Editorial CEAC. ISBN: 9788432910616.Barcelona 2004.
- 3.-Comunidad de Madrid."Guía de la Energía geotérmica".Madrid 2007.
- 4.-Pinós Franqueza."Ejecucion de un sondeo en cinco sencillos pasos".Articulo tecnico.
- 5.-García López,A."Instalaciones de climatizacion con captadores geotermicos y bombas de calor agua-agua".Articulo tecnico CIATESA.
- 6.-IDAE."Guía técnica de diseño de sistemas de bombas de calor geotérmicas"
- 7.-Zamora,M."Diseño de intercambiadores de calor enterrados".Articulo tecnico CIATESA.
- 8.-Wagner.M."Energía geotérmica superficial,estado de la técnica e investigación en Alemania".Articulo tecnico Technise Universitat Darmstadt.
- 9.- García López.A." ahorro de energía. aprovechamiento de la energía geotérmica en las instalaciones de climatización".Articulo tecnico CIATESA.
- 10.-Zamora,M."Empleo de bombas de calor acopladas a intercambiadores de calor en áreas costeras del mediterraneo.Proyecto Geocool".Articulo tecnico CIATESA.
- 11.-Vaillant."master geotermia".Valladolid.
- 12.CTE "Código técnico de la edificación".
- 13.RITE."Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios"
- 13.IDAE."Comentarios al RITE".
- 14.-Real decreto 863/1985."Reglamento Seguridad Minera en España"
- 15.-DTIE "Documentos técnicos de Instalaciones en la Edificación".
- 16.-WOLF" Catalogo tecnico climatizadores KG"
- 17-WOLF."Catalogo tecnico FANCOIL TLHK"
- W1.[http:// www.idae.es](http://www.idae.es) . Fecha visita 28/05/12
- W2.<http://www.erenovable.com>. Fecha visita 12/05/12
- W3. <http://www.igme.es/>. Fecha visita 01/02/12

II.MEMORIA

W4. <http://www.tachyon.es/>. Fecha visita 01/02/12

W5. <http://www.grupociat.es/>. Fecha de visita 05/11/11

W6. <http://www.eren.jcyl.es/>.Fecha de vista 05/11/11.

III.CALCULOS

Capítulo 1:cálculo de la demanda energética
en las piscinas

III.CALCULOS

3.1. CALCULO DE LA DEMANDA TERMICA DE LAS PISCINAS

Para el cálculo nos basaremos en el estudio que sigue el Documento Técnico para Instalaciones en la Edificación **DTIE 1.02**, referente al calentamiento en piscinas.

Dicho documento sigue un cálculo progresivo, empezando por el cálculo de las pérdidas térmicas asociadas a la evaporación que se produce en el vaso de piscina, posteriormente el cálculo de las pérdidas térmicas debidas a las características de transmisión del calor desde la piscina, esto es pérdidas por convección, radiación y conducción. Y en último lugar tiene en cuenta las pérdidas que se generan debido a la renovación del agua, necesarias para mantener unas condiciones óptimas de salubridad y de determinados parámetros para el mantenimiento de las características del aguas: pH, niveles de Cloro,...

Los datos de las condiciones en el interior de la instalación son las siguientes:

Temperatura del bulbo seco [°C]	26.5
Humedad relativa [%]	60
Temperatura superficial del agua piscina grande [°C]	28.5
Temperatura superficial del agua piscina de 33m [°C]	28.5
Temperatura superficial del agua piscina pequeña [°C]	31

La descripción del cálculo del dite 1.01 por el método ASHARE ,que es el que utilizaré, se puede ver en el **ANEXO 7**.

En nuestro caso no consideramos estas condiciones de diseño sino que tomamos las medidas que obtenemos de medidas directas hechas en el interior de la piscina. Estas medidas son:

- piscina de 25 m. obtenemos una temperatura del agua de 28° C.
- piscina de 33m:obtenemos una temperatura del agua de 28°C
- piscina pequeña: obtenemos una temperatura del agua de 30°C
- Temperatura ambiente 30° C. (Bulbo seco).

III.CALCULOS

- Humedad relativa 65%.

Hice una tabla Excel para calcular estas pérdidas de energía ;los datos obtenidos se pueden ver en las fichas siguientes,cuyo resumen podemos ver a continuación

Tabla 3.1.Resultados potencia necesaria

PISCINA	TEMPERATURA DE DISEÑO[°C]	POTENCIA NECESARIA[Kw]
Grande	28.5	113.36
mediana	28.5	57.96
pequeña	31	28.76

En la piscina grande y mediana la potencia necesaria para puesta a régimen es bastante más grande que la necesaria para mantener la temperatura de diseño.

Contamos con la ventaja de mantener el sistema de calderas anterior que nos permitirá aumentar la potencia total en los momentos que necesitemos.

III.CALCULOS

HOJA DE POTENCIAS TERMICAS EN PISCINAS			PROMOTOR		F.M.D	
METODO DE CALCULO			METODO DE ASHRAE			
POBLACION			VALLADOLID		FECHA	
					20.04.12	
PISCINA		GRANDE		TEMPERATURA SUPERFICIAL AGUA		28,5 [°C]
DIMENSIONES			largo		25	[m]
			ancho		16,5	[m]
			profundidad		2,1	[m]
TEMPERATURA DEL BULBO SECO			26,5	[°C]	HUMEDAD RELATIVA[%]	
					60	
					[kPa]	
Presión parcial del vapor de agua					2210	
Presión parcial del agua a temperatura del suelo					2985	
Presión parcial del agua a temperatura del cuerpo					5628	
Presión parcial de vapor de agua a temperatura de rocío					2198	
					[g/s]	
Flujo perdido desde la superficie de agua de la piscina					28.015	
Flujo perdido desde el cuerpo de las personas mojadas					5,969	
Flujo perdido desde el suelo mojado alrededor de la piscina					6.196	
					[kW]	
Perdidas por evaporación del agua					99.25	
Perdidas por convección de la lamina de agua hacia el ambiente					0,724	
Perdidas por radiación de la superficie de la lamina hacia los cerramientos del recinto					12,81	

III.CALCULOS

Perdidas de conducción a través de las paredes de la pileta eventualmente en contacto con el aire		0,581	
Potencia total necesaria		110	
Potencia necesaria para puesta a régimen	550	Días necesarios	4
<p>COMENTARIOS: Utilizaremos la potencia total necesaria y no la potencia necesaria para puesta a régimen. Aprovecharemos las instalaciones de calderas que había anteriormente</p>			

III.CALCULOS

HOJA DE POTENCIAS TERMICAS EN PISCINAS			PROMOTOR	F.M.D
METODO DE CALCULO		METODO DE ASHRAE		
POBLACION		VALLADOLID	FECHA	20.04.12
PISCINA	MEDIANA	TEMPERATURA SUPERFICIAL AGUA	28,5	[°C]
DIMENSIONES		largo	33	[m]
		ancho	6,5	[m]
		profundidad	1	[m]
TEMPERATURA DEL BULBO SECO		26,5	[°C]	HUMEDAD RELATIVA[%]
				60
			[kPa]	
Presión parcial del vapor de agua			3782	
Presión parcial del agua a temperatura del suelo			2985	
Presión parcial del agua a temperatura del cuerpo			5628	
Presión parcial de vapor de agua a temperatura de rocío			2198	
			[g/s]	
Flujo perdido desde la superficie de agua de la piscina			14,575	
Flujo perdido desde el cuerpo de las personas mojadas			3,104	
Flujo perdido desde el suelo mojado alrededor de la piscina			2,329	
			[kW]	
Perdidas por evaporación del agua			50,57	
Perdidas por convección de la lamina de agua hacia el ambiente			0,376	
Perdidas por radiación de la superficie de la lamina hacia los cerramientos del recinto			6,745	
Perdidas de conducción a través de las paredes de la pileta			0,2765	

III.CALCULOS

eventualmente en contacto con el aire			
Potencia total necesaria		57,968	
Potencia necesaria para puesta a régimen	146,182	Días necesarios	4
<p>COMENTARIOS Utilizaremos la potencia total necesaria y no la potencia necesaria para puesta a régimen. Aprovecharemos las instalaciones de calderas que había anteriormente</p>			

III.CALCULOS

HOJA DE POTENCIAS TERMICAS EN PISCINAS			PROMOTOR	F.M.D
METODO DE CALCULO		METODO DE ASHRAE		
POBLACION		VALLADOLID	FECHA	20.04.12
PISCINA	PEQUEÑA	TEMPERATURA SUPERFICIAL AGUA	31	[°C]
DIMENSIONES		largo	12	[m]
		ancho	7	[m]
		profundidad	1	[m]
TEMPERATURA DEL BULBO SECO		26,5	[°C]	HUMEDAD RELATIVA[%]
				60
			[kPa]	
Presión parcial del vapor de agua			4246	
Presión parcial del agua a temperatura del suelo			2985	
Presión parcial del agua a temperatura del cuerpo			5628	
Presión parcial de vapor de agua a temperatura de rocío			2198	
			[g/s]	
Flujo perdido desde la superficie de agua de la piscina			7,398	
Flujo perdido desde el cuerpo de las personas mojadas			1,215	
Flujo perdido desde el suelo mojado alrededor de la piscina			1,5647	
			[kW]	
Perdidas por evaporación del agua			25,77	
Perdidas por convección de la lamina de agua hacia el ambiente			0,147	
Perdidas por radiación de la superficie de la lamina hacia los cerramientos del recinto			2,708	

III.CALCULOS

Perdidas de conducción a través de las paredes de la pileta eventualmente en contacto con el aire		0,133	
Potencia total necesaria		28,76	
Potencia necesaria para puesta a régimen	25,375	Días necesarios	4
COMENTARIOS:			

III.CALCULOS

Capítulo 2:Cálculo de los intercambiadores
geotérmicos

2. CALCULO DE LOS INTERCAMBIADORES GEOTERMICOS

2.1 METODOS DE CÁLCULO DE INTERCAMBIADORES GEOTERMICO

El diseño de un intercambiador geotérmico horizontal para bomba de calor puede realizarse mediante diversos métodos, algunos de ellos son:

- Método Unificado por la “Asociación Internacional de Bombas de Calor con Fuente-Tierra” (International Ground Source Heat Pump Association: **IGSHPA**), o un Software que utilice éste método.
- Método no unificado, empleado por la “Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire-Acondicionado” (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers: **ASHRAE**), o un Software que utilice éste método.
- Método que utiliza normas alemanas, tal como la VDI 4640: “La utilización termal del subsuelo” - Parte 2: “Las Instalaciones de Bomba de Calor conectadas en la tierra”.(Thermische Nutzung des Untergrundes - B l a t t 2 : Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen)

El método IGSHPA para el diseño de intercambiadores enterrados está basado en la teoría de la fuente de calor en forma de una línea infinita (Kelvin Line SourceTheory) desarrollado por Ingersoll y Plass.

Según esta teoría un intercambiador de calor que cede calor al suelo se comporta como una fuente de calor con un espesor pequeño y una longitud infinita, y por tanto sólo cede calor en el sentido radial.

El desarrollo de este método está recogido en el **ANEXO 8**

Yo utilizaré un software, el **GEO2** de CIATESA, que emplea el método **IGSHPA**.

2.2 SOFTWARE GEO2

Este programa es producto de la colaboración entre la empresa compañía industrial de aplicaciones térmicas s.a(CIATESA) y el Instituto de ingenierías energéticas de la universidad politécnica de valencia.

III.CALCULOS

La descripción del software está incluida en el **ANEXO 8**.

Para el cálculo de los intercambiadores necesitaremos una serie de datos:

- Localidad del estudio.
- características del terreno (conductividad y capacidad térmica)
- la potencia que necesitamos.
- el factor de utilización.
- configuración de los intercambiadores y su número
- características del fluido de trabajo
- características de las tuberías y su diámetro.
- Longitud del colector
- Pérdidas de carga en accesorios.
- la temperatura deseada de salida de agua.

Hay que tener en cuenta que Geo2 no estima el posible calentamiento o enfriamiento del terreno que puede suceder si la energía aportada al terreno en época de refrigeración **no está compensada** con la energía extraída del mismo en época de calefacción.

En estos casos, el terreno se comportará como **foco térmico no infinito** que puede aumentar o disminuir ligeramente de temperatura pudiendo afectar a los rendimientos mínimos calculados con Geo2 (esto es más acusado si la distancia entre los tubos del intercambiador es pequeña o si están dispuestos en una configuración compacta, siendo menos problemático si están suficientemente separados)

Siempre es recomendable realizar un análisis de las demandas energéticas de calefacción y refrigeración, para determinar cuando ambas demandas no están balanceadas y escoger geometrías abiertas.

2.3. APLICACIÓN DEL SOFTWARE GEO2 PARA EL CÁLCULO DE LOS COLECTORES Y LAS BOMBAS DE CALOR.

III.CALCULOS

Los datos que utilizaremos para el cálculo de los colectores son los siguientes y que se mantienen constantes en todas las pruebas que hemos hecho con diferentes configuraciones son:

Tabla 2.1.Datos de cálculo

DATOS DE CALCULO	PISCINA GRANDE	PISCINA MEDIANA	PISCINA PEQUEÑA
Localidad del estudio	Valladolid	Valladolid	Valladolid
Tipo de terreno	Caliza en forma de marga	Caliza en forma de marga	Caliza en forma de marga
Potencia de calefacción[kW]	110	58	30
Factor de utilización	0.82	0.82	0.82
Propiedades del intercambiador	Polietileno 100 PN25 Ø16	Polietileno 100 PN25 Ø16	Polietileno 100 PN25 Ø16
Propiedades del colector	Polietileno 80 PN10 Ø50	Polietileno 80 PN10 Ø50	Polietileno 80 PN10 Ø50
Temperatura de aplicación[°C]	40	35	35
Factor de Utilización	0.82	0.82	0.82

III.CALCULOS

Para el cálculo del factor de utilización utilizaremos el método de cálculo dado en el **ANEXO 9**

2.3.1 CALCULO DE COLECTORES EN PISCINA GRANDE.

En el caso de la piscina grande hicimos varios cálculos con distintos números de boreholes , y numero de bombas geotérmicas para cubrir la potencia deseada.

Estas pruebas las introduje en una hoja Excel y se exponen a continuación:

Tabla 2.2.Diferentes pruebas con el software GEO2 en piscina grande

nº prueba	Nº de bombas	Nº sondeo por bomba	profundidad	cop	Pc	T salida	caudal	perdidas	metros totales
1	2	12	94,24	3,4	57,13	-4	10,83	56,79	2261,7
2	2	12	167,86	4,16	60,37	2	9,68	48,76	4028,64
3	1,3	21	143,56	4,24	89,87	2	14,61	47,96	3919,188
4	2	11	102,8	3,4	57,13	-4	10,83	63,8	2261,6
5	2	10	113,08	3,4	57,13	-4	10,83	73.61	2261,7
6	2	9	125.65	3,4	57,13	-4	10,83	87.84	2261,7

Para mí la mejor opción es la numero 6, ya que tiene una buena COP y menor número de sondeos y metros totales de intercambiadores que otras pruebas con igual coeficiente.

Las pruebas 2 y 3 tienen un COP mayor, pero al casi doblar el número de metros totales de intercambiadores necesarios con respecto a la prueba 6, no conseguiríamos amortizar ese gasto con el ahorro de electricidad que supone.

Los resultados de la prueba 6 son los siguientes:

III.CALCULOS

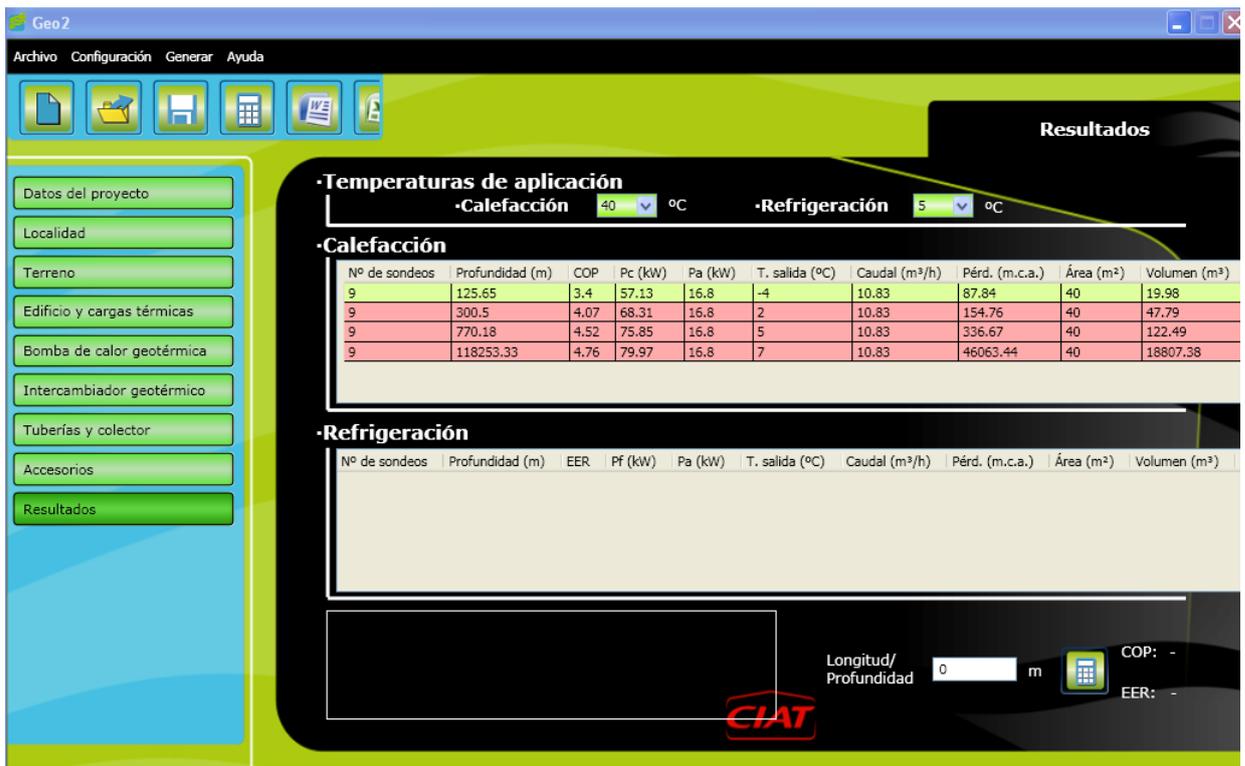


Figura 2.1.captura de pantalla de resultados piscina grande

Los informes generados por el programa los expongo a continuación:



INFORME DE RESULTADOS



1. LOCALIDAD

Ciudad: Valladolid;

País: España

2. TERRENO

Tipo de suelo: Caliza en forma de marga;
MJ/K.m3

Conductividad: 2,20 W/m.K; Cp: 2,30

3. EDIFICIO Y CARGAS TÉRMICAS

Máxima carga en calefacción: 55,00 kW

Máxima carga en refrigeración: 0,00 kW

4. BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

DYNACIAT - LGP 240V;

Fluido de trabajo: Propilenglicol (20,00 %)

5. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR

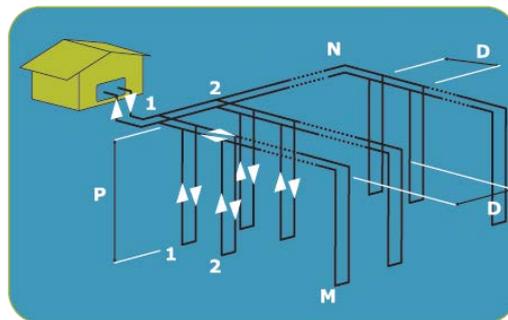
Configuración: Vertical 1

M: 1

N: 9

D: 5,00 m

Double U: Sí



6. TUBERÍAS Y COLECTORES

Material del intercambiador enterrado

Estándar: Polietileno 100; PN 25bar; \varnothing_{NOM} : 16 mm

No estándar: Conductividad: - W/m/K; Rugosidad: - mm; PN: - bar; \varnothing_{INT} : - mm; \varnothing_{EXT} : - mm

III.CALCULOS

Material del colector

Estándar: Polietileno 80; PN 12.5bar; \varnothing_{NOM} : 50 mm; Longitud: 150,00m

No estándar: Rugosidad: - mm; PN: - bar; \varnothing_{INT} : - mm; Longitud: - m

7. ACCESORIOS

Pérdidas detalladas

Colector: 1 codos de 90°, 2 codos de 45°, 2 reducciones, 0 T's, 5 válvulas

Circuitos enterrados: 0 codos de 90°, 0 codos de 45°, 0 reducciones, 0 T's, 2 válvulas, 2 U's

Pérdidas con cálculo de longitud equivalente

Colector: - m de longitud equivalente;

Circuitos enterrados: - m de longitud equivalente

8. RESULTADOS.

Longitud seleccionada: 125,65 m

Refrigeración → **EER_{min}**: -;

Calefacción → **COP_{min}**: 3,4, 70,59 %_{min} de contribución renovable

Calefacción

Datos del intercambiador		Datos de funcionamiento						Otros	
Nº de sondeos	Profundidad (m)	COP	Pc (kW)	Pa (kW)	T Sal (°C)	Caudal(m³/h)	Pérd.(mca)	Área (m²)	Volumen (m³)
9	125,65	3,40	57,13	16,80	-4,00	10,83	87,84	40,00	19,98
9	300,50	4,07	68,31	16,80	2,00	10,83	154,76	40,00	47,79
9	770,18	4,52	75,85	16,80	5,00	10,83	336,67	40,00	122,49
9	118253,33	4,76	79,97	16,80	7,00	10,83	46063,44	40,00	18807,38
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

III.CALCULOS

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.3.2 CALCULO DE COLECTORES EN PISCINA MEDIANA.

En el caso de la piscina mediana hicimos varios cálculos con distintos números de boreholes, y numero de bombas geotérmicas para cubrir la potencia deseada.

Estas pruebas las introduje en una hoja Excel y se exponen a continuación:

Tabla 2.3.Diferentes pruebas con el software GEO2 en piscina mediana

nº prueba	Nº de bombas	Nº sondeo por bomba	profundidad	cop	Pc	T salida	caudal	perdidas	metros totales
1	1	21	155,21	4,81	91,43	2	14,61	49,84	3259,41
2	1	13	104,56	4,04	76,44	-4	14,61	67,7	1359,28
3	1	14	97,09	4,04	76,44	-4	14,61	60,17	1359,26
4	1	15	90,62	4,04	76,44	-4	14,61	54,4	1359,3
5	1	16	84,96	4,04	76,44	-4	14,61	49,89	1359,36
6	1	20	162,97	4,81	91,43	2	14,61	53,38	3259,4
7	2	10	130,11	4,73	34,5	2	7,3	36,21	2602,2
8	2	9	144,57	4,73	34,5	2	7,3	55,18	2602,26
9	2	8	162,64	4,73	34,5	2	7,3	55,18	2602,24
10	2	7	90,1	4,05	37,24	-4	9,42	66,95	1261,4

La mejor opción sería la prueba número 2, con una bomba geotérmica y 13 boreholes

Las configuraciones con COP más altos necesitan muchos más sondeos y metros totales de intercambiadores, que no se podrían amortizar en la vida útil de la instalación.

III.CALCULOS

También vemos que las pruebas 7,8,9 tienen un COP de 4.73,pero necesitan mas del doble de longitud de tuberías que la opción 2,además de 2 bombas geotérmicas de la misma potencia que esta.

Los resultados de la prueba 2 son los siguientes :

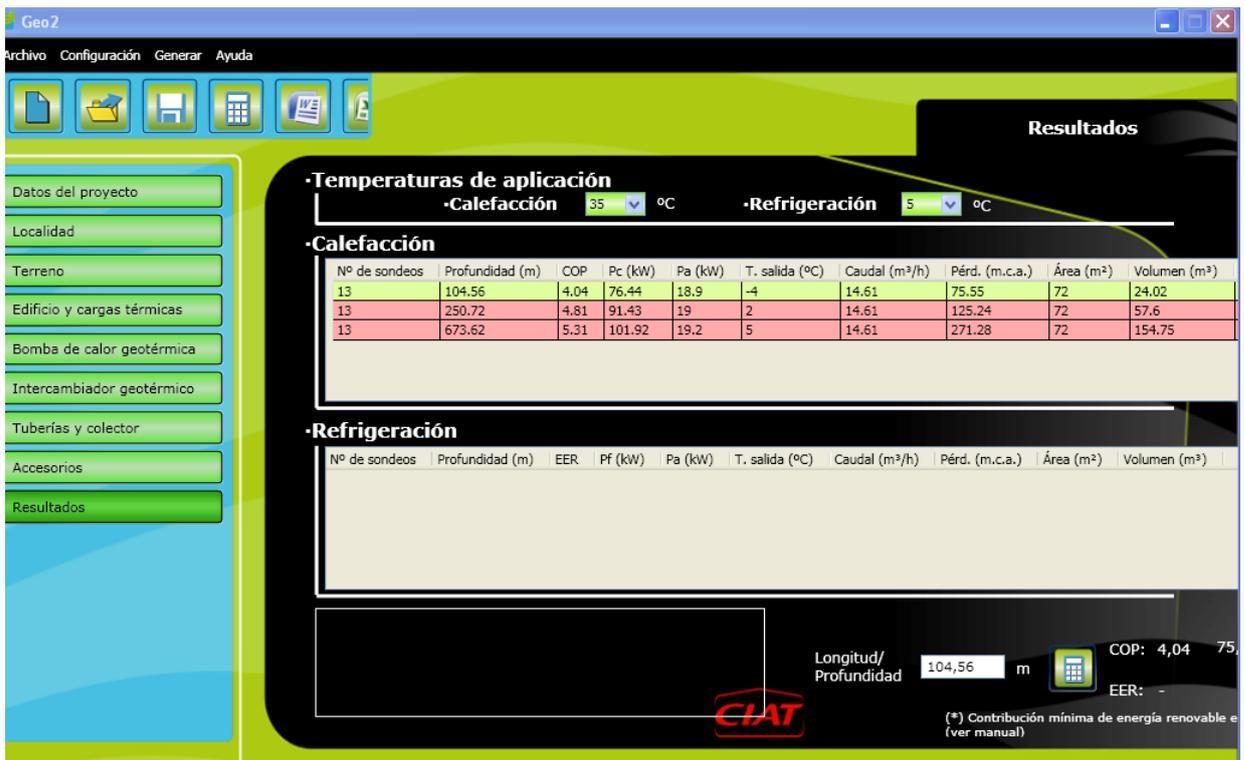


Figura 2.2.captura de pantalla de resultados piscina mediana

Los informes generados por el programa los expongo a continuación:



INFORME DE RESULTADOS



1. LOCALIDAD

Ciudad: Valladolid;

País: España

2. TERRENO

Tipo de suelo: Caliza en forma de marga;
MJ/K.m3

Conductividad: 2,20 W/m.K; Cp: 2,30

3. EDIFICIO Y CARGAS TÉRMICAS

Máxima carga en calefacción: 60,00 kW

Máxima carga en refrigeración: 0,00 kW

4. BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

DYNACIAT - LGP 300V;

Fluido de trabajo: Propilenglicol (20,00 %)

5. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR

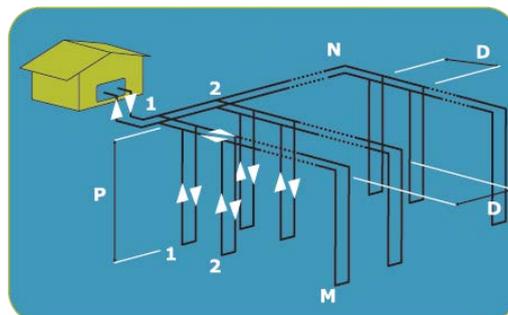
Configuración: Vertical 1

M: 1

N: 13

D: 6,00 m

Double U: Sí



6. TUBERÍAS Y COLECTORES

Material del intercambiador enterrado

Estándar: Polietileno 100; PN 25bar; \varnothing_{NOM} : 16 mm

III.CALCULOS

No estándar: Conductividad: - W/m/K; Rugosidad: - mm; PN: - bar; \varnothing_{INT} : - mm; \varnothing_{EXT} : - mm

Material del colector

Estándar: Polietileno 80; PN 12.5bar; \varnothing_{NOM} : 50 mm; Longitud: 75,00m

No estándar: Rugosidad: - mm; PN: - bar; \varnothing_{INT} : - mm; Longitud: - m

7. ACCESORIOS

Pérdidas detalladas

Colector: 1 codos de 90°, 2 codos de 45°, 2 reducciones, 0 T's, 5 válvulas

Circuitos enterrados: 0 codos de 90°, 0 codos de 45°, 0 reducciones, 0 T's, 2 válvulas, 2 U's

Pérdidas con cálculo de longitud equivalente

Colector: - m de longitud equivalente;

Circuitos enterrados: - m de longitud equivalente

8. RESULTADOS.

Longitud seleccionada: 104,56 m

Refrigeración → **EER_{min}**: -;

Calefacción → **COP_{min}**: 4,04, 75,25 %_{min} **de contribución renovable**

Calefacción

Datos del intercambiador		Datos de funcionamiento						Otros	
Nº de sondeos	Profundidad (m)	COP	Pc (kW)	Pa (kW)	T Sal (°C)	Caudal(m³/h)	Pérd.(mca)	Área (m²)	Volumen (m³)
13	104,56	4,04	76,44	18,90	-4,00	14,61	75,55	72,00	24,02
13	250,72	4,81	91,43	19,00	2,00	14,61	125,24	72,00	57,60
13	673,62	5,31	101,92	19,20	5,00	14,61	271,28	72,00	154,75
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

III.CALCULOS

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.3.3 CALCULO DE COLECTORES EN PISCINA PEQUEÑA.

En el caso de la piscina pequeña hicimos varios cálculos con distintos números de boreholes .

Estas pruebas las introduje en una hoja Excel y se exponen a continuación:

Tabla 2.3. Diferentes pruebas con el software GEO2 en piscina pequeña

nº prueba	Nº de bombas	Nº sondeo por bomba	profundidad	cop	Pc	T salida	caudal	perdidas	metros totales
1	1	6	113,73	4,05	38,51	-4	7,3	63,37	682,38
2	1	7	97,48	4,05	38,51	-4	7,3	45,73	682,36

En este caso el COP y el resto de valores son iguales o muy parecidos elegiremos la prueba número uno, que es la que menos boreholes necesita.

Vemos a continuación los resultados de la prueba elegida:

III.CALCULOS

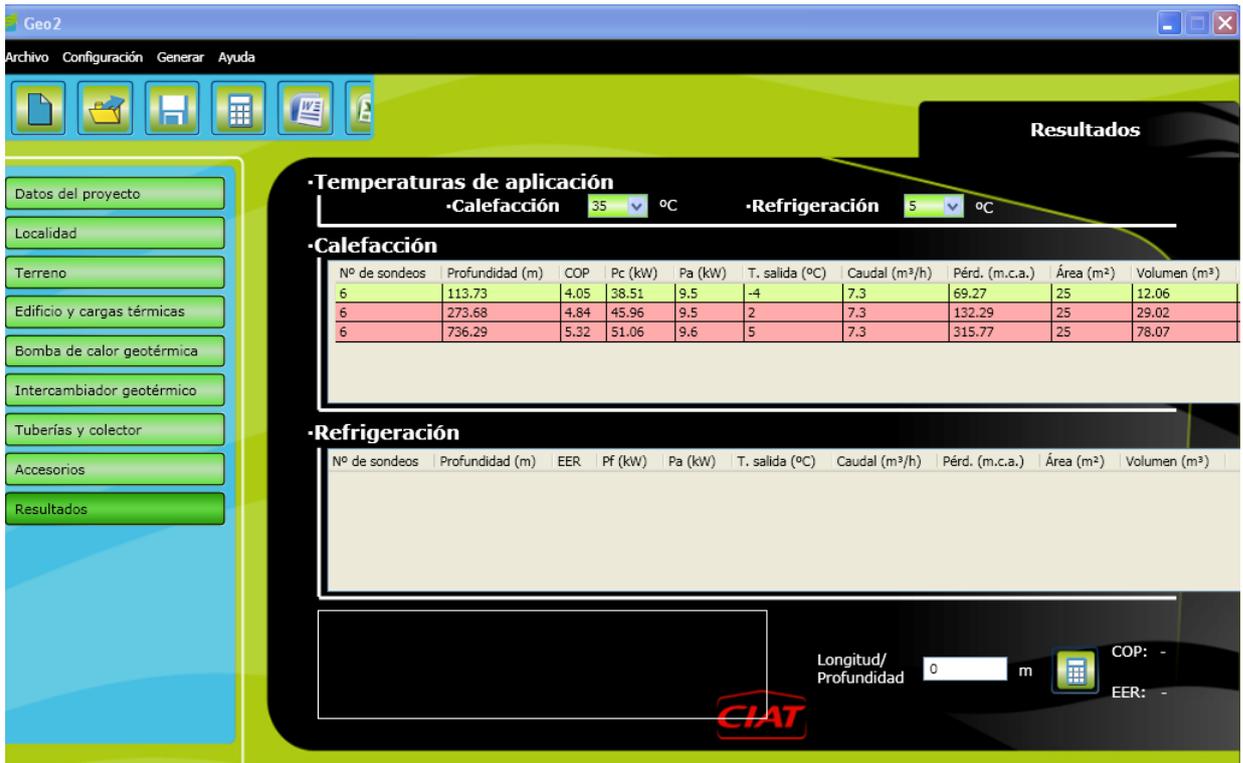


Figura 2.3.captura de pantalla de resultados piscina pequeña

Los informes de la prueba se ven seguidamente:



III.CALCULOS

1. LOCALIDAD

Ciudad: Valladolid; País: España

2. TERRENO

Tipo de suelo: Caliza en forma de margas; Conductividad: 2,20 W/m.K; Cp: 2,30 MJ/K.m³

3. EDIFICIO Y CARGAS TÉRMICAS

Máxima carga en calefacción: 30,00 kW Máxima carga en refrigeración: 0,00 kW

4. BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

DYNACIAT - LGP 150V; Fluido de trabajo: Propilenglicol (20,00 %)

5. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR

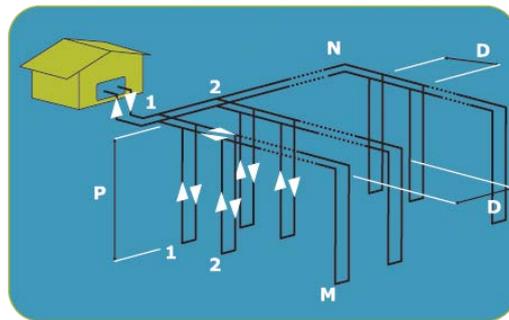
Configuración: Vertical 1

M: 1

N: 6

D: 6,00 m

Double U: Sí



6. TUBERÍAS Y COLECTORES

Material del intercambiador enterrado

Estándar: Polietileno 100; PN 25bar; \varnothing_{NOM} : 16 mm

No estándar: Conductividad: - W/m/K; Rugosidad: - mm; PN: - bar; \varnothing_{INT} : - mm; \varnothing_{EXT} : - mm

Material del colector

Estándar: Polietileno 80; PN 10bar; \varnothing_{NOM} : 50 mm; Longitud: 150,00m

No estándar: Rugosidad: - mm; PN: - bar; \varnothing_{INT} : - mm; Longitud: - m

7. ACCESORIOS

Pérdidas detalladas

Colector: 2 codos de 90°, 0 codos de 45°, 2 reducciones, 0 T's, 5 válvulas

III.CALCULOS

Circuitos enterrados: 0 codos de 90°, 0 codos de 45°, 0 reducciones, 0 T's, 2 válvulas, 2 U's

Pérdidas con cálculo de longitud equivalente

Colector: - m de longitud equivalente;

Circuitos enterrados: - m de longitud equivalente

8. RESULTADOS.

Longitud seleccionada: 113,73 m

Refrigeración → **EER_{min}**: -;

Calefacción → **COP_{min}**: 4,05, 75,31 %_{min} **de contribución renovable**

Calefacción

Datos del intercambiador		Datos de funcionamiento						Otros	
Nº de sondeos	Profundidad (m)	COP	Pc (kW)	Pa (kW)	T Sal (°C)	Caudal(m³/h)	Pérd.(mca)	Área (m²)	Volumen (m³)
6	113,73	4,05	38,51	9,50	-4,00	7,30	69,27	30,00	12,06
6	273,68	4,84	45,96	9,50	2,00	7,30	132,29	30,00	29,02
6	736,29	5,32	51,06	9,60	5,00	7,30	315,77	30,00	78,07
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.3.4. BOMBAS DE CALOR GEOTERMICAS NECESARIAS.

El programa GEO2 nos deja seleccionar las bombas de calor para calcular la longitud de los colectores. Elegiremos las bombas de calor que más se adecue a las potencias necesarias; el programas nos avisará si la elegida no es conveniente.

Las bombas de calor elegidas para la instalación son las siguientes:

Tabla 2.4.Resumen bombas geotérmicas necesarias

PISCINA	Nº DE BOMBAS	MODELO	POTENCIA CALORIFICA
---------	--------------	--------	---------------------

III.CALCULOS

			NETA[Kw]
GRANDE	2	LGP 240 V	80,63
MEDIANA	1	LGP 300 V	106,91
PEQUEÑA	1	LGP 150 V	53,45

2.4. CALCULO DE LA BOMBA CENTRIFUGA EN EL CIRCUITO DE INTERCAMBIO GEOTERMICO

2.4.1. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN EL CIRCUITO.

Para el cálculo de la pérdida de presión en las **sondas geotérmicas**, se emplea la **fórmula de Collebroock**

$$J = \lambda \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot D}$$

[2.1]

donde

- J: Pérdida de carga (m.c.a / m l).
- λ : Coeficiente de fricción
- v: Velocidad del fluido (m/s).
- D: Diámetro de la tubería (m).
- g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

III.CALCULOS

En régimen de transición, $2000 < Re < 40000$, λ se determina mediante la expresión de Nikuradse:

$$\lambda = 0.0032 + 0.22 \cdot \left(\frac{1}{Re^{0.327}} \right) \quad [2.2]$$

Conociendo el caudal y la sección, se calcula la **velocidad** resultante.

El fluido caloportador elegido para el intercambio en las sondas geotérmicas

Con estos datos hallamos el número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho v_s D}{\mu} \quad [2.3]$$

ρ : Densidad del fluido [kg/m³]

v_s : Velocidad característica del fluido [m/s]

D : Diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido o longitud característica del sistema [m]

μ : Viscosidad dinámica del fluido a la temperatura dada [Kg·m/s]

ν : Viscosidad cinemática del fluido

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad [2.4]$$

La **viscosidad dinámica** del agua o de la mezcla de agua con propilenglicol viene dada en la siguiente tabla en función de la temperatura.

III.CALCULOS

Tenemos en cuenta que la unidad de viscosidad viene dado en centipoises = $1\text{mPa/s} = 10^{-3} [\text{Kg m/s}]$

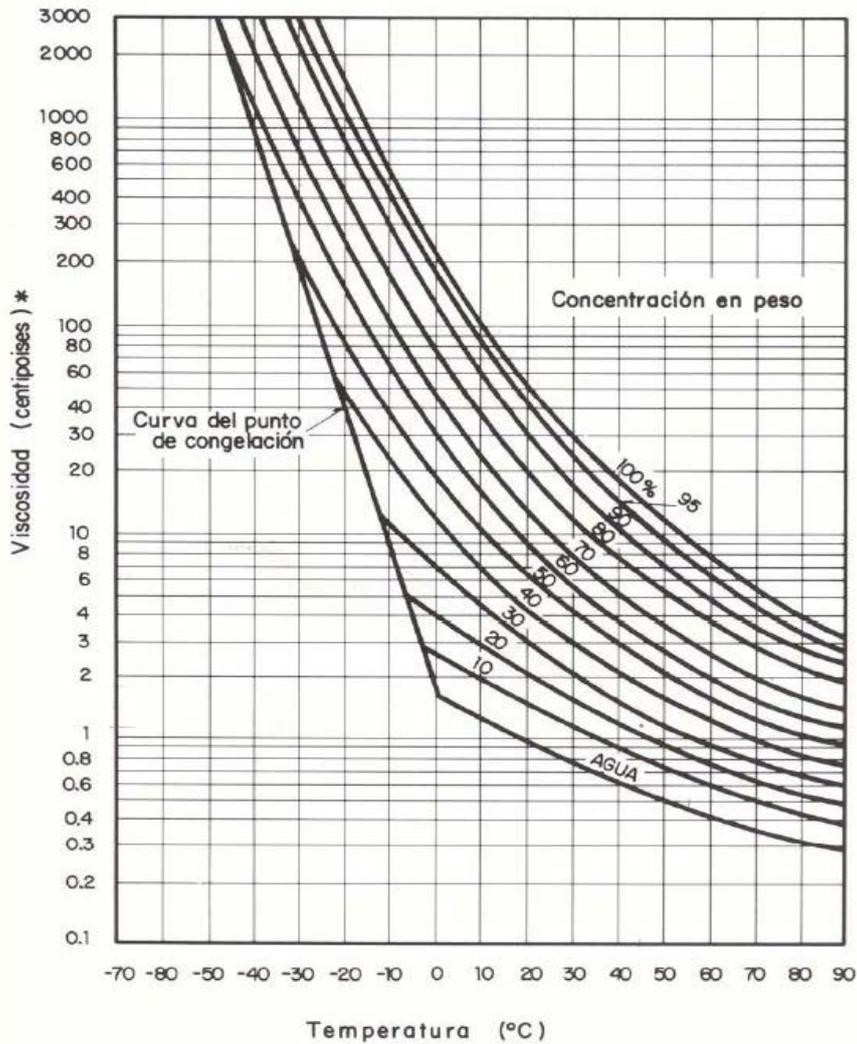


Figura 2.4. Viscosidad dinámica de agua o mezcla propilenglicol

Con la **fórmula de Collebroock** también se calcula la pérdida de presión para los tubos que unen el colector con la bomba de calor geotérmica.

III.CALCULOS

Las pérdidas de carga debido a los accesorios del circuito se calculan con la fórmula:

$$h = k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

[2.5]

- h=pérdida de carga (m.c.a.)
- v=velocidad del fluido (m/s)
- k=coeficiente empírico
- g=aceleración de la gravedad(9,81 m/s²)

El coeficiente "k" depende del tipo de singularidad, y se extrae de datos tabulados. En la siguiente tabla se resumen los valores aproximados de "k" para las singularidades y la pérdida de presión para las mismas:

Tabla 2.4.Perdidas de presión en singularidades

PÉRDIDA DE PRESIÓN EN SINGULARIDADES		
Accidente	K	Pérdida de presión (m.c.a.)
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	0,2642
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	0,0660
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	0,0528
T por salida lateral	1,8	0,0475
Codo a 90º de radio corto	0,9	0,0237
Codo a 90º de radio normal	0,75	0,0198
Codo a 90º de radio grande	0,6	0,0158

III.CALCULOS

Otra forma de cálculo más rápida es mediante tablas y diagramas de pérdidas de presión; se procederá de la siguiente manera:

1. calculamos el caudal que pasa por ese tramo
2. limitamos la velocidad del agua a 2 m/s como máximo en locales habitados
3. con el caudal y una velocidad fijada, entramos en diagrama obteniendo los valores de j (pérdida de carga de la tubería) y del diámetro D de la tubería.
4. mediante el diámetro de la tubería obtenemos las longitudes equivalentes que tendría una pérdida de carga de una resistencia aislada. La tabla usada está en el **ANEXO 10**
5. sumamos la longitud equivalente a la longitud real obteniendo la L equivalente
6. la pérdida de presión debido a estos factores es $J=j*L$ equivalente.
7. si tenemos pérdida de presión debido a diferencias de altura también lo indicamos; será el valor H .
8. las pérdidas en accesorios se calculan con la tabla dada en el **ANEXO 12**

2.4.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS.

El programa GEO2 ya nos calcula las pérdidas de carga debida a las tuberías y a los accesorios que tenemos en la red de tuberías.

Los circuladores adecuados (bomba) para las instalaciones propuestas han de incluir al mismo tiempo los parámetros hidráulicos.

- ✓ Caudal máximo en m^3/h
- ✓ Presión en m.c.a (que depende de la caída presión en tubería, caída de presión en válvulas, caída de presión en filtros y caída presión en equipos)

III.CALCULOS

A continuación detallamos tanto el caudal máximo tanto las pérdidas de presión de las bombas geotérmicas elegidas:

Tabla 2.5. Caudal y perdida de carga circuito del evaporador

PISCINA	MODELO	CAUDAL EN EL EVAPORADOR[m3/h]	PERDIDA DE CARGA [m.c.a]
GRANDE	LGP 240	8.36	87,84
	LGP 240	8.36	87,84
MEDIANA	LGP 300	9.5	75,55
PEQUEÑA	LGP 150	7.072	69,27

A estas pérdidas de cargas, debido al sistema de sondas, colector y tuberías horizontales hasta la bomba de calor geotérmica, hay que añadir las pérdidas provocadas en los intercambiadores de placas y algún accesorio (válvulas,codos...) que se encuentren en el **sistema de refrigeración**.

En este tramo tendremos una tubería de Polietileno 80 PN10 Ø50 ,y como accesorios dos Te´s y tres válvulas de asiento de bola, una de ellas motorizada.

Calculamos las pérdidas de carga de este sector:

Tabla 2.6.perdidas de carga debido a accesorios del sistema de refrigeración pasiva

BOMBA	LONGITUD[m]	m.m.a/m	L _{EQUIVALENTE}	m.c.a
LGP 240	10	25	37.6	9.4
LGP 300	10	32.5	37.6	12.22
LGP 150	10	20	37.6	7.52

III.CALCULOS

A todas estas hay que sumar la provocada en el intercambiador de placas; esas vienen calculadas en el apartado 2.5 , y cuyo resultados se puede ver en la tabla 2.12

Las pérdidas de carga totales de cada circuito son los siguientes.

Tabla 2.7.Perdidas de carga totales.

BOMBA	m.c.a	CAUDAL EN EL EVAPORADOR[m3/h]
LGP 240	101.44	8.36
LGP 300	92	9.5
LGP 150	80.8	7.072

Con estos resultados y el caudal, ya podemos hallar las bombas de recirculación necesarias.

Para calcular la potencia que debe tener cada una de las bombas de nuestra instalación se realizan los siguientes cálculos:

$$P = \frac{\dot{Q} \cdot H_m}{75 \cdot \mu}$$

[2.6]

Donde

P es la potencia necesaria de la bomba [c.v]

III.CALCULOS

\dot{Q} es el caudal necesario [l/s]

\dot{H}_m son las pérdidas de presión [m.c.a]

μ es el rendimiento medio de las bombas.

Resultados de las bombas de recirculación:

Tabla 2.8.Potencia necesaria de la bomba centrífuga.

BOMBA GEOTERMICA	POTENCIA BOMBA DE RECIRCULACION[c.v]	POTENCIA BOMBA DE RECIRCULACION [kW]
LGP 240	4.188	3.124
LGP 240	4.188	3.124
LGP 300	4.316	3.22
LGP 150	2.822	2.15

Usaremos el software WINCAPS de la marca de bombas GRUNDFOS para el cálculo de las bombas más adecuadas en cada caso.

La elección del modelo de bomba elegido por el software viene dado a continuación:

Tabla 2.9.BombasCentrifugas necesarias

BOMBA GEOTERMICA	BOMBA CENTRIFUGA
LGP 240	GRUNDFOS CRN 10-16 A-CA-G-V HQQV

III.CALCULOS

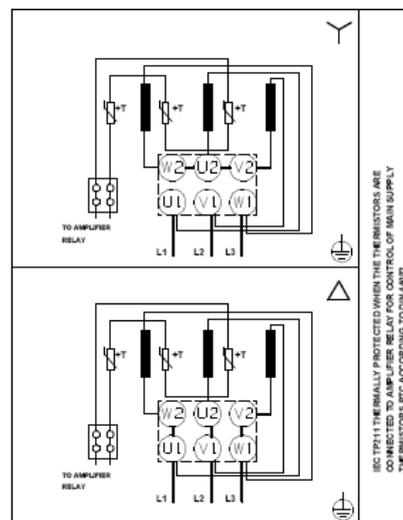
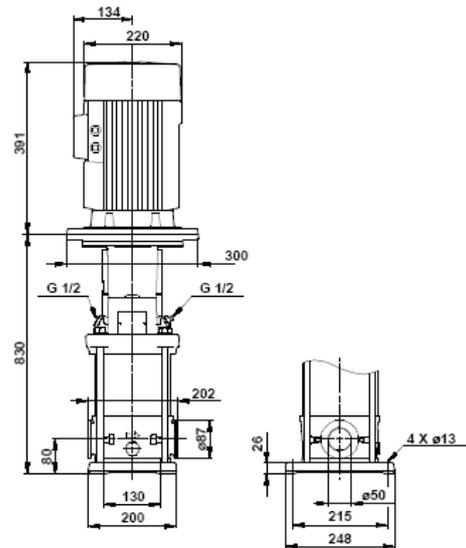
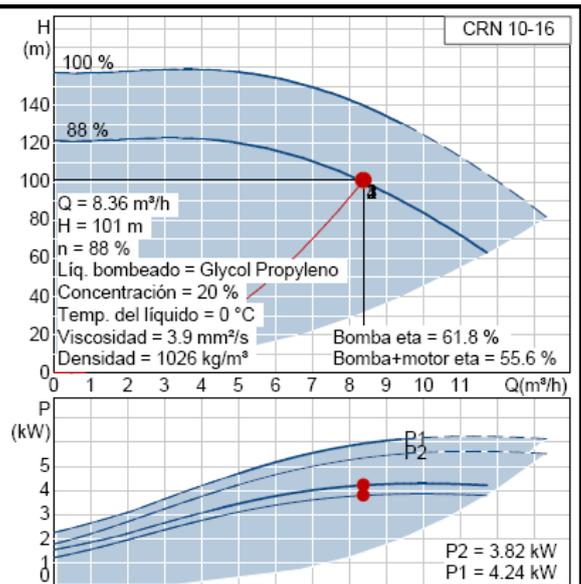
LGP 240	GRUNDFOS CRN 10-16 A-CA-G-V HQQV
LGP 300	GRUNDFOS CR 15-14 A-F-A-V HQQV
LGP 150	GRUNDFOS CRN 10-22 A-P-G-V HQQV

Las características de las bombas centrifugas son las siguientes:

Tabla 2.10. Características bomba GRUNDFOS CRN 10-16 A-CA-G-V HQQV

III.CALCULOS

Descripción	Valor
Producto::	CRN 10-16 A-CA-G-V
Código::	HQQV
Número EAN::	96501411 5700396221670
Técnico:	
Velocidad para datos de bomba:	2919 rpm
Caudal real calculado:	8.36 m³/h
Altura resultante de la bomba:	101 m
Impulsores:	16
Cierre:	HQQV
Homologaciones en placa:	CE
Tolerancia de curva:	ISO 9906 Annex A
Etapas:	16
Versión de la bomba:	A
Modelo:	A
Materiales:	
Cuerpo hidráulico:	Acero inoxidable 1.4408 DIN W.-Nr. A 351 CF 8M ASTM
Impulsor:	Acero inoxidable 1.4401 DIN W.-Nr. 316 AISI
Código de material:	G
Código para caucho:	V
Instalación:	
Temperatura máxima ambiental:	60 °C
Presión del sistema:	25 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	25 / 90 bar / °C
Presión mín. de entrada:	-0.7 bar
Tipo de brida:	Flexiclamp
Código de conexión:	CA
Diámetro de conexiones:	87 mm
Tamaño de la brida del motor:	FF265
Líquido:	
Líquido bombeado:	Glycol Propileno
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 90 °C
Concentración:	20 %
Temp. líquido:	0 °C
Densidad:	1026 kg/m³
Viscosidad cinemática:	3.95 mm²/s
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	132SC
Grado de rendimiento:	1
Número de polos:	2
Potencia nominal - P2:	5.5 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba:	5.5 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-415 D V
Corriente nominal:	11.2 A
Intensidad de arranque:	1070-1170 %
Cos phi - Factor de potencia:	0.88-0.84
Velocidad nominal:	2910-2930 rpm
Rendimiento del motor a carga total:	90 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	90-89,5 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	88-87 %
Grado de protección (IEC 34-5):	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección del motor:	PTC
Motor N°:	85D17417
Otros:	
Peso neto:	93 kg
Peso bruto:	115 kg
Volumen:	0.43 m³
Producto::	Delta Control 2000 MF 1x7.5 SD PFU
Código::	96013152
Técnico:	
Número de bombas:	1

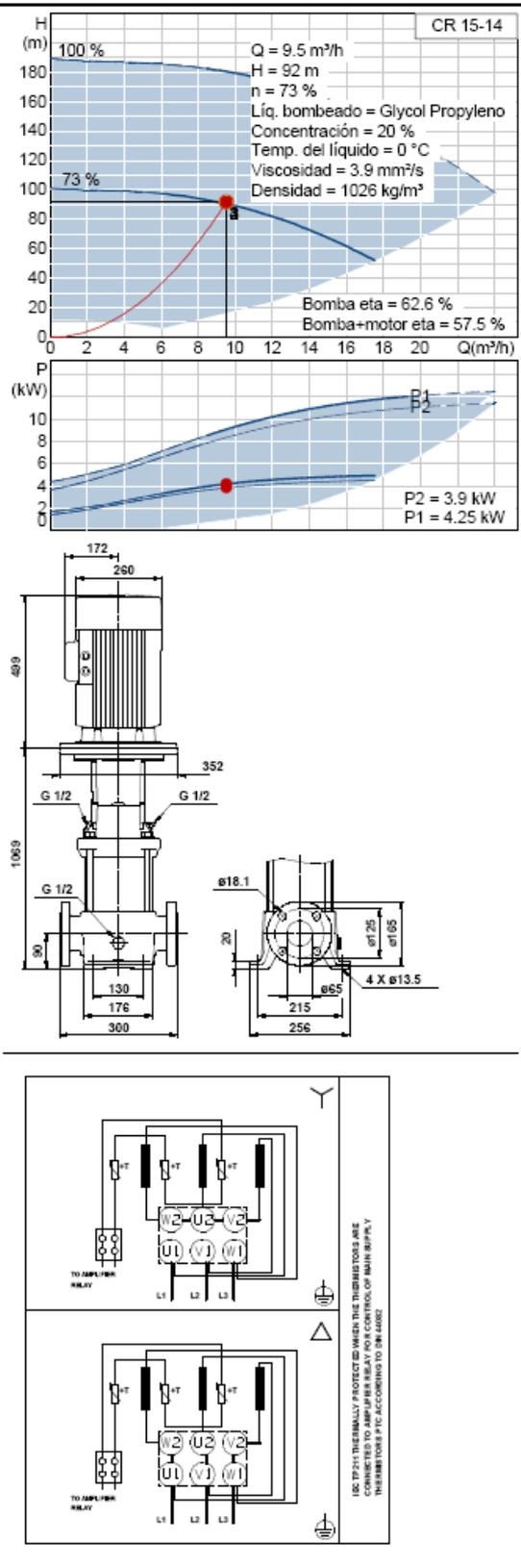


III.CALCULOS

Tabla 2.11. Características bomba GRUNDFOS CR 15-14 A-F-A-V HQQV

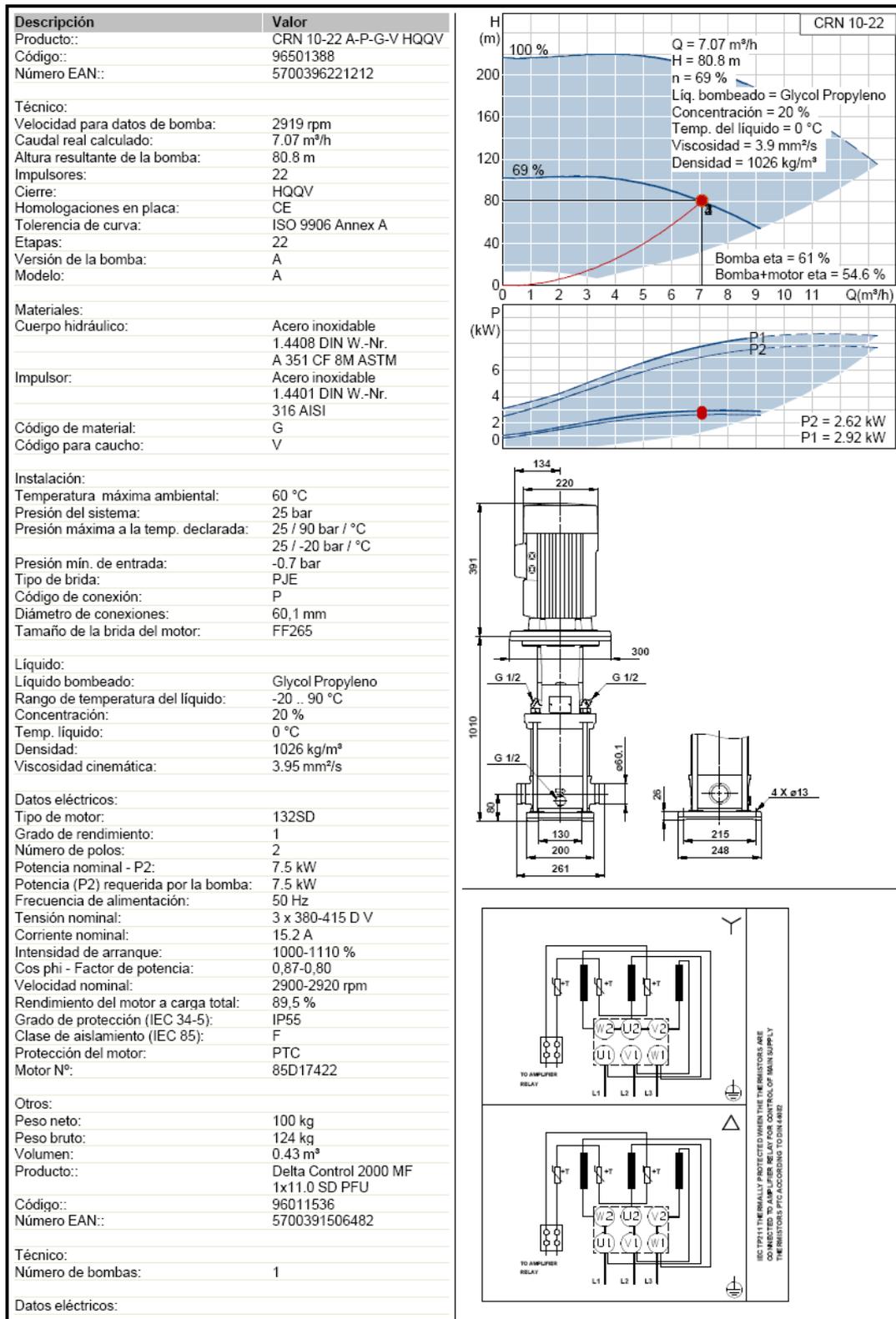
III.CALCULOS

Descripción	Valor
Producto:	CR 15-14 A-F-A-V HQQV
Código:	96501993
Número EAN:	5700396233321
Técnico:	
Velocidad para datos de bomba:	2924 rpm
Caudal real calculado:	9.5 m³/h
Altura resultante de la bomba:	92 m
Impulsores:	14
Cierre:	HQQV
Homologaciones en placa:	CE
Tolerancia de curva:	ISO 9906 Annex A
Etapas:	14
Versión de la bomba:	A
Modelo:	A
Materiales:	
Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1030 DIN W.-Nr. A48-30 B ASTM
Impulsor:	Acero inoxidable 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Código de material:	A
Código para caucho:	V
Instalación:	
Temperatura máxima ambiental:	60 °C
Presión del sistema:	25 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	25 / 90 bar / °C
	25 / -20 bar / °C
Presión mín. de entrada:	-0.8 bar
Tipo de brida:	DIN
Código de conexión:	F
Diámetro de conexiones:	DN 50
Presión:	PN 25
Tamaño de la brida del motor:	FF300
Líquido:	
Líquido bombeado:	Glycol Propileno
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 90 °C
Concentración:	20 %
Temp. líquido:	0 °C
Densidad:	1026 kg/m³
Viscosidad cinemática:	3.95 mm²/s
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	160MC
Grado de rendimiento:	1
Número de polos:	2
Potencia nominal - P2:	11 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba:	11 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-415 D V
Corriente nominal:	21.4 A
Intensidad de arranque:	730-800 %
Cos phi - Factor de potencia:	0,90-0,90
Velocidad nominal:	2920-2930 rpm
Rendimiento del motor a carga total:	91,4 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	92,0-93,0 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	92,5-93,0 %
Grado de protección (IEC 34-5):	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección del motor:	PTC
Motor N°:	85D17424
Otros:	
Peso neto:	138 kg
Peso bruto:	169 kg
Volumen:	0.56 m³
Producto:	Delta Control 2000 MF 1x11.0 SD PFU
Código:	96011536
Número EAN:	5700391506482
Técnico:	



III.CALCULOS

Tabla 2.12. Características bomba GRUNDFOS CRN 10-22 A-P-G-V HQQV



III.CALCULOS

2.5. CALCULO DE LOS INTERCAMBIADORES DE PLACAS

Los intercambiadores de placas se usan para transmitir la energía térmica de un fluido a otro. En nuestro caso queremos refrigerar gratuitamente unas zonas determinadas de la instalación gracias a las bajas temperaturas de la mezcla agua propilenglicol que sale del condensador de las bombas de calor geotérmicas.

En el circuito secundario se usará agua ya que no hay riesgos de congelación de las tuberías; no trabaja a temperaturas bajas, como máximo a 5°C.

Usaremos el software **Gea Brazed Selected** para hallar el número de placas necesarias.

Después de hacer los cálculos, resumimos los valores más destacados:

Tabla 2.13. Resumen valores sistema geotérmico.

BOMBA	CAUDAL EN PRIMARIO[m3/h]	CAUDAL SECUNDARIO[m3/h]	PERDIDA DE CARGA PRIMARIO[m.c.a]	PERDIDA DE CARGA EN SECUNDARIO[m.c.a]	Nº DE PLACAS
LGP300	9.5	9.5	5,323	4,85	60
LGP 240	8.36	8.36	4.201	3,783	60
LGP 240	8.36	8.36	4.201	3,783	60

III.CALCULOS

LGP 150	7.072	7.072	4,048	3,498	40
----------------	-------	-------	-------	-------	----

Los cálculos de las temperaturas de entrada y salida del circuito primario(circuito que viene del evaporador de la bomba geotérmica) como las del circuito secundario(circuito de refrigeración de los locales previstos) los introducimos en la siguiente tabla

Tabla 2.14.Temperaturas en los intercambiadores de placas

BOMBA	TEMPERATURA ENTRADA PRIMARIO[°C]	TEMPERATURA SALIDA PRIMARIO[°C]	TEMPERATURA ENTRADA SECUNDARIO[°C]	TEMPERATURA SALIDA SECUNDARIO[°C]
LGP300	-4	6.82	10	5
LGP 240	-4	6.82	10	5
LGP 240	-4	6.82	10	5
LGP 150	-4	6.82	10	5

Los informes del programa GEA BRAZED SELECTED están a continuación:

III.CALCULOS

INTERCAMBIADOR PARA BOMBA GEOTERMICA LGP 300

HEAT EXCHANGER CALCULATION

GEA Brazed Select 2012.3

Design Calculation -- WP525M- 50

Input Data :

Design Duty :

		Side 1	Side 2
Fluid Name	:	Propylene Glycol	Water
Liquid Concentration	% :	20	-
Inlet Temperature	°C :	-4	10
Outlet Temperature	°C :	6,82	5
Mass Flow Rate	kg/s :	2,6388	2,6388
Pressure	bar :	-	-
Max. Acceptable Pressure Drop	kPa :	50	50
Physical Properties of Fluid :			

III.CALCULOS

Reference Temperature	°C :	1,23	10
Viscosity	mPas :	3,984	1,311
Viscosity Wall	mPas :	3,195	1,437
Density	kg/m ³ :	1030,7	1000
Specific Heat Capacity	kJ/kg,°C :	3,886	4,204
Thermal Conductivity	W/m,°C :	0.491	0,587
Designed Plate Heat Exchanger :			
Heat Load	kW :	110,9	
Total Heat Transfer Area	m ² :	4,06	
Log Mean Temperature Difference	°C :	8,77	
Overall H.T.C.	W/m ² ,°C :	3450/3115	
Calculated Pressure Drop	kPa :	52,2	47,6
Number of Channels	:	1*29M	1*30M
Connection Diameter	mm :	25	25
Number of Heat Transfer Units	NTU :	1,192	1,14
Total Number of Plates	:	60	
Oversurfacing	% :	11	
Fouling Factor	m ² ,°C/kW :	0,0311	

III.CALCULOS

INTERCAMBIADOR PARA BOMBA GEOTERMICA LGP 240

HEAT EXCHANGER CALCULATION

GEA Brazed Select 2012.3

Design Calculation -- WP525M- 50

Input Data :

Design Duty :

		Side 1	Side 2
Fluid Name	:	Propylene Glycol	Water
Liquid Concentration	% :	20	-
Inlet Temperature	°C :	-4	10
Outlet Temperature	°C :	6,82	5
Mass Flow Rate	kg/s :	2,32222	2,3222
Pressure	bar :	-	-

III.CALCULOS

Max. Acceptable Pressure Drop	kPa :	50	50
Physical Properties of Fluid :			

Reference Temperature	°C :	1,23	10
Viscosity	mPas :	3,984	1,311
Viscosity Wall	mPas :	3,195	1,438
Density	kg/m ³ :	1024,7	1000
Specific Heat Capacity	kJ/kg,°C :	4,021	4,204
Thermal Conductivity	W/m,°C :	0,491	0,587

Designed Plate Heat Exchanger :			
Heat Load	kW :	110,9	
Total Heat Transfer Area	m ² :	4,06	
Log Mean Temperature Difference	°C :	8,58	
Overall H.T.C.	W/m ² ,°C :	3450/3115	
Calculated Pressure Drop	kPa :	41,2	37,1
Number of Channels	:	1*29M	1*30M
Connection Diameter	mm :	25	25
Number of Heat Transfer Units	NTU :	1,192	1,14
Total Number of Plates	:		60
Oversurfacing	% :		11
Fouling Factor	m ² ,°C/kW :		0,0311

III.CALCULOS

INTERCAMBIADOR PARA BOMBA GEOTERMICA LGP 150

HEAT EXCHANGER CALCULATION

GEA Brazed Select 2012.3

Design Calculation -- WP525M- 40

Input Data :

Design Duty :

		Side 1	Side 2
Fluid Name	:	Propylene Glycol	Water
Liquid Concentration	% :	20	-
Inlet Temperature	°C :	-4	10

III.CALCULOS

Outlet Temperature	°C :	6,82	5
Mass Flow Rate	kg/s :	1,96444	1,96444
Pressure	bar :	-	-
Max. Acceptable Pressure Drop	kPa :	50	50
Physical Properties of Fluid :			
Reference Temperature	°C :	1,23	10
Viscosity	mPas :	3,984	1,311
Viscosity Wall	mPas :	3,202	1,431
Density	kg/m ³ :	1024,7	1000
Specific Heat Capacity	kJ/kg,°C :	4,021	4,204
Thermal Conductivity	W/m,°C :	0,491	0,587
Designed Plate Heat Exchanger :			
Heat Load	kW :	82,6	
Total Heat Transfer Area	m ² :	2,66	
Log Mean Temperature Difference	°C :	8,58	
Overall H.T.C.	W/m ² ,°C :	3698/3539	
Calculated Pressure Drop	kPa :	39,7	34,3
Number of Channels	:	1*19M	1*20M
Connection Diameter	mm :	25	25
Number of Heat Transfer Units	NTU :	1,192	1,14
Total Number of Plates	:	40	
Oversurfacing	% :	5	
Fouling Factor	m ² ,°C/kW :	0,0122	

2.6. CALCULO DE ACCESORIOS EN EL CIRCUITO.

2.6.1.CALCULO AISLAMIENTO TUBERIAS DEL COLECTOR.

Calcularemos el aislamiento necesario para evitar condensaciones de las tuberías del colector que discurren por el interior de la instalación.

Los componentes de una instalación dispondrá de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos a temperatura(R.I.T.E 0.3.1):

- ✓ Inferior a la temperatura ambiente
- ✓ Superior a 40°C y estén situados en locales no calefactados ,entre los que se deben considerar los patinillos,galerías,salas de máquinas y similares.

III.CALCULOS

La temperatura de salida de la mezcla de agua con anticongelante del condensador de la bomba geotermica es de -4°C ,y es este tramo el que necesita aislarse.

Los calculos,basados en el RITE y las tablas usadas las podemos ver en el **ANEXO 14.**

El colector ,que tiene un diametro interior de 50 mm y que discurre por el interior de la instalacion necesita un aislamiento termico de 40 mm a la que incrementamos en 5 mm el espesor ya que tiene un funcionamiento continuo.

El colector necesita un aislamiento de **45 mm** con una conductividad térmica de referencia a 10°C de $0,040 \text{ W}/(\text{m.K})$,como es la lana de roca.

2.7.CALCULO DE LA CONCENTRACION DE ANTICONGELANTE NECESARIA.

El fluido que circula por el lazo cerrado debe tener una protección antihielo cuando su temperatura baja a menos de 4°C al salir del terreno y entrar en el edificio.

En efecto, como existe una diferencia de temperaturas entre las paredes de la tubería del intercambiador de calor agua-refrigerante, una temperatura del lazo de 4°C

III.CALCULOS

origina una temperatura del serpentín inferior a 0°C,y se forma una capa de hielo en el lado del agua del intercambiador de calor.

De este modo, se reduce el rendimiento de la transferencia de calor y el caudal de agua se restringe o se bloquea elevando la presión y posiblemente parando la bomba.

En casos extremos, el hielo formado puede destruir la tubería del intercambiador de calor, obligando a una reparación cara o la sustitución de la bomba de calor

En el **ANEXO 15** podemos ver las ventajas y desventajas de los tipos de anticongelantes mas comunes.

Se observa que el metanol y el propilenoglicol son los recomendados por este orden

Nosotros utilizaremos propilenoglicol por su menos grado de peligrosidad, ya que el metanol puede ser inflamable y tóxico ;en un recinto cerrado con gran afluencia de gente no conviene correr riesgos, aunque el precio sea 10 veces mayor.

La instalación de las tuberías será totalmente enterrada, por lo que no le afectará las temperaturas mínimas del ambiente.

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) elaboró una guía para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) con datos de las condiciones climáticas exteriores de muchas ciudades de España; tomaremos los datos de la estación meteorológica situada en Valladolid donde nos dan información del terreno a una profundidad de 20 cm. Se recogen estos datos 4 veces al día ,a las 0, 6, 12 y 18 h a lo largo de un mínimo de 10 años.

Los valores vienen recogidos en esta tabla:

Tabla 2.15.Valores meteorologicos historicos en la ciudad de Valladolid

III.CALCULOS

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD ₁₅ (°C)	GD ₂₀	GD ₂₅	RADH (kWh/m ² día)	TTERR (°C)
Enero	3,8	4,9	346	501	0	1,7	4,4
Febrero	5,3	7,2	274	415	0	2,9	5,4
Marzo	8,8	10,9	202	348	1	4,0	8,2
Abril	10,5	12,7	154	289	4	5,2	12,8
Mayo	14,9	16,9	76	183	24	6,3	18,1
Junio	20,4	23,0	19	75	88	7,5	25,9
Julio	22,1	24,5	9	53	118	7,3	27,6
Agosto	21,8	24,2	8	53	108	6,3	27,1
Septiembre	18,0	20,7	29	106	46	4,9	22,3
Octubre	13,0	15,1	93	223	5	3,0	15,4
Noviembre	7,1	8,9	237	386	0	1,9	8,9
Diciembre	4,2	5,6	334	489	0	1,5	5,2

La temperatura media del terreno será de **15,2 °c** y la temperatura mínima del suelo se da en el mes de enero con un valor de **4,4 °C**

Debido a las bajas temperaturas del fluido de trabajo a la salida del condensador en la bomba geotérmica (que pueden llegar a los -4°C) hallaremos la concentración necesaria de propilenglicol para que no se congele la mezcla.

Elegiremos una temperatura de seguridad de hasta -8°C y hallaremos la concentración del anticongelante mediante una grafica que relaciona temperatura con concentración:.

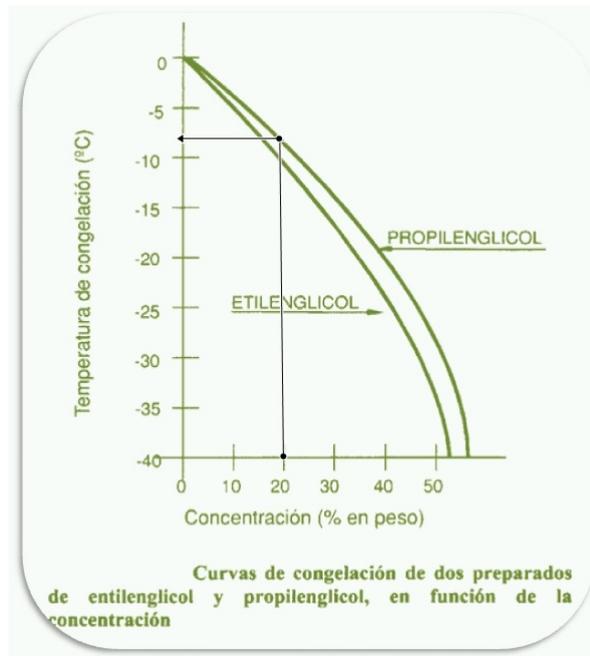


Figura 2.5. Curvas de congelación del etilenglicol y propilenglicol I en función de la concentración

La concentración que elegiremos será del **20%** del propilenglicol

2.8.CALCULO DE LOS VASOS DE EXPANSION DEL CIRCUITO ENTRE SONDAS Y BOMBA DE CALOR GEOTERMICA

El dimensionado del vaso de expansión se efectuará siguiendo las indicaciones de la instrucción UNE 100.155. Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen total de agua o mezcla con anticongelante(litros) en la instalación
- Temperatura mínima de funcionamiento, para la cual se asumirá el valor de -4°C.a la que corresponde la máxima densidad.
- Temperatura máxima que puede alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar (1,5 y 4 bar).
- Volumen de expansión calculado en litros.

El coeficiente de expansión del agua para las temperaturas teniendo en cuenta el aumento de volumen de agua acompañada de un aumento del volumen disponible, debido a la dilatación simultánea de los componentes del circuito, puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$C_e = (3,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2708,3 \cdot 10^{-6}) \quad [2.7]$$

Cuando el fluido portador de calor sea una disolución de propilenglicol en agua, el coeficiente de expansión C_e deberá multiplicarse por el siguiente factor de corrección:

$$f = a \cdot (1,8T + 32)^b \quad [2.8]$$

Donde:

$$a = -0,0134(G^2 - 143,8G - 1918,2) \quad [2.9]$$

$$b = 3,5 \cdot 10^{-4}(G^2 - 94,57G + 500) \quad [2.10]$$

Siendo G el porcentaje de propilenglicol en agua; válido para un contenido de propilenglicol entre el 20 % y el 50 % en volumen.

III.CALCULOS

El coeficiente de expansión es siempre positivo y menor que la unidad y representa la relación entre el volumen útil del vaso de expansión, que debe ser igual al volumen del fluido expansionado, y el volumen del fluido contenido en la instalación.

El siguiente paso es calcular el coeficiente de presión válido para los vasos de expansión cerrados sin trasiego de fluido al exterior del sistema. Este valor se halla partiendo de la ecuación de estado para gases perfectos, considerando que la variación de volumen tenga lugar a temperatura constante. Este coeficiente, positivo y mayor que la unidad, representa la relación entre el volumen total y el volumen útil del vaso de expansión.

$$C_p = \frac{P_{\max}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad [2.11]$$

Donde:

P_{\max} → Es la presión máxima en el vaso (bar)

P_{\min} → Es la presión mínima en el vaso (bar)

Para un vaso de expansión cerrado, con fluido en contacto directo (con diafragma) con un gas presurizado, el volumen total del vaso se calcula mediante la siguiente expresión.

$$V_t = V_{ms} \cdot C_e \cdot C_p \quad [2.12]$$

La bomba de calor de LGP 240 que está conectada con las perforaciones P14 a P22 tiene un volumen de agua en sus tuberías de 0.976 metros cúbicos

La bomba de calor LGP 240 que está conectada con las perforaciones P23 a P31 tiene un volumen de agua en sus tuberías de 0.893 metros cúbicos

La bomba de calor LGP 300 que está conectada a las perforaciones P1 a P13 tiene un volumen de 0,921 metros cúbicos.

La bomba de calor LGP 150 conectada a las perforaciones P32 a P37 tiene un volumen de 0,367 metros cúbicos.

III.CALCULOS

Hay que tener en cuenta el agua de las bombas geotermicas y de otros accesorios.

Los calculos los hice mediante un excel y obtengo los siguientes resultados:

Tabla 2.16.Volumen del vaso de expansion.

CIRCUITO-BOMBA	VOLUMEN TOTAL DEL VASO DE EXPANSION[l]
LGP 240[P14,P22]	14,05914901
LGP240[P22,P31]	12,92181045
LGP 300[P1,P13]	13,30549093
LGP150[P32,P37]	5,714098575

Escogeremos unos vasos de expansion marca IBAIONDO con capacidad para 18 litros modelo 18 CMR ,con unas dimensiones de 270x350 mm ,un peso de 4,5 Kg para los circuitos de las bombas LGP 240 y LGP 300

Para el circuito de la bomba LGP 150 escogemos otro vaso,de la misma marca,modelado 8CMR ,con unas dimensiones de 200x350 mm ,un peso de 2,5 Kg

III.CALCULO

Capítulo 3:Cálculo de la demanda de refrigeración

III.CALCULO

3.DEMANDA DEL REFRIGERACION

Para el cálculo de la demanda de refrigeración de las diversas instalaciones del recinto debemos guiarnos por el Código Técnico de la Edificación (CTE), el documento básico HE: ahorro de energía y por el libro de calor y frío industrial de la UNED, que sigue las especificaciones del RITE

Las instalaciones que pretendemos refrigerar son el pabellón, el gimnasio y la sala de bailes

Vamos a seguir los siguientes pasos:

- ✓ Calculo de los coeficientes de conductividad K de los cerramientos
- ✓ Calculo de la carga térmica de refrigeración.

3.1 CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA DE LOS CERRAMIENTOS.

Para el cálculo de los coeficientes K de los cerramientos seguimos los pasos dados en el **ANEXO 11**

Las transmitancias de los cerramientos los presentamos a continuación:

1. Cerramiento de Hormigón

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
Hormigón con áridos ligeros		0.2	0.33	0.6060

$$K_1 = 1.2885 \text{ W/m}^2\text{K}$$

III.CALCULO

2. Muro exterior de piscina

material	Densidad [kg/m3]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m2k/W]
Enlucido de cemento	2000	0.03	1.4	0.0214
Ladrillo hueco doble	1200	0.15	0.49	0.306
Cámara de aire	0	0.05		0.16
Ladrillo hueco doble	1200	0.03	0.49	0.204
Enlucido de yeso	1000	0.015	0.81	0.0185

$$K_2=1.1365 \text{ W/m}^2\text{K}$$

3. Cristalera U-glass

material	Densidad [kg/m3]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m2k/W]
Cristal U-glass	2700	0.050	0.4320	0.1157

III.CALCULO

$$K_3=3.5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

4. puertas metálicas

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
Puerta metálica	7850	0.050	1.660	0.030

$$K_4=5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

5. ventanas dobles (4+6+4)

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
crystal		0.014	0.1128	0.01241

$$K_5=3.4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

6. cristalera entrada de pabellón

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
Cristal		0.01	4.14	2.41x10 ⁻³

III.CALCULO

$$K_6=5.8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

7. cubierta de pabellón

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
Panel sándwich con espuma de poliuretano rígido	40	0.03	0.05084	0.59

$$K_7=1.37 \text{ W/m}^2\text{K}$$

8. cubierta de sala de bailes

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
grava	1700	0.1	0.81	0.123
Poliestireno	10	0.1	0.057	1.7544
Hormigon armado	2400	0.25	1.63	0.1533
Bovedillas de hormigón	692	0.180	0.35	0.514

III.CALCULO

$$K_8=0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$$

9. Cubierta de Gimnasio

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
panel sándwich de poliuretano	40	0.01	0.024	0.4166

$$K_9=1.813 \text{ W/m}^2\text{K}$$

10. suelo sala de bailes y gimnasio

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
Arena	1500	0.05	0.58	0.0862
Grava rodada	1700	0.05	0.81	0.06172
Tela asfáltica	1100	0.001	0.19	0.0052
Plancha de	1600	0.15	0.73	0.2054

III.CALCULO

hormigón de áridos ligeros				
Suelo de goma		0.095	0.3	0.03166

$$K_{10}=1.886 \text{ W/m}^2\text{K}$$

11. suelo de pista de pabellón

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
Arena	1500	0.05	0.58	0.0862
Grava rodada	1700	0.05	0.81	0.06172
Tela asfáltica	1100	0.001	0.19	0.0052
Plancha de hormigón de áridos ligeros	1600	0.15	0.73	0.2054
Tarima de madera	600	0.022	0.14	0.015714

$$K_{11}=1.458 \text{ W/m}^2\text{K}$$

12. suelo de pabellón

III.CALCULO

material	Densidad [kg/m3]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m2k/W]
Arena	1500	0.05	0.58	0.0862
Grava rodada	1700	0.05	0.81	0.06172
Tela asfáltica	1100	0.001	0.19	0.0052
Plancha de hormigón de áridos ligeros	1600	0.15	0.73	0.2054
Baldosas de gres	2000	0.05	1	0.05

$$K_{12}=1.6167 \text{ W/m2K}$$

13. muro de pabellón en contacto con el terreno

$$K_{13}=0.44475 \text{ W/m2K}$$

14. tabiquería interior pabellón

material	Densidad [kg/m3]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m2k/W]
Bloques de hormigón	2200	0.2	0.46	1.653

$$K_{14}=1.653 \text{ W/m2K}$$

III.CALCULO

15. Tabiquería interior con baldosa

material	Densidad [kg/m3]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m2k/W]
Yeso	1000	0.015	0.81	0.01852
Ladrillo hueco doble	1200	0.1	0.49	0.2041
Cemento cola	2000	0.015	1.5	0.01
Azulejos	900	1.05	0.005	4.7619x10-3

$$K_{15}=2.455 \text{ W/m}^2$$

16. tabiquería interior

material	Densidad [kg/m3]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m2k/W]
Yeso	1000	0.015	0.81	0.01852
Ladrillo hueco doble	1200	0.1	0.49	0.2041
Yeso	1000	0.015	0.81	0.01852

III.CALCULO

$$K_{16}=2.432 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

17. tabiquería interior pabellón en contacto con espacio no habitable

material	Densidad [kg/m ³]	Espesor [m]	Conductividad [W/mk]	Resistencia [m ² k/W]
Bloques de hormigón	2200	0.2	0.46	1.653

$$K_{17}=1.44 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

3.2. CALCULO DE LAS CARGAS DE REFRIGERACION.

Necesitamos conocer las necesidades de refrigeración de las siguientes instalaciones:

- ✓ pabellón municipal de parquesol.
- ✓ gimnasio
- ✓ sala de bailes

Para su cálculo seguiremos las indicaciones del ANEXO 12, que es un método basado en el R.I.T.E

Los cálculos realizados se exponen a continuación :

PABELLON

1.1. RADICION SOLAR VENTANAS.

TIPO

SUPERFICIE[m²]

ORIENTACION

III.CALCULO

U-GLASS	273	SUR
CRISTALERA	19,5	SURESTE
U-GLASS	273	NORTE

1.1 RADIACION Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO.

TIPO	SUPERFICIE[m2]	ORIENTACION	DTE+1
MURO HORMIGON	28.77	SUR	11.18
PUERTA METALICA	3.73	SUR	12.58
VIGAS	31.5	SUR	15.1
CUBIERTA SOLEADA	945		18.5
CUBIERTA EN SOMBRA	877.5		5.2
MURO HORMIGON ENTERRADO	80.5	SUR	11.18
PANEL FACHADA	162	SURESTE	10.7
MURO HORMIGON	33.75	SURESTE	10.7

III.CALCULO

ENTERRADO			
PUERTA METALICA	3.7352	SURESTE	10.7
MURO DE HORMIGON	30	SURESTE	10.7
VIGAS	15	SURESTE	10.7
MURO DE HORMIGON	112.5	NORTE	3.92
VIGAS	31.5	NORTE	7.7
MURO DE HORMIGON	16.264	NOROESTE	5.02
VIGAS	15	NOROESTE	5.87
PANEL FACHADA	162	NOROESTE	14.1

1.3. TRANSMISION PAREDES Y TECHOS NO EXTERIORES, VIDRIOS Y SUELOS.

TIPO	SUPERFICIE	Δt
U-GLASS	504	10
CRISTALERA	18	10
SUELO PABELLON	1215	4.6
SUELO HALL Y PASILLOS	224	4.6

III.CALCULO

1.2 DEBIDO A INFILTRACIONES

INFILTRACIONES[m ³ /h]	NUMERO DE PUERTAS	NUMERO DE PERSONAS
5	1	50

1.3 GENERADO POR PERSONAS

	CALOR SENSIBLE POR PERSONAS [kW/h]	NUMERO DE PERSONAS
Personas	70	20
Personas	150	30

2.1 LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACION.

CAUDAL DE INFILTRACION [m ³ /h]	DIFERENCIA HUMEDADES ABSOLUTAS ΔW
250	3

2.2. LATENTE GENERADO POR PERSONAS.

III.CALCULO

	CALOR LATENTE POR PERSONAS [kW/h]	NUMERO DE PERSONAS
Personas	35	20
Personas	270	30

SALA DE BAILES

1.1. RADICION SOLAR VENTANAS.

TIPO	SUPERFICIE[m2]	ORIENTACION
CRISTAL DOBLE	7	NOROESTE
CRISTAL DOBLE	7	NORESTE

0

1.4 RADIACION Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO.

TIPO	SUPERFICIE[m2]	ORIENTACION	DTE+1
MURO EXTERIOR	25.5	NOROESTE	6.125
MURO EXTERIOR	148.85	NORESTE	6.987

III.CALCULO

PUERTA	31.5	NORESTE	7.4
CUBIERTA SOLEADA	174		18.5

1.3. TRANSMISION PAREDES Y TECHOS NO EXTERIORES, VIDRIOS Y SUELOS.

TIPO	SUPERFICIE	Δt
TABIQUE INTERIOR	22.9	1
VIDRIO EXTERIOR	174	10
VIDRIO INTERIOR	63	5
SUELO	174	4.6

1.5 DEBIDO A INFILTRACIONES

INFILTRACIONES[m3/h]	NUMERO DE PUERTAS	NUMERO DE PERSONAS
5	1	10

1.6 GENERADO POR PERSONAS.

III.CALCULO

	CALOR SENSIBLE POR PERSONAS [kW/h]	NUMERO DE PERSONAS
Personas	150	10

1.7 CARGA SENSIBLE POR ILUMINACION DEL LOCAL

	POTENCIA [kW]	NUMERO DE LUMINARIAS
Iluminación fluorescente	32	15

2.1 LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACION.

CAUDAL DE INFILTRACION [m3/h]	DIFERENCIA HUMEDADES ABSOLUTAS ΔW
100	3

2.2. LATENTE GENERADO POR PERSONAS.

CALOR LATENTE POR PERSONAS [kW/h]	NUMERO DE PERSONAS
--	---------------------------

III.CALCULO

Personas	270	10
----------	-----	----

GIMNASIO

1.1. RADICION SOLAR VENTANAS.

TIPO	SUPERFICIE[m2]	ORIENTACION
CRISTAL DOBLE	3.14	SUR

0

1.8 RADIACION Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHO.

TIPO	SUPERFICIE[m2]	ORIENTACION	DTE+1
MURO EXTERIOR	83.26	SUR	15.1
MURO EXTERIOR	110	SURESTE	10.7
CUBIERTA SOLEADA	200		18.5

III.CALCULO

1.3. TRANSMISION PAREDES Y TECHOS NO EXTERIORES, VIDRIOS Y SUELOS.

TIPO	SUPERFICIE	Δt
TABIQUE INTERIOR CON BALDOSAS	31.25	1
TABIQUE INTERIOR SIN BALDOSAS	30	1
VIDRIO INTERIOR	30	1
SUELO	200	4.6

1.9 DEBIDO A INFILTRACIONES

INFILTRACIONES[m3/h]	NUMERO DE PUERTAS	NUMERO DE PERSONAS
5	1	10

1.10 GENERADO POR PERSONAS.

	CALOR SENSIBLE POR PERSONAS [kW/h]	NUMERO DE PERSONAS
Personas	150	10

III.CALCULO

2.1 LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACION.

CAUDAL DE INFILTRACION [m ³ /h]	DIFERENCIA HUMEDADES ABSOLUTAS ΔW
100	3

2.2. LATENTE GENERADO POR PERSONAS.

	CALOR LATENTE POR PERSONAS [kW/h]	NUMERO DE PERSONAS
Personas	270	10

Las fichas de cálculo de las cargas de refrigeración las ponemos a continuación:

III.CALCULO

HOJA DE CALCULO DE LA CARGA TERMICA DE REFRIGERACION

Datos generales

Superficie del local:**1755** [m²] tipo de local: **POLIDEPORTIVO**
Ocupación:**50** personas
Ventilación: [m³/persona h] x personas: [m³/h]
Infiltraciones: **250** [m³/h]
Temperatura exterior:**33** [°C]
humedad relativa exterior:**35** [%] humedad absoluta exterior :**10.5** [g/kg]
Temperatura interior :**23** [°C]
Humedad relativa interior: **35** [%] humedad absoluta interior:**7.5** [g/kg]
Diferencia de temperaturas:**10** [°C] diferencia de humedades **3** [g/kg]
Mes de calculo: **JULIO**
Hora solar de calculo:**16**
Localidad: **VALLADOLID** latitud **41° 38'26.57"**
Excursión térmica diaria: **13** [°C]

Iluminación fluorescente: [kW]
Incandescente: [kW]

III.CALCULO

CARGA SENSIBLE POR RADIACION SOLAR[W]

orientación	Superficie[m2]	Radiación unitaria[kW]	Factores de atenuación	
Ventanas S	39	41	1	11193
Ventanas SE	19.5	33	1	643.5
Ventanas N	19.5	33	1	9009
				20845.5 W

CARGA SENSIBLE POR RADIACION Y TRANSMISION (paredes exteriores y techo)

orientación	Superficie[m2]	Coeficiente de transmisión [w/m2°C]	DTE[°C]	
S	28.76	1.2885	10.18+1	414
S	3.7352	5	11.58+1	235
S	31.5	5.8704	14.1+1	2793
En sombra	607.5	1.37	4.2+1	4328
Soleado	1215	1.37	17.5+1	30794
S	80.5	0.44475	10.18+1	400.3
SE	162	1.5	9.7+1	2600
SE	33.75	0.44475	9.7+1	145.6
SE	3.7352	5	9.7+1	199.8
SE	30	1.2885	9.7+1	413.6
N	112.5	1.2885	2.92+1	568.23
N	63	5.8704	6.7+1	2847.7
NE	16.264	1.2885	4.02+1	568.23
NE	3.7352	5	4.87+1	109.63

III.CALCULO

NE	162	1.5	13.1+1	3426.3
				49841.48 W

CARGA SENSIBLE POR TRANSMISION (ventanas, paredes interiores y suelo)

objeto	Superficie[m2]	Coeficiente de transmisión [w/m2°C]	Δt [°C]	
Vidrios U	504	3.5	10	17640
Vidrio simple	18	5.8	10	1044
Suelo madera	1215	1.458	4.6	8148.7
Suelo gres	224	1.6167	4.6	1665.84
Tabiquería interior	245	1.653	7	2834.89
Tabiquería interior no habitable	32.5	0.5616	7	127.764
Tabiquería en contacto con hall piscina	120	0.6729	1	80.748
				31538 W

CARGA SENSIBLE POR INFILTRACIONES

Volumen de infiltración [m3/h]	Δt [°C]		
250	10	725 Kcal/h	843 W

CARGA SENSIBLE GENERADA POR PERSONAS

III.CALCULO

	Calor sensible por persona [kW/h]	Numero de personas	
Personas	70	20	1400 W
Personas	150	30	4500 W

CARGA SENSIBLE POR ILUMINACION DEL LOCAL

	Potencia[kW]	Numero de luminarias	
Iluminación incandescente			
Iluminación fluorescente			

CARGA SENSIBLE POR AIRE DE VENTILACION

Caudal volumétrico[m ³ /h]	Δt [°C]	Factor de by-pass batería	

CARGA LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACION

Caudal de infiltración [m ³ /h]	Diferencia de humedades absolutas ΔW		
250	3	540 kcal/h	628 W

III.CALCULO

CARGA LATENTE GENERADO POR PERSONAS

	Calor latente por persona [kW/h]	Numero de personas	
Personas	35	20	700 W
Personas	270	30	8100W

CARGA LATENTE GENERADO POR OTRO MOTIVO

motivo	Carga latente[kW]

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	108968 W
FACTOR DE SEGURIDAD:10%	10896.8 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	119864.7 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	9428 W
FACTOR DE SEGURIDAD	942.8 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	10370.8 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	130235.57 W
-----------------------------	--------------------

III.CALCULO

orientación	Superficie[m2]	Radiación unitaria[kW]	Factores de atenuación	
Ventanas NO	7	33	1	392.7
Ventanas NE	7	33	1	392.7
				785.4W

CARGA SENSIBLE POR RADIACION Y TRANSMISION (paredes exteriores y techo)

orientación	Superficie[m2]	Coeficiente de transmisión [w/m2°C]	DTE[°C]	
NE	25.9	1.1365	5.125+1	33.1615
NO	148	1.1365	5.9875+1	1175.31
NE	3.7352	3.5	7.4+1	109.82
Soleado	175	0.3176	17.5+1	1028.23

III.CALCULO

				2346.52 W
--	--	--	--	------------------

CARGA SENSIBLE POR TRANSMISION (ventanas, paredes interiores y suelo)

objeto	Superficie[m2]	Coeficiente de transmisión [w/m2°C]	Δt [°C]	
Vidrio exterior	174	3.4	10	5916.9
Vidrio interior	63	3.4	5	1071
Suelo	175	1.886	4.6	1437
Tabiqueria interior con azulejos	22.925	2.432	3	168.84
				8594

CARGA SENSIBLE POR INFILTRACIONES

Volumen de infiltración [m3/h]	Δt [°C]		
100	10	290 Kcal/h	337.27 W

CARGA SENSIBLE GENERADA POR PERSONAS

	Calor sensible por persona [kW/h]	Numero de personas	
Personas	150	10	1500 W

III.CALCULO

Personas			
----------	--	--	--

CARGA SENSIBLE POR ILUMINACION DEL LOCAL

	Potencia[kW]	Numero de luminarias	
Iluminación incandescente			
Iluminación fluorescente	32	15	480 W

CARGA SENSIBLE POR AIRE DE VENTILACION

Caudal volumétrico[m ³ /h]	Δt [°C]	Factor de by-pass batería		
648	10	0.3	563 Kcal/h	655.65W

CARGA LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACION

Caudal de infiltración [m ³ /h]	Diferencia de humedades absolutas ΔW		
100	3	216 kcal/h	251 W

CARGA LATENTE GENERADO POR PERSONAS

III.CALCULO

	Calor latente por persona [kW/h]	Numero de personas	
Personas	270	10	2700 W
Personas			

CARGA LATENTE GENERADO POR OTRO MOTIVO

motivo	Carga latente[kW]

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	14698.84 W
FACTOR DE SEGURIDAD:10%	1469.88 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	16168.724 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	2951 W
FACTOR DE SEGURIDAD	295.1 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	3246.1 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	19414.8 W
-----------------------------	------------------

III.CALCULO

HOJA DE CALCULO DE LA CARGA TERMICA DE REFRIGERACION

Datos generales

Superficie del local:**200** [m²] tipo de local: **GIMNASIO**
Ocupación:**15** personas
Ventilación: **43.2** [m³/persona h] x **15** personas: **648** [m³/h]
Infiltraciones: **250** [m³/h]
Temperatura exterior:**33** [°C]
humedad relativa exterior:**35** [%] humedad absoluta exterior :**10.5** [g/kg]
Temperatura interior :**22** [°C]
Humedad relativa interior: **35** [%] humedad absoluta interior:**7.5** [g/kg]
Diferencia de temperaturas:**10** [°C] diferencia de humedades **3** [g/kg]
Mes de calculo: **JULIO**
Hora solar de calculo:**16**
Localidad: **VALLADOLID** latitud **41° 38'26.09"**
Excursión térmica diaria: **13** [°C]

Iluminación fluorescente: [kW]
Incandescente: [kW]

III.CALCULO

CARGA SENSIBLE POR RADIACION SOLAR[W]

orientación	Superficie[m2]	Radiación unitaria[kW]	Factores de atenuación	
Ventanas S	3.14	41	1	150.6
				150.6W

CARGA SENSIBLE POR RADIACION Y TRANSMISION (paredes exteriores y techo)

orientación	Superficie[m2]	Coeficiente de transmisión [w/m2°C]	DTE[°C]	
S	83.26	1.1365	14.1+1	1428.8
SE	110	1.1365	9.7+1	1337.6
SO	312.5	1.1365	13.71+1	5225.2
Soleado	200	1.8127	23.6+1	8918.5

III.CALCULO

				16908.5W

CARGA SENSIBLE POR TRANSMISION (ventanas, paredes interiores y suelo)

objeto	Superficie[m2]	Coeficiente de transmisión [w/m2°C]	Δt [°C]	
Vidrio exterior	3.14	3.4	10	106.76
Vidrio interior	30	3.4	5	510
Suelo	200	1.886	4.6	1642.3
Tabiqueria interior con azulejos	30	2.432	3	218.88
Tabiqueria interior	31.25	2.455	3	230.15
				2708 W

CARGA SENSIBLE POR INFILTRACIONES

Volumen de infiltración [m3/h]	Δt [°C]		
100	10	290 Kcal/h	337.27 W

CARGA SENSIBLE GENERADA POR PERSONAS

	Calor sensible por	Numero de
--	--------------------	-----------

III.CALCULO

	persona [kW/h]	personas	
Personas	150	15	2250 W
Personas			

CARGA SENSIBLE POR ILUMINACION DEL LOCAL

	Potencia[kW]	Numero de luminarias	
Iluminación incandescente			
Iluminación fluorescente			

CARGA SENSIBLE POR AIRE DE VENTILACION

Caudal volumétrico[m ³ /h]	Δt [°C]	Factor de by-pass batería		
648	10	0.3	563 Kcal/h	655.65W

CARGA LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACION

Caudal de infiltración [m ³ /h]	Diferencia de humedades absolutas ΔW		
100	3	216 kcal/h	251 W

III.CALCULO

CARGA LATENTE GENERADO POR PERSONAS

	Calor latente por persona [kW/h]	Numero de personas	
Personas	270	15	4020 W
Personas			

CARGA LATENTE GENERADO POR OTRO MOTIVO

motivo	Carga latente[kW]

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	23010 W
FACTOR DE SEGURIDAD:10%	2301 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	25311 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	4271 W
FACTOR DE SEGURIDAD	427.14 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	4698.1 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	30010 W
-----------------------------	----------------

III.CALCULO

III.CALCULO

Capítulo 4: Cálculo del sistema de refrigeración pasiva

III.CALCULO

4. CALCULO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION PASIVA

4.1 CALCULO DE LA BATERÍA DE FRIO EN EL GIMNASIO.

La marca WOLF proporciona unas tablas para elegir el tipo de batería más adecuada a nuestras necesidades; en este caso necesito una batería para la UTA modelo KG 40. Estas tablas las expongo a continuación:

Tabla 4.1. Baterías de frío marca Wolf

\dot{V} (m ³ /h)	1 600		2 400		3 200		4 000		
t_{EA} / t_{SA} °C / °C	t_{EAr} °C	\dot{Q} kW	t_{SAr} °C	\dot{Q} kW	t_{SAr} °C	\dot{Q} kW	t_{SAr} °C	\dot{Q} kW	t_{SAr} °C
Intercambiador para agua fría tipo 7									
4/8	32	15,7	11,9	21,2	13,7	26,1	15,0	30,5	16,0
	28	13,2	11,4	17,8	12,9	21,8	14,0	25,3	14,9
	26	11,6	10,8	15,7	12,2	19,2	13,2	22,3	14,0
	25	10,9	10,5	14,6	11,9	17,9	12,8	20,8	13,6
5/10	32	14,0	13,1	18,9	14,7	23,1	16,0	26,9	16,9
	28	11,5	12,6	15,4	14,0	18,8	15,0	21,8	15,8
	26	9,9	12,0	13,3	13,3	16,2	14,2	18,8	14,9
	25	9,2	11,7	12,3	12,9	15,0	13,8	17,4	14,4
6/12	32	12,2	14,1	16,4	15,7	20,1	16,8	23,3	17,7
	28	9,8	13,6	13,0	14,9	15,8	15,8	18,3	16,5
	26	8,2	13,0	10,9	14,1	13,3	14,9	15,3	15,6
	25	7,5	12,7	9,9	13,7	12,0	14,5	13,9	15,0
Tipo 8									
4/8	32	21,0	5,8	30,3	6,8	38,9	7,7	46,9	8,4
	28	18,1	5,9	25,9	6,8	33,4	7,6	40,0	8,3
	26	16,1	5,8	23,1	6,6	29,5	7,3	35,5	8,0
	25	15,1	5,8	21,7	6,6	27,7	7,2	33,3	7,8
5/10	32	19,4	7,1	27,8	8,1	35,5	8,9	42,7	9,7
	28	16,4	7,2	23,4	8,1	29,8	8,9	35,8	9,6
	26	14,4	7,1	20,5	7,9	26,1	8,6	31,3	9,2
	25	13,4	7,1	19,1	7,9	24,2	8,5	29,1	9,1
6/12	32	17,6	8,4	25,1	9,4	31,9	10,2	38,4	10,9
	28	14,6	8,5	20,7	9,4	26,3	10,1	31,4	10,8
	26	12,6	8,4	17,8	9,2	22,5	9,9	26,9	10,4
	25	11,6	8,4	16,3	9,1	20,6	9,7	24,6	10,3

		Tipo 12							
4/8	32	20,8	5,6	30,1	6,4	38,7	7,1	46,8	8,2
	28	18,0	5,6	25,9	6,4	33,2	7,0	40,1	8,0
	26	16,1	5,6	23,2	6,2	29,7	6,8	35,8	7,7
	25	15,2	5,6	21,8	6,2	27,9	6,7	33,7	7,2
5/10	32	19,4	7,1	27,8	7,8	35,7	8,5	43,1	9,0
	28	16,5	7,1	23,6	7,8	30,2	8,4	36,4	8,9
	26	14,6	7,0	20,8	7,7	26,6	8,2	32,1	8,7
	25	13,6	7,0	19,5	7,6	24,8	8,1	29,9	8,5
6/12	32	17,8	8,5	25,5	9,3	32,6	9,9	39,2	10,4
	28	14,9	8,6	21,2	9,2	27,1	9,8	32,5	10,3
	26	13,0	8,5	18,4	9,1	23,4	9,6	28,1	10,0
	25	12,0	8,5	17,0	9,1	21,6	9,5	26,0	9,9
Temp. evap. °C		Evaporador directo Tipo A							
2,0	32	15,2	12,0	19,0	14,5	21,8	16,3	23,9	17,7
	28	13,4	10,9	16,8	13,1	19,2	14,7	21,1	15,9
	26	12,2	10,2	15,2	12,3	17,4	13,8	19,1	14,9
	25	11,6	9,9	14,4	11,9	16,5	13,3	18,1	14,3
5,0	32	13,7	13,3	17,2	15,5	19,8	17,1	21,7	18,3
	28	11,8	12,2	14,9	14,2	17,1	15,6	18,8	16,6
	26	10,6	11,6	13,3	13,4	15,3	14,6	16,8	15,6
	25	10,0	11,3	12,5	12,9	14,3	14,2	15,8	15,1
8,0	32	11,8	14,7	14,9	16,6	17,2	18,0	18,9	19,1
	28	10,0	13,8	12,6	15,4	14,5	16,6	15,9	17,5
	26	8,7	13,1	11,0	14,6	12,6	15,7	13,9	16,5
	25	8,1	12,8	10,2	14,2	11,7	15,2	12,9	16,0
		Tipo B							
2,0	32	17,5	9,4	22,8	11,7	26,8	13,4	30,0	14,8
	28	15,5	8,7	20,1	10,7	23,7	12,2	26,4	13,4
	26	14,1	8,1	18,3	10,0	21,5	11,4	24,0	12,6
	25	13,4	7,9	17,4	9,7	20,4	11,0	22,8	12,1
5,0	32	15,7	11,0	20,5	13,0	24,2	14,5	27,2	15,7
	28	13,7	10,3	17,8	12,0	21,0	13,3	23,5	14,4
	26	12,2	9,8	15,9	11,4	18,7	12,6	21,0	13,5
	25	11,5	9,6	15,0	11,0	17,6	12,2	19,7	13,1
8,0	32	13,6	12,8	17,8	14,4	21,1	15,7	23,6	16,7
	28	11,5	12,1	15,0	13,5	17,7	14,6	19,9	15,5
	26	10,0	11,6	13,1	12,9	15,5	13,9	17,3	14,7
	25	9,3	11,4	12,2	12,6	14,3	13,5	16,1	14,3

Estado de entrada del aire: 32°C / 40 % h.r., 28°C / 47 % h.r.
26°C / 49 % h.r., 25°C / 50 % h.r.

Nota: temperatura mínima de evaporación 2°C.

III.CALCULO

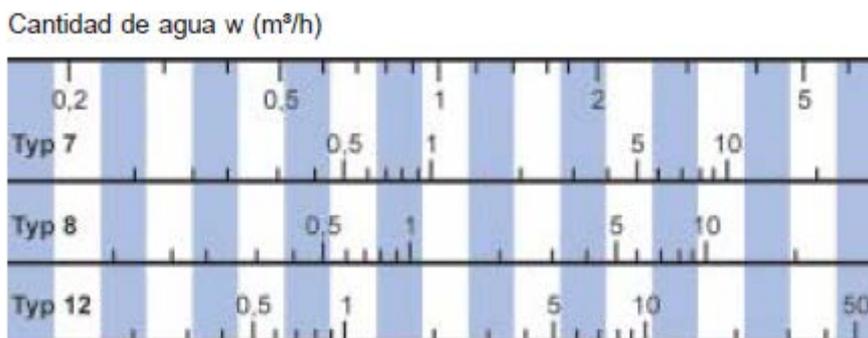
Nosotros necesitamos que con una temperatura de entrada de agua de 5 °C ,una temperatura de entrada del aire del exterior de 32 °C y un caudal de aire de unos 3000 m³/h nos proporcione una potencia de refrigeración de 30 kW.

La solución más idónea sería la **batería número 8,c** on una temperatura de entrada y de salida del agua de 5/10,con una entrada de aire del exterior de 32°C ,un caudal de aire de entrada de 3200 m³/h con una temperatura de salida de 8,9°C y que nos proporciona una potencia de refrigeración de 35,5 kW

La batería numero 8 tiene unas conexiones de 1 ¼ “ y un volumen de 7,5 l en su interior.

Las pérdidas de carga al pasar por la batería se calculan mediante una gráfica dada en las especificaciones de las baterías.

Tabla 4.2.Perdidas de carga en la batería



Para calcular el flujo de agua que atraviesa la batería seguimos la siguiente formula:

$$w = \frac{0,86 \cdot \dot{Q}}{\Delta t_A} \quad [4.1]$$

\dot{Q} Potencia en kW.

$$\Delta t_A = t_{EA} - t_{SA}$$

El flujo de agua es de 6,106 m³/h y las pérdidas de carga de 11.5 Kpa (1,173 m.c.a)

III.CALCULO

4.1.2. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE PRESION DEL CIRCUITO.

Calculamos las pérdidas del circuito para ver si necesitamos una bomba de mayor potencia.

A primera vista, parece que no, ya que la bomba utilizada para la obtención de calor, también alimenta a la UTA del hall, de la marca WOLF, modelo KG 160 ;nosotros utilizaremos el mismo circuito en verano para refrigerar solamente el gimnasio.

Usamos las tablas dadas en el **ANEXO 10** para calcular las pérdidas de presión; los resultados los expongo a continuación:

III.CALCULO

Tabla 4.3.perdidas de carga en el circuito de refrigeración del gimnasio

TRAMO	LONG[m]	CAUDAL(l/h)	CAUDAL(l/s)	D[mm]	$\frac{l}{mm \text{ ca}/100m}$	$\frac{l}{m.c.d.a}$	f. de correccion	$f_{real} \frac{l}{m.c.d.a}$	$l_{eq}[m]$	$l_t[m]$	\sum	P_i	$P_i - \sum$	h	$P_t \frac{l}{m.c.d.a}$
1	10	6106	1,69611111	32	10	0,1	1,075	0,1075	13,83	23,83	2,56	0	-2,56	0	-2,561725
2	8	6106	1,69611111	32	10	0,1	1,075	0,1075	0	8	0,86	-2,56	-3,42	8	-11,421725
3	2	6106	1,69611111	32	10	0,1	1,075	0,1075	10,8	12,8	1,38	-11,4	-12,8		-12,797725
Bateria	0	6106	1,69611111	32	10	0,1	1,075	0,1075	1,173	1,173	0,13	-12,8	-12,9		-12,9238225
5	2	6106	1,69611111	32	10	0,1	1,035	0,1035	10,8	12,8	1,32	-12,9	-14,2	0	-14,2486225
6	8	6106	1,69611111	32	10	0,1	1,035	0,1035	0	8	0,83	-14,2	-15,1	-8	-7,0766225
7	10	6106	1,69611111	32	10	0,1	1,035	0,1035	13,83	23,83	2,47	-7,08	-9,54		-9,5430275

III.CALCULO

La potencia necesaria se calcula con la formula anterior:

$$P = \frac{\dot{Q} \cdot H_m}{75 \cdot \mu} \quad [4.2]$$

Donde

P es la potencia necesaria de la bomba [c.v]

\dot{Q} Es el caudal necesario [l/s]

H_m Son las pérdidas de presión [m.c.a]

μ Es el rendimiento medio de las bombas.

Obtenemos una potencia 0,28775173 c.v, que son 211.5 W

Tenemos una bomba de la marca GRUNDFOS con las siguientes características:

Tabla 4.4.caracteristicas bomba Grundfos

POTENCIA [W]	INTENSIDAD[A]
155	0.25
175	0.29

III.CALCULO

250	0.46
-----	------

No necesitaremos cambiar la bomba.

4.2. CALCULO DE LOS FANCOILS DEL PABELLON.

Optamos por la compra de 6 aerotermos de la marca Wolf, modelo TLHK 63 cuyas características están en el **ANEXO 6**

Conservaremos los accesorios de fijación ya que tienen un peso y dimensión muy parecidos.

Para la refrigeración, con unas condiciones de entrada de agua de 5°C y unas condiciones ambientales exteriores de 32°C y un 40% de humedad relativa, obtenemos en las tablas una potencia de **22,2 kW** de cada aerotermino, con un caudal de aire de 2640 m³/h y 550 r.p.m.

Tabla 4.5.características fancoils Wolf TLHK-63

para agua fría

Nº de revoluciones [min ⁻¹]	550	
Caudal \dot{V}_0 [m ³ /h]	2640	
t_{LE}	\dot{Q}_0	t_{LA}
°C / %H.r.	kW	°C
PKW 32 / 40	22,2	14,3
28 / 47	18,4	13,5
5/10 26 / 49	16,0	12,8
25 / 50	14,9	12,4

Comprobamos las características de este modelo para el modo calefacción en las tablas; vemos que para una entrada y salida de agua de 70°C/50°C, una temperatura dentro del pabellón de 10 °C, obtenemos una potencia de 51,7 kW;

El caudal de agua para ver las pérdidas de carga en los aerotermos se calcula de manera igual al de la UTA con la siguiente formula:

III.CALCULO

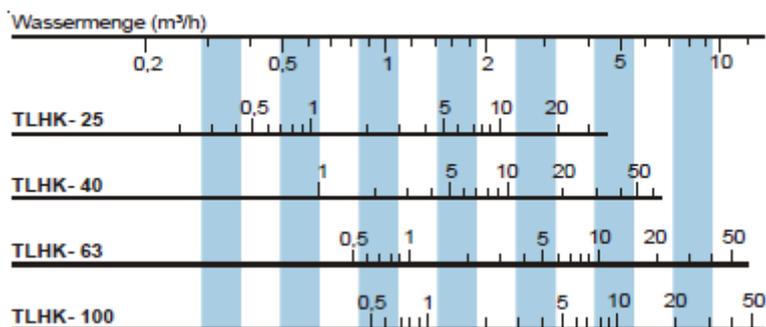
$$w = \frac{0,86 \cdot \dot{Q}}{\Delta t_A} \quad [4.3]$$

\dot{Q} Potencia en kW.

$$\Delta t_A = t_{EA} - t_{SA}$$

Para el cálculo de la pérdida de presión se utiliza la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Pérdidas de presión en Fancoils Wolf TLHK



Para el caso del agua fría obtenemos un caudal de 3.8184 m³/h y una resistencia de 8.5 kPa

En el caso del agua caliente obtenemos un caudal de 2.2131 m³/h y una pérdida de presión de 3.5 kPa.

4.2.1. CALCULO DE LAS PERDIDAS DE PRESION DEL CIRCUITO PABELLON.

Calculamos las pérdidas del circuito para ver si necesitamos una bomba de mayor potencia.

A primera vista, parece que no, ya que la bomba utilizada para la obtención de calor, también alimenta a los radiadores y aerotermos de los vestuarios; esa parte del circuito permanecerá cerrada cuando pongamos el marcha el circuito de refrigeración.

Usamos las tablas dadas en el **ANEXO 10** para calcular las pérdidas de presión.

III.CALCULO

Los resultados los exponemos en la tabla 4.7.

III.CALCULO

Tabla 4.7. perdidas de carga en el circuito de refrigeración del pabellón

TRAMO	L[m]	CAUDAL(l/h)	CAUDAL(l/s)	D[mm]	mm c.a./100m	j[m.c.d.a]	de correccio	j real[m.c.d.a]	Leq[m]	Lt[m]	J	PI	PI-J	h	Pt(m.c.d.a)
1	13	22910,4	6,364	80	1,1	0,011	1,075	0,011825	13,83	26,83	0,32	0	-0,31726475		-0,31726475
2	56,1	22910,4	6,364	80	1,1	0,011	1,075	0,011825	7,2	63,3	0,75	-0,3	-1,06578725		-1,06578725
3	18,3	22910,4	6,364	80	1,1	0,011	1,075	0,011825	20,8	39,06	0,46	-1,1	-1,52767175		-1,52767175
4	21	22910,4	6,364	80	0	0,35	1	0,35	1,8	22,75	7,96	-1,5	-9,49017175		-9,49017175
5	2	11455,2	3,182	80		0,1	1	0,1	0,65	2,65	0,27	-9,5	-9,75517175		-9,75517175
6	28,5	5727,6	1,591	80		0,025	1	0,025	0,65	29,15	0,73	-9,8	-10,4839218		-10,4839218
7	21,5	2863,8	0,7955	80		0,022	1	0,022	0,65	22,15	0,49	-10	-10,9712218		-10,9712218
8	21,5	2863,8	0,7955	80		0,022	1	0,022	0,65	22,15	0,49	-11	-11,4585218		-11,4585218
9	28,5	5727,6	1,591	80		0,025	1	0,025	0,65	29,15	0,73	-11	-12,1872718	0	-12,1872718
10	2	11455,2	3,182	80		0,1	1	0,1	0,65	2,65	0,27	-12	-12,4522718		-12,4522718
11	21	22910,4	6,364	80	0	0,35	1	0,35	110	131	45,9	-12	-58,3022718	9,93	-68,2322718
12	18,3	22910,4	6,364	80	1,1	0,011	1,035	0,011385	1,8	20,1	0,23	-68	-68,4611103		-68,4611103
13	56,1	22910,4	6,364	80	1,1	0,011	1,035	0,011385	7,2	63,3	0,72	-68	-69,1817808		-69,1817808
14	13	22910,4	6,364	80	1,1	0,011	1,035	0,011385	13,83	26,83	0,31	-69	-69,4872403		-69,4872403

III.CALCULO

El valor de 9.93 m.c.a que se introduce en la tramo 11 corresponde a las pérdidas de presión del circuito compuesto por los otros tres fancoils

La potencia necesaria se calcula con la formula anterior:

$$P = \frac{\dot{Q} \cdot H_m}{75 \cdot \mu} \quad [4.4]$$

Donde

P es la potencia necesaria de la bomba [c.v]

\dot{Q} es el caudal necesario [l/s]

\dot{H}_m son las pérdidas de presión [m.c.a]

μ es el rendimiento medio de las bombas.

Obtenemos una potencia 0,91232584c.v, que son 912.3 W

Tenemos una bomba de la marca WILO modelo TOP S65/B con las siguientes características:

Tabla 4.8.caracteristicas bomba Wilo Top S65

<i>POTENCIA [W]</i>	<i>INTENSIDAD[A]</i>	
	<i>VOLTAJE[V]</i>	<i>VOLTAJE[V]</i>
	400	230
1450	2.93	5.05
1170	2.10	3.6
960	1.75	3

III.CALCULO

Esta bomba proporcionara sin problemas la potencia necesaria para hacer circular el fluido

4.3.CALCULO DE LAS PERDIDAS DE PRESION DEL CIRCUITO LA SALA DE BAILES

Calculamos las pérdidas del circuito para ver si necesitamos una bomba de mayor potencia.

Como en los casos anteriores nos guiamos por el **ANEXO 10** para calcular las pérdidas de presión.

Los resultados están en la tabla 4.9:

III.CALCULO

Tabla 4.9. perdidas de carga en el circuito de refrigeración de la sala de bailes

TRAMO	LONG[m]	CAUDAL(l/h)	CAUDAL(l/s)	D[mm]	fmm c.a./100m	f[mm.c.d.a]	de corrección	real[mm.c.d.a]	Leq[m]	Lt[m]	J	Pi	Pi-J	h	Pt[mm.c.d.a]
1	9,45	1207,1	0,33530556	32	0,8	0,008	1,075	0,0086	12,48	21,93	0,188598	0	-0,1886	0	-0,188598
2	15,45	1207,1	0,33530556	32	3	0,03	1,075	0,03225	1,57	17,02	0,548895	-0,19	-0,7375	0	-0,737493
3	27,5	1207,1	0,33530556	32	3	0,03	1,075	0,03225	1,12	28,62	0,922995	-0,74	-1,6605	8	-9,660488
4	5	1207,1	0,33530556	32	3	0,03	1,075	0,03225	1,97	6,97	0,2247825	-9,66	-9,8853	-5	-4,8852705
5	0	1207,1	0,33530556	32	3	0,03	1,075	0,03225	10,8	10,8	0,3483	-4,89	-5,2336	0,816	-6,0495705
6	5	1207,1	0,33530556	32	3	0,03	1,035	0,03105	1,97	6,97	0,2164185	-6,05	-6,266	5	-11,265989
7	27,5	1207,1	0,33530556	32	3	0,03	1,035	0,03105	1,12	28,62	0,888651	-11,3	-12,155	-8	-4,15464
8	15,445	1207,1	0,33530556	32	3	0,03	1,035	0,03105	1,57	17,015	0,52831575	-4,15	-4,683		-4,68295575
9	9,45	1207,1	0,33530556	32	3	0,03	1,035	0,03105	12,48	21,93	0,6809265	-4,68	-5,3639		-5,36388225

III.CALCULO

La potencia necesaria se calcula con la fórmula:

$$P = \frac{\dot{Q} \cdot H_m}{75 \cdot \mu} \quad [4.5]$$

Donde

P es la potencia necesaria de la bomba [c.v]

\dot{Q} Es el caudal necesario [l/s]

H_m Son las pérdidas de presión [m.c.a]

μ Es el rendimiento medio de las bombas.

Obtenemos una potencia 0,03197404c.v, que son 23,5W

Tenemos una bomba de la marca WILO, modelo TOP S25 con las siguientes características:

Tabla 4.9.caracteristicas bomba Wilo

POTENCIA[W]	AMPERIOS[A]
195	0.95
175	0.97
120	0.62

Esta bomba tendrá suficiente potencia para hacer circular el fluido hacia la sala de bailes

III.CALCULO

4.4. AISLAMIENTO PARA EVITAR CONDENSACIONES .

4.4.1.AISLAMIENTO EN EL CIRCUITO DE REFRIGERACION.

Las tuberías que sirven en la actualidad para calefacción y que se aprovecharán para refrigerar ya tienen un aislamiento que impide el problema de condensaciones

Calcularemos este aislamiento para las tuberías nuevas que introducimos en la instalación.

Para el cálculo nos basamos en las tablas y especificaciones del RITE, el cual, podemos ver en el **ANEXO 14**

Los resultados están en la tabla 4.10.

Tabla 4.10.Espesores aislamiento tuberías

TUBERIAS	DIAMETRO[mm]	ESPESOR[mm]
PABELLON	50	30
GIMNASIO	32	20
SALA DE BAILES	32	20

4.4.2.AISLAMIENTO CONDUCTOS DE AIRE DEL GIMNASIO.

Calcularemos el aislamiento necesario en los conductos de aire del gimnasio para evitar condensaciones .

Para el cálculo nos basamos en las tablas y especificaciones del RITE, el cual, podemos ver en el **ANEXO 14**

El espesor del aislante en los conductos será de **30 mm**

III.CALCULO

4.5..DEPOSITO DE INERCIA DE REFRIGERACION.

La mision del deposito de inercia es que la bomba centrifuga este parando y encendiendo continuamente

En nuestro caso tambien nos servirá para distribuir el agua fria por los tres circuitos de refrigeracion.

El dimensionado de dicho deposito se hará mediante la siguiente formula:

III.CALCULO

Tabla 4.11.perdidas de carga circuito deposito de inercia-intercambiadores de placas

TRAMO	LONG[m]	CAUDAL(l/h)	CAUDAL(l/s)	D[mm]	mm c.a/100m	f[m.c.d.a]	de correctd	f real[m.c.d.a]	Leq[m]	Lt[m]	J	Pi	Pi-J	h	Pf(m.c.d.a)
1	4,4	33300	9,25	80	4	0,04	1,075	0,043	25,8	30,2	1,2986	0	-1,2986	0	-1,2986
2	2,5	25928	7,20222222	80	2,5	0,025	1,075	0,026675	0,8	3,3	0,0886875	-1,2986	-1,3872875	0	-1,3872875
3	2,5	16728	4,64666667	54	6	0,06	1,075	0,0645	2,9	5,4	0,3483	-1,3872875	-1,7355875		-1,7355875
4	2,5	8360	2,32222222	43	5	0,05	1,075	0,05375	3,54	6,04	0,32465	-1,7355875	-2,0602375		-2,0602375
5	2,5	8360	2,32222222	43	5	0,05	1,035	0,05175	3,84	6,34	0,328095	-2,0602375	-2,3883325	0	-2,3883325
6	2,5	16728	4,64666667	54	6	0,06	1,035	0,0621	0,6	3,1	0,19251	-2,3883325	-2,5808425	0	-2,5808425
7	2,5	25928	7,20222222	80	2,5	0,025	1,035	0,025875	13,83	16,33	0,42253875	-2,5808425	-3,00338125		-3,00338125
8	4,4	33300	9,25	80	4	0,04	1,035	0,0414	25,8	30,2	1,25028	-3,00338125	-4,25366125		-4,25366125

III.CALCULO

A estas pérdidas de carga hay que añadir las pérdidas de carga al pasar por los intercambiadores de placas; estos resultados se pueden ver en la **tabla 2.12** y tienen un valor de **15.92 m.c.a.**

Con estos resultados y el caudal, ya podemos hallar las bombas de recirculación necesarias.

Para calcular la potencia que debe tener cada una de las bombas de nuestra instalación se realizan los siguientes cálculos:

$$P = \frac{\dot{Q} \cdot H_m}{75 \cdot \mu} \quad [4.8]$$

Donde

P es la potencia necesaria de la bomba [c.v]

\dot{Q} es el caudal necesario [l/s]

\dot{H}_m son las pérdidas de presión [m.c.a]

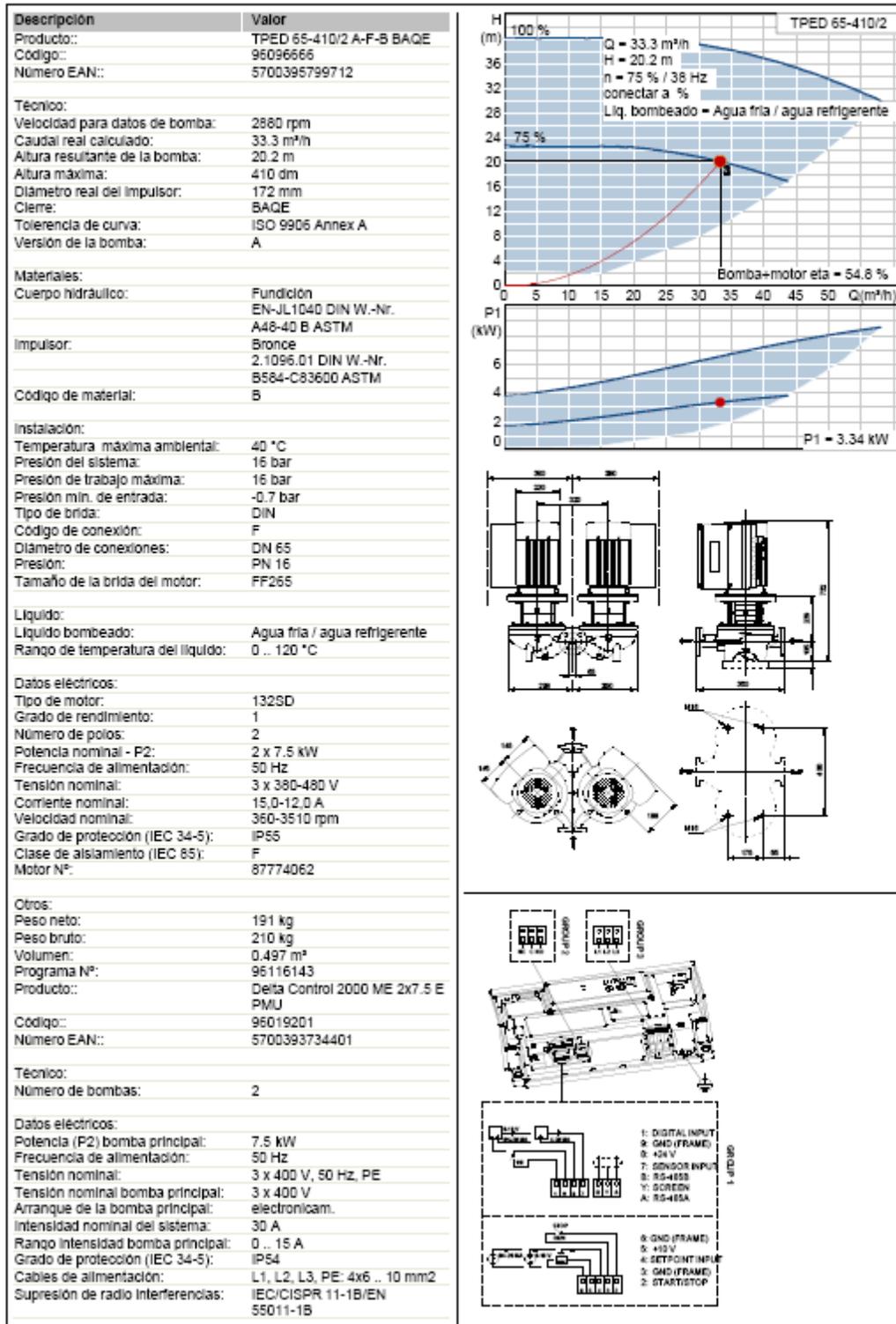
μ es el rendimiento medio de las bombas.

Usaremos el software WINCAPS de la marca de bombas GRUNDFOS para el cálculo de las bombas más adecuadas en cada caso.

La bomba elegida es una **GRUNDFOS TPED 65** cuyas características se dan en la tabla 4.14.

III.CALCULO

Tabla 4.12. Especificaciones técnicas GRUNDFOS TPED 65-410/2 A-F-B BAQE



Impreso del CAPS Grundfos

5/18

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Capítulo 2: Pliego de condiciones Especificas

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS A ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO EN FONDO PARA CIRCUITO DE GEOINTERCAMBIO

2.1.1 OBJETO

El objeto de la presente especificación técnica es recoger las condiciones de los materiales, equipos y procedimientos que deberá cumplir el Contratista en la realización de sondeos por el sistema de rotopercusión con martillo en fondo, para su uso como intercambiador geotérmico.

2.1.2 DESARROLLO METODOLÓGICO

2.1.2.1 CONDICIONES DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS

2.1.2.1.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

Los materiales y equipos empleados cumplirán todas las normas oficiales vigentes durante el período de ejecución y se ajustarán, en cada caso, a las Condiciones Técnicas Particulares que se establezcan en cada obra.

La Dirección Técnica aceptará o rechazará en obra los materiales y equipos que no se ajusten a lo establecido. El Contratista estará obligado a restituirlo por otros de superiores características. No será de abono el tiempo de parada ni cualquier otro gasto que se produzca por esta causa.

2.1.1.1.2 AGUA

El agua empleada en la perforación tendrá, como máximo, el cuádruple de las sustancias toleradas en el agua considerada potable en la legislación actual. El agua empleada para cementaciones deberá cumplir las normas oficiales vigentes sobre conglomerados hidráulicos.

2.1.1.1.3 CEMENTO

Para la cementación de entubaciones se utilizará cemento Portland normal PA-350, salvo juicio de la Dirección Técnica y/o previa propuesta del Contratista, si se considerase necesario emplear algún tipo de cemento especial

2.1.1.1.4 ENTUBACIONES

Para la entubación del pozo se utilizarán tuberías de PVC, acero o PE perfectamente cilíndricas y con los diámetros y espesores indicadas en cada Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

En aquellas entubaciones auxiliares de sostenimiento se utilizará tubería soldada de chapa ciega de acero

2.1.1.1.5 MAQUINARIA

La Dirección Técnica podrá rechazar la maquinaria que no pueda realizar las operaciones que se exigen en cada Pliego de Condiciones Técnicas particulares. El Contratista estará obligado a restituirla por otra de superiores características.

No será de abono el tiempo de parada ni cualquier otro gasto que se produzca por esta causa.

2.1.2.2 EJECUCION DE LA OBRA.

2.1.1.2.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

Para la ejecución de la obra, el Contratista atenderá en todo instante a las normas oficiales vigentes durante el período de realización de la misma, a las Condiciones Técnicas Particulares establecidas en cada obra y a las instrucciones recibidas de la Dirección Técnica en cada caso.

El hecho de que un trabajo se encuentre insuficientemente definido en las Condiciones Técnicas Particulares, no eximirá al Contratista de la obligación de realizarlo correctamente y terminarlo totalmente con arreglo a lo sancionado por la experiencia como buena práctica la construcción.

2.1.1.2.2 PERFORACION

La perforación se realizará por el sistema de rotopercusión con martillo en fondo.

El Contratista estará obligado a alcanzar la profundidad que se señale y con los diámetros definidos.

La empresa responsable de la perforación se atenderá en todo momento a lo dispuesto en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (R.D. 863/1985 de 2 de abril) y a las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.

A continuación se dan una serie de pautas que se deben seguir en toda perforación:

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- No se podrán realizar perforaciones superiores a los 200 m.
- La situación de las perforaciones, en caso de reformas en las que se desconozca la situación de los cimientos, deberán estar a una distancia mínima de 4 m de la vivienda, nave, edificio, etc. Así mismo, se contempla una distancia mínima a otras propiedades colindantes de **10 m** entre éstas y la perforación más cercana.
- En terrenos poco cohesionados (suelos), se entubará la perforación en sus primeros **6 m**, colocándose los colectores ya llenos de BRINE (agua+anticongelante) inmediatamente después de su finalización. Posteriormente, se rellenará la perforación con el detritus procedente de la misma o con arena silíceo, con objeto de restablecer, en la medida de lo posible, las condiciones iniciales del terreno.
- En terrenos de elevada dureza, los tubos penetrarán 2 m en la roca.
- Los tubos de revestimiento a emplear tendrán un espesor mínimo de **5,00 mm** y calidad de acero y tolerancia según DIN 1626 o equivalente. Las soldaduras entre tubos deberán ser herméticas y resistentes a la presión de trabajo. La unión entre el tubo envolvente y la roca debe ser hermética mediante el empleo de cemento.

Si por alguna razón (caída de materiales, desviación etc.) el Contratista no puede llegar a la profundidad requerida en el sondeo empezado, estará obligado a hacer otro al lado de la profundidad exigida, sin que deba abonársele nada por este concepto.

El Contratista podrá realizar libremente cualquier tipo de cementación en la perforación.

Una vez haya sido alcanzado éste, necesitará la conformidad de la Dirección Técnica de la obra para realizar cualquier tipo de cementación no prevista en las Condiciones Técnicas Particulares. Estos trabajos realizados libremente por el Contratista, no se considerarán a efectos de abono.

2.1.1.2.3 RECOGIDA DE MUESTRAS

El Contratista, a petición de la Dirección Técnica, tomará muestras representativas de las formaciones atravesadas cada metro y en cada cambio de formación. La DT proporcionará cajas adecuadas donde se conservarán debidamente marcadas, lavadas y secadas.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1.1.2.4 ENTUBACIONES Y ZONAS FILTRANTES

El Contratista procederá a instalar la entubación haciéndola descender por la perforación, de modo que no sufra roturas ni desgastes. En cada caso que esto ocurra, el Contratista estará obligado a reparar o sustituir, a su costa, la entubación averiada. La entubación sobresaldrá, como mínimo, 30 cm. del nivel del suelo..

La entubación deberá quedar en su posición exacta y si, por cualquier circunstancia, ésta no alcanzase la cota fijada, deberá retirarse la columna, resolver el problema y volver a entubar.

El Contratista podrá realizar libremente cualquier tipo de revestimiento que considere necesario para el buen avance de la perforación siempre que no suponga merma en el diámetro de entubación previsto y antes de encontrar el primer nivel del acuífero. Una vez éste haya sido alcanzado, necesitará la autorización de la Dirección Técnica para realizar cualquier tipo de revestimiento.

A efectos de cobro se considerarán las operaciones de colocación de la tubería que definitivamente vaya a instalarse en el sondeo. Las tuberías de revestimiento auxiliares recuperadas posteriormente y cuya colocación haya sido autorizada por la Dirección Técnica se abonarán a los precios ofertados en el presupuesto.

No se realizarán labores de entubación sin la presencia de la Dirección Técnica o su expresa autorización.

2.1.1.2.5 FLUIDO DE PERFORACION

El fluido de perforación normal será el aire o el agua.

Se evitará el uso de cualquier tipo de espumante o lodo biodegradable.

Estos productos solo podrán emplearse previa aprobación de la Dirección Técnica.

2.1.1.2.6 CEMENTACIONES

En las operaciones de cementado se utilizará cemento Portland normal PA-350, salvo juicio de la Dirección Técnica y/o previa propuesta del Contratista, si se considerase necesario emplear algún tipo de cemento especial. En todos los casos se

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

dejará fraguar la cementación antes de reiniciar cualquier actuación que pueda afectarle. Este tiempo de parada no será de abono.

2.1.1.2.7 LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO

Una vez finalizada la perforación se realizará una limpieza obligatoria del sondeo. Esta labor correrá por cuenta del contratista.

2.1.1.2.8 VERTICALIDAD Y ALINEACION

La perforación, entubado y accesorios, serán de sección circular, verticales y alineados según el eje del sondeo, sin que las desviaciones sufridas puedan comprometer la entubación con los diámetros y profundidades proyectados.

El Contratista proporcionará el equipo, suministros y mano de obra necesarios para demostrar ante un representante de la Dirección Técnica que la obra realizada cumple estos requisitos, en caso de que ésta lo requiera.

En caso de no reunir el sondeo las condiciones exigidas, éste puede ser declarado abandonado por la Dirección Técnica.

En caso de declararse abandonado el sondeo por estas causas, el Contratista no percibirá cantidad alguna en concepto de abono por ejecución de las obras y procederá a las operaciones siguientes:

- ✓ Sellado del sondeo, según normas que emitirá la Dirección Técnica. Esta operación será por cuenta del Contratista.
- ✓ Perforación y entubado del sondeo en un nuevo emplazamiento que determinará la Dirección Técnica.

La ejecución de este segundo sondeo no eximirá al Contratista de su responsabilidad en lo referente al cumplimiento de los plazos programados.

2.1.1.2.9 CEMENTACION DE LA ENTUBACION DEFINITIVA

La cementación de la entubación definitiva será la definida en las Condiciones Técnicas Particulares o las que se determinen, a la vista de los resultados de la perforación, por la Dirección Técnica

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1.1.2.10 CIERRE DEL SONDEO

Las tuberías instaladas serán selladas adecuadamente para impedir su posible cegado.

Se acordará con la Dirección Técnica el tipo de cierre a instalar como acabado del sondeo

2.1.1.2.11 ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA DEL ENTORNO DE SONDEO

El entorno del sondeo se mantendrá en todo momento en las mejores condiciones de seguridad y limpieza posibles. Una vez terminadas las labores de perforación se procederá a retirar todos los materiales y cualquier vestigio de su actividad.

Se procederá en las zonas dañadas de césped a la preparación y siembra de este.

2.1.1.2.12 DOCUMENTACION

El contratista confeccionará diariamente un parte de la obra ejecutada que presentará periódicamente a la Dirección Técnica.

2.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

Las principales características de las obras a ejecutar son:

2.1.3.1 UBICACIÓN DE LAS OBRAS.

El presente proyecto se sitúa en el complejo deportivo municipal de Parquesol, en la calle Padre llanos s/n en la localidad de Valladolid

2.1.3.2 DESCRIPCION DE LAS OBRAS.

Los sondeos forman parte de un proyecto para la obtención del agua caliente de las piscinas del complejo y de dotar de refrigeración pasiva a ciertas zonas que puedan necesitarlo.

2.1.3.3 PERFORACION

La perforación se realizará sin adición de espumante salvo en caso de necesidad justificada. No se permitirá la adición de espumante sin autorización expresa de la Dirección Técnica.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Los trabajos se localizan en zona urbana. La maquinaria de perforación y auxiliar deberá contar con los dispositivos adecuados para garantizar la mínima afección al entorno.

El contratista deberá de disponer así mismo de grúa o camión grúa auxiliar con capacidad suficiente para las labores de entubación y engravillado

2.1.3.4 ENTUBACION

Los sondeos se **emboquillarán** en materiales no consolidados (1 – 3 m). Será preciso la instalación de un **emboquille** de profundidad variable, en función del emplazamiento del sondeo, para impedir el retorno del ripio a la perforación.

Una vez finalizada la perforación y asegurada su limpieza se instalará la sonda geotérmica

Antes de su colocación la tubería se habrá probado hidráulicamente en fábrica.

En obra se realizará una inspección visual para verificar la ausencia de cualquier daño o anomalía que se haya podido producir durante el transporte y manipulación

La tubería contará con algún dispositivo de protección y rigidización del extremo inferior que deberá ser aprobado por la Dirección Técnica.

Se procederá a colocar la tubería evitando todo tipo de golpes y roces innecesarios. Se dispondrán las protecciones necesarias en el borde de la tubería de emboquille para impedir el cepillado de la tubería de polietileno. Se realizará un llenado gradual del circuito con agua para asegurar un descenso equilibrado.

Una vez alcanzada la profundidad final se llenará la tubería con agua por completo, se verificará la circulación y la ausencia de fugas mediante el control del nivel del agua en el circuito de PE.

2.1.3.4.1 ENGRAVILLADO

Una vez instalada la tubería se procederá al macizado del anular mediante el engravillado con grava silícea 2-6 mm o mediante inyección de lechada de cemento-bentonita mejorada térmicamente con una conductividad térmica superior a 2,0 W/m °K.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

El engravillado se hará asegurando la ausencia de puentes y el acceso y reparto del material de relleno en la totalidad del anular de perforación. La dosificación deberá realizarse con la velocidad de vertido adecuada, separando cualquier fragmento o canto de granulometría superior.

En caso necesario se acompañará con vertido de agua para facilitar la colocación del material granular.

En el supuesto de utilizarse lechada la inyección se realizará mediante la colocación de una tercera tubería que alcance la profundidad final del sondeo. El relleno del sondeo se realizará de abajo a arriba asegurándose la eliminación de cualquier bolsa de aire en el anular.

El contratista dispondrá en obra de camión grúa o similar para el manejo de los Big-Bag de grava con una capacidad mínima de elevación de 3 TM. a 3 m.

2.1.3.4.2 CEMENTACION

Se prevé la inyección de mortero de cemento y arena silíceo de dosificación 1:3 entre los metros -5 y -1, mediante tubería de PE de \varnothing 32 mm.

El contratista dispondrá de equipo mezclador y bomba de inyección para la ejecución de los trabajos

2.1.3.4.3 CIERRE

En caso necesario una vez retirado el emboquille el contratista colocará una protección final del sondeo. Estará formada por un tramo de tubería de acero de \varnothing 150 mm x 5 mm y al menos 0,50 m de longitud. En el extremo superior contará con una tapa ciega soldada de 1,5 veces el diámetro del emboquille, pintada en rojo vivo por su cara exterior.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

2.2. ESPECIFICACIONES PRÁCTICAS DE LA PERFORACION E INSTALACION DE COLECTORES.

Con objeto de garantizar una buena ejecución de los trabajos de perforación y una correcta y segura instalación de los colectores de polietileno, se han de cumplir las siguientes prescripciones:

2.2.1 EJECUCION DE LOS TRABAJOS DE PERFORACION.

- La empresa responsable de la perforación se atenderá en todo momento a lo dispuesto en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (R.D. 863/1985 de 2 de abril) y a las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.
- No se podrán realizar perforaciones superiores a los 200 m.
- La situación de las perforaciones, en caso de reformas en las que se desconozca la situación de los cimientos, deberán estar a una distancia mínima de **4 m** de la vivienda, nave, edificio, etc. Así mismo, se contempla una distancia mínima a otras propiedades colindantes de **10 m** entre éstas y la perforación más cercana.
- En terrenos poco cohesionados (suelos), se entubará la perforación en sus primeros **6 m**, colocándose los colectores ya llenos de BRINE (agua+anticongelante) inmediatamente después de su finalización. Posteriormente, se rellenará la perforación con el detritus procedente de la misma o con arena silícea, con objeto de reestablecer, en la medida de lo posible, las condiciones iniciales del terreno.
- En terrenos de elevada dureza, los tubos penetrarán 2 m en la roca.
- Los tubos de revestimiento a emplear tendrán un espesor mínimo de **5,00 mm** y calidad de acero y tolerancia según DIN 1626 o equivalente. Las soldaduras entre tubos deberán ser herméticas y resistentes a la presión de trabajo. La unión entre el tubo envolvente y la roca debe ser hermética mediante el empleo de cemento.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

2.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MONTAJE DE LAS CONDUCCIONES, ARQUETAS Y COLECTORES

2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

La obra consiste en la instalación de unos **3570 metros lineales** de tubería de PE para la conexión de 37 sondeos IG con los colectores de impulsión y retorno.

Se colocará una arqueta o cámara de colectores en cada uno de los sectores en los que quedará dividido el campo (3 en total) desde la que partirá la conexión entre el circuito y el cuarto mecánico del edificio, donde se las bombas de calor geotérmicas.

Las conducciones de las sondas serán de Polietileno 100 PN 25 y un diámetro de 16 mm.

Se colocarán 3 arquetas cuadradas o cámaras de colectores estancas (**ver dimensiones en Plano 4**), donde se dispondrán los distribuidores de impulsión y retorno con los dispositivos de seccionamiento, regulación y control precisos para cada uno de los sectores.

Las cámaras de registro general, que alojará los colectores de impulsión y retorno a la bomba de calor, será de las dimensiones suficientes para permitir el trabajo en su interior.

En el interior de esta cámara quedarán instalados, el desaireador, la válvula de seguridad, el vaso de expansión, elementos de seccionamiento, caudalímetro, etc.

En estas cámaras se realizarán la conexiones de todas las conducciones con la conducción hasta la bombas de calor en tubería polietileno de $\varnothing 50$ mm de Polietileno PN10.

Estas tuberías se llevará hasta las bomba de calor, situada en la sotano, **a través de un pasillo**.

Quedan incluidos en el alcance de esta especificación los trabajos de obra civil consistentes en la excavación, nivelación, relleno y compactación de las zanjas donde quedarán ubicadas las conducciones horizontales.

2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Las tuberías y accesorios a emplear serán de polietileno, de alta densidad.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Los tubos estarán teñidos en profundidad preferiblemente en color negro con banda azul, serán aptos para la conducción de agua potable y cumplirán la norma UNE EN 12201.

En el apartado 3 se detallan las principales propiedades de este material.

La tuberías y accesorios a emplear para la conexión de cada sondeo con la arqueta de colectores correspondiente según sector serán de PE100, \varnothing 25 PN25 .

La tubería contará con marcado permanente en el que figuren estas características a un espaciado regular.

Las tuberías y accesorios a emplear para la conexión de las arquetas de cada sector hasta el cuarto mecánico serán de PE 80 \varnothing 50 mm PN10.

Las tuberías contarán con marcado permanente en el que figuren estas características a un espaciado regular.

VER EL TIPO DE CONEXIONES QUE TIENEN LA BOMBA DE CALOR

El contratista se asegurará de que las tuberías no queden expuestas al sol durante períodos de tiempo superiores a 1 semana. En el caso de que se prevean estancias superiores se evitará el acopio en obra o se protegerán los tubos mediante una lona o toldo adecuado.

En ningún caso se admitirá la utilización de polietileno a partir de material reciclado.

La longitud, distribución y características de las conducciones horizontales se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2.1. características de las distribuciones de tuberías

CARACTERÍSTICAS TUBERIA	TRAMO	LONGITUD
PE 100 PN10 \varnothing 50	Sondeos hasta las arquetas de colectores	x
PE 100 PN10 \varnothing 50	Desde la arqueta hasta bomba LGP 240	2x100

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

PE 100 PN10 Ø 50	Desde la arqueta hasta bomba LGP 240	2x100
PE 100 PN10 Ø 50	Desde la arqueta hasta bomba LGP 300	2x120
PE 100 PN10 Ø 50	Desde la arqueta hasta bomba LGP 150	2x15

2.3.2.1. UNIONES

Las uniones se realizarán mediante fusión térmica, por alguno de los procedimientos aprobados por el fabricante de la tubería. En principio se establece como procedimiento idóneo la soldadura con accesorio socket para los diámetros inferiores a 50 mm y a tope o con manguitos electrosoldables para los superiores.

Previa aprobación de la Dirección técnica se podrán utilizar accesorios electrosoldables en uniones de diámetro inferior en las que las dificultades de acceso lo hagan preciso.

Las uniones se realizarán previa limpieza de las tuberías y accesorios. Los extremos de las tuberías deberán rasparse en la longitud superior a la profundidad de accesorio socket.

En todo momento se seguirán los procedimientos de los fabricantes de la tubería y los accesorios.

Las piezas a unir se sujetarán adecuadamente asegurando que no se muevan durante la soldadura. Se respetarán en todo momento los tiempos de calentamiento, unión y enfriamiento prescritos por el fabricante no sometiéndose la unión a esfuerzo mecánico alguno en este período. Del mismo modo, se cumplirá la temperatura de fusión indicada por el fabricante del accesorio.

En todo momento se asegurará la adecuada limpieza de los mandriles o de la placa de soldadura.

Se realizarán controles de la temperatura de calentamiento de los equipos empleados al menos al inicio y fin de la obra

2.3.3. MONTAJE DE COLECTORES.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- ✓ Se coloca el colector encima del carrusel con las aspas interiores bajadas; una vez que el colector está en su sitio, se suben las aspas interiores para que el colector quede estable. Se coloca el carrusel a una distancia de unos 5 a 10 metros de la boca de la perforación con el brazo guía apuntando de tal forma que el colector corra libremente en dirección de la perforación. Esto es importante hacerlo antes de llenar el colector ya que después el peso hace prácticamente imposible mover el carrusel.
- ✓ Se llena el colector con BRINE o SALMUERA (mezcla de agua y anticongelante) antes de meter la mezcla en el colector hasta que circule por todo el colector. Observar si hay fugas causado por daños del transporte.
- ✓ Cuando este lleno, se tapan las puntas del colector con las tapas amarillas y cinta aislante.
- ✓ Si la perforación esta hecha en terrenos blandos puede ser aconsejable agregar un peso para enderezar la punta que de otra forma puede ir rozando las paredes y derrumbando la perforación.
- ✓ Se coloca la guía mecánica y en ella el colector y se mete el colector en la perforación. En caso de que no se disponga de esa máquina se mete el colector a mano desenrollándolo lentamente entre varias personas sin que se dañe.
- ✓ Es importante para que el colector no se caiga en la perforación causando posibles daños al mismo y a los que están manipulando el carrusel. Si es posible es aconsejable dejar el colector al sol un corto tiempo para que no este muy frío ya que mientras más frío este el colector, más difícil será manipularlo a la hora de colocarlo.
- ✓ Si hay agua en el pozo y el nivel freático es estable a unos 5-20 metros y se sabe seguro que la perforación no se va a derrumbar (perforación en roca) no hace falta rellenar el pozo y se puede meter un colector con diámetro estándar. Sin embargo, con poca agua y en sondeos que se van a derrumbar o se van a rellenar hay que utilizar diámetros mayores y refuerzos en las paredes.
- ✓ Si no hay agua, hay que rellenar la perforación con **arena o bentonita** para asegurarse del buen contacto entre la roca y el colector. Esto es algo que hay que analizar caso por caso en la zona de trabajo para aplicar la mejor solución dependiendo del terreno y de las características geológicas de la zona

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- ✓ Hay que asegurarse de aislar la boca de la perforación si no se va a rellenar, para eso hay que colocar tubo de acero hasta la roca y en la superficie colocar una tapa que sella herméticamente la boca del sondeo.

2.3.2.4 TENDIDO

Antes de su introducción en la zanja, el contratista deberá comprobar la ausencia de cualquier objeto en el interior de las tuberías que pueda ocasionar una obstrucción en el circuito. Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,2 m bajo solera. La anchura de la zanja será proporcional al número de tuberías que se prevé vaya a albergar de tal forma que permita el tendido de las mismas con el espaciado especificado en estas condiciones técnicas.

El contratista verificará las características del fondo de la zanja apartando cualquier piedra u objeto punzante que haya podido caer, desde el momento de la excavación de la zanja y pueda dañar la tubería.

Se procederá a colocar la tubería evitando todo tipo de golpes y roces innecesarios.

Los extremos se protegerán durante el tendido evitando la posible entrada de barro, piedras o cualquier objeto extraño.

El radio de curvatura mínimo aceptable será de 30 veces el diámetro nominal de la tubería: 1.200 mm para la tubería de 40 mm. Se evitarán radios inferiores mediante la sobreexcavación de la zanja y, en último término, la utilización de los accesorios adecuados.

Si existe algún accesorio en este sector, el radio de curvatura deberá ser de 120 a 125 veces el diámetro nominal de la tubería.

Es importante considerar las características de expansión y contracción térmica, de modo que cuando la instalación se realiza en verano, se deben utilizar longitudes un poco mayores de tubería y en invierno se puede hacer el tendido con la longitud real de la tubería.

Cuando el fondo de la zanja, abierta por el contratista, presente rocas o elementos que puedan dañar la tubería se rellenará el fondo con una cama de arena de 5-10 cm de espesor.

Las tuberías se colocarán en dos alineaciones. En la fila inferior se colocarán las tuberías de retorno y en la superior las tuberías de impulsión de cada sondeo.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Los tubos se colocarán con espaciadores. La separación entre tuberías de la misma alineación no será inferior a 2 cm y entre las dos alineaciones de impulsión y retorno será superior a 6 cm.

Con el fin de evitar el embolsamiento de aire las tuberías se dispondrán con una pendiente regular de al menos un 1% hacia los sondeos.

Se evitarán los cruces de tubería y los puntos altos que puedan favorecer el atrapamiento de aire que puedan ocasionar una reducción en la sección de circulación.

En las superposiciones de zapatas, se aislarán y protegerán las tuberías con vainas de PE de canalización eléctrica de \varnothing mínimo 63. El anular entre las dos tuberías se inyectará con espuma de poliuretano.

En los pasamuros y cruces de soleras se aislarán y protegerán las tuberías con vainas de PE de canalización eléctrica de \varnothing mínimo 63.

El anular entre las dos tuberías se inyectará con espuma de poliuretano asegurándose un perfecto sellado que impida la filtración de agua.

Las entregas en el cuarto mecánico tendrán un longitud mínima de 1.500 mm sobre la cota final de solera.

Las tuberías se dispondrán alineadas y verticales.

Se colocarán los elementos de fijación precisos para asegurar su posición en las futuras labores de hormigonado, pulido y tabicado. La alineación de los ramales de impulsión mantendrá una separación final al paño del tabique de 10 ± 1 cm medida en su generatriz interna. Los ramales de retorno se dispondrán paralelos a los anteriores y separados 20 ± 1 cm del paño del tabique.

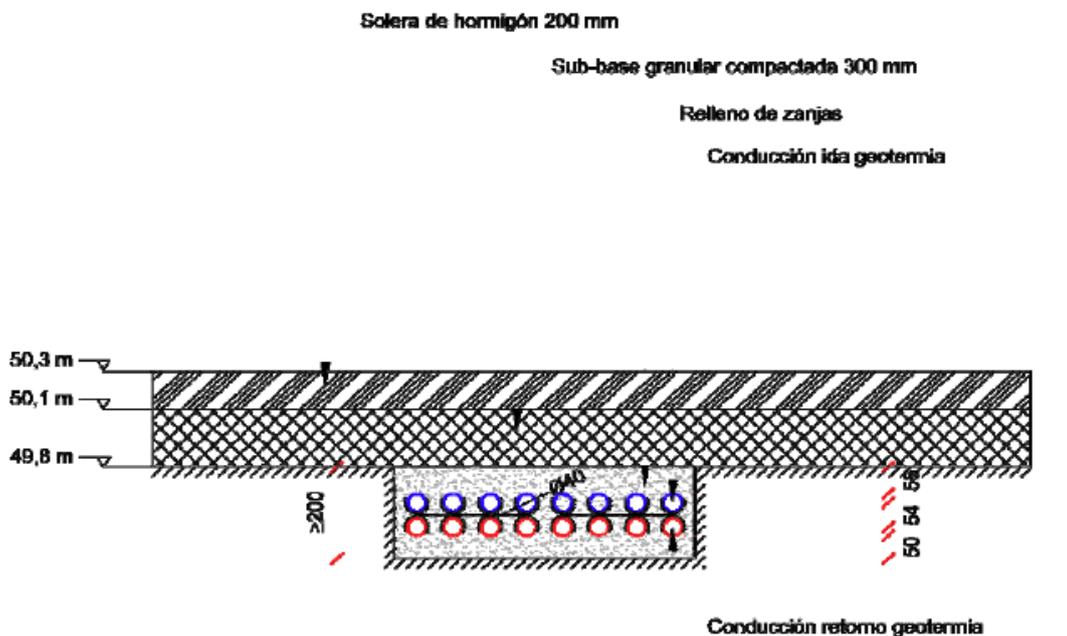
En todo momento se mantendrán marcados los extremos de los circuitos mediante cinta aislante de colores y la numeración de los sondeos o cualquier otro sistema aprobado por la Dirección Técnica..

Una vez instaladas las tuberías y vertida la tongada de arena por el contratista de obra civil, el instalador colocará centrada con respecto al eje longitudinal de la zanja una cinta plástica indicadora de la existencia de las tuberías, situada como mínimo a 20 cm de la generatriz superior de la tubería.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

De la clave del tubo hacia arriba debe quedar como mínimo 5 cm. de arena adecuadamente compactada sobre la cual se dispondrá como mínimo 20 cm de relleno clasificado para rellenar hasta el nivel del terreno.

Figura 2.2. Sección tipo conducciones horizontales



2.3.2.5 CÁMARAS DE COLECTORES

En la explanada de maniobras se dispondrán la cámaras colectores donde se realizará la distribución del flujo a los sondeos. Debido a que se ha dividido el campo en 3 sectores, existirá 1 cámara de registro para cada sector,

Las cámaras cilíndricas o arquetas (ver Plano 4) estarán diseñadas de tal forma que permitan el trabajo en su interior.

Se asegurará su estanqueidad impiendo mediante un sellado adecuado de juntas y pasamuros. Estarán dotadas de una entrada de hombre de diámetro mínimo 650 mm y pates o escalera de acceso. Contará en superficie, enrasada con la

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

explanada de maniobra, con un registro de fundición homologado para cargas pesadas.

Existirán tres tipos de cámaras de colectores:

- Cámara para 9 sondas (2 unidades). Dimensiones aproximadas: \varnothing 900 x 1.000 mm).
- Cámara para 13 sondas (1 unidad). Dimensiones aproximadas: \varnothing 900 x 1.000 mm).
- Cámara para 6 sondas (1 unidad) Dimensiones aproximadas: \varnothing 900 x 1.000 mm).

En el interior de las cámaras de los sondeos de cada uno de los sectores en los que quedará dividido el campo se encontrarán los colectores de distribución de ida y retorno, desviaciones, válvulas de seccionamiento, válvula antirretorno, purgadores y sondas de temperatura.

Los colectores de las arquetas de cada sector se ejecutarán en PEAD con un diámetro mínimo de 90 mm y estarán fabricados a partir de un único tubo.

Las derivaciones a los sondeos tendrán un diámetro mínimo de 32 mm, ampliándose, en todas las conducciones a los sondeos, al menos a \varnothing 40 mm.

Cada circuito contará con válvulas de seccionamiento en el ramal de ida y en el de retorno. La válvula del circuito de retorno irá dotada con dispositivo portasondas que permita la medida de la temperatura de retorno sin necesidad de desmontaje.

La situación prevista de las arquetas se presenta en el Plano 2. La Dirección Técnica podrá modificar su emplazamiento en caso de que pueda surgir alguna intererencia con los usos de la explanada de maniobra.

2.3.2.6 PRUEBAS

Una vez que las conducciones horizontales queden soldadas y colocadas en la zanja, y siempre de forma previa al relleno de la misma, se realizará el llenado de las tuberías con agua. Para ello se dejará transcurrir un mínimo de 2 horas desde la última soldadura efectuada en el circuito.

El llenado asegurará la ausencia de aire y la correcta circulación del agua en el circuito.

Las tuberías y uniones realizadas deberán someterse a una prueba hidráulica antes del relleno de la zanja. La prueba se realizará a presión de red o, en caso de no

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

disponer de esta, a un mínimo de 3 bar. El contratista solucionará a sus expensas cualquier posible fuga que pueda surgir durante las pruebas.

Una vez aprobadas las pruebas por la Dirección Técnica, el contratista soldará los extremos de las tuberías para evitar la entrada de cualquier cuerpo extraño en el curso de la construcción del edificio.

2.3.2.7 LLENADO, LIMPIEZA, PURGA Y CIRCULACIÓN

Una vez finalizado el montaje de circuito de intercambio geotérmico se realizará el llenado del circuito 0 con agua. Se limpiará el circuito mediante la circulación sondeo a sondeo con un caudal mínimo de 1,8 m³/h y de todo el circuito con un caudal mínimo de 133,2 m³/h.

Se mantendrá la circulación hasta comprobar la ausencia de cualquier indicio de aire. A continuación se verificará la completa limpieza del circuito mediante la colocación de un filtro de las mismas características que el indicado por el fabricante de la enfriadora. Se mantendrá el flujo hasta asegurar la ausencia de partículas en el circuito. Una vez realizada la limpieza se realizará una prueba de presión manteniendo el circuito a una presión mínima de 5 bar durante, al menos, 24 horas

2.3.2.8 AISLAMIENTO

La tubería instalada entre la arqueta general de entrada al cuarto del patinillo y el cuarto mecánico se aislará con coquilla de caucho tipo K-flex o similar con un espesor mínimo de 9 mm con el fin de evitar la condensación de agua en su superficie y los goteos.

2.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS Y ACCESORIOS DE POLIETILENO

El polietileno (PE) es un termoplástico que pertenece al grupo de las poliolefinas.

El tipo PE100, también conocido como PE de 3ª generación, ofrece mayor densidad y por lo tanto propiedades mecánicas superiores a los anteriores desarrollos (PE 80 / PE63).

El material PE100 a utilizar deberá cumplir con los requisitos de las normas EN 12201 (sistemas de tuberías de plástico para el suministro de agua potable). Se trata de polietileno virgen de alta densidad, apto para uso alimentario.

Habitualmente son de color negro con banda azul.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Los tubos de los intercambiadores verticales y de las conducciones horizontales serán

de polietileno PE100 PN 25 y PE 80 PN 10

Todas las uniones no registrables irán soldadas mediante accesorios o a tope.

Los accesorios utilizados serán de PE de alta densidad PE100 o PE 80, PN16 y fabricados por inyección.

Se utilizará la soldadura socket para diámetros de hasta 50 mm. Para los diámetros superiores se empleará la soldadura a tope o mediante accesorios electrosoldables.

2.3.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MATERIAL

Los requisitos del material de polietileno en tubos y codos de retorno se detallan en las tablas siguientes

Tabla 2.2.. Requisitos del material en forma de granulado

CARACTERÍSTICA	CONDICIONES	PARÁMETROS DE PRUEBA	MÉTODO DE PRUEBA
Densidad	≥ 930 kg/m ³	Temp.de prueba: 23°C	ISO 1183:1987
Contenido de negro de humo	2-2,5 %		ISO 6964:1986
Distribución de negro de humo	\leq grado 3		ISO 18553:2002
Componentes volátiles	≤ 350 mg/kg		EN 728:1997
Estabilidad térmica	≥ 20 min	Temp.de prueba: 23°C	EN ISO 1133:1999 Condición T
	0.2-1.4 g/ 10 min	Temp de prueba: 190°C Carga :5 Kg	

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Tabla 2.3. Requisitos del material en forma de tubo

CARACTERISTICA	CONDICIONES	PARAMETRO DE PRUEBA	METODO DE PRUEBA
Prueba de tracción soldadura a tope	Rotura	Temp.de prueba 23°C Dim Ø110 mm SDR 11	ISO 13953:2001
Contenido de negro de humo	Sin rotura	80°C 165 n PE 80: P=8,0 bar PE 100: P=9.2 bar	EN ISO 13479:1997

Los tubos deben tener una superficie lisa y uniforme por dentro y por fuera y sin fallos visibles. El material de las superficies debe ser homogéneo

Los tubos deben estar teñidos en profundidad y ser de color negro.

Las características mecánicas de los tubos deberán resistir sin romperse ni tener fugas, y tendrán que superar las pruebas de compresión indicadas en la Tabla 3

Tabla 2.4. Características mecánicas de los tubos

CARACTERISTICA	CONDICIONES	PARAMETRO DE PRUEBA	METODO DE PRUEBA
Prueba de compresión:20°C	Sin rotura	100 h conexiones tipo a PE 80: $\sigma=10$ Mpa PE 100: $\sigma=12.4$ Mpa	EN 921:1994
Prueba de compresión:80°C	Sin rotura	160 h conexiones tipo a PE 80: $\sigma=4.510$ Mpa PE 100: $\sigma=5.4$ Mpa	EN 921:1994
Prueba de compresión:80°C	Sin rotura	1000 h conexiones tipo a PE 80: $\sigma=40$ Mpa PE 100: $\sigma=5$ Mpa	EN 921:1994

Las muestras de prueba extraídas del tubo deben cumplir los requisitos indicados en la Tabla 4.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Tabla 2.5. Requisitos del material en forma de tubo

CARACTERISTICA	CONDICIONES	PARAMETRO DE PRUEBA	METODO DE PRUEBA
Limite de elasticidad	≥ 350 %	Varilla de prueba tipo 2 Velocidad de traccion: 1000 mm/min	EN ISO 6259:1:2001 6259:3:1997
Índice de fusión	Cambio de granulado max +/- 20%	Carga 5 kg Temp. de prueba 190°C	EN ISO 1133:1999 Condición T
Estabilidad térmica	≥ 20 min	Temp. de prueba :200°C	EN 728:1997

Codo de retorno

El codo de retorno debe estar moldeado por inyección y puede constar de dos codos soldados.

Debe tener una superficie lisa y uniforme por dentro y por fuera sin bordes afilados ni otros fallos visibles.

La aplicación de carga al captador/codo de retorno debe realizarse mediante incrustación, pesa sobrepuesta o pesa subyacente.

En todos los casos, la protección del codo de retorno debe asegurarse mediante pesa o tubo protector de, como mínimo, la misma cota transversal que el codo de retorno.

El espesor del material de los codos de retorno no debe ser inferior al espesor del material de los tubos.

Las características físicas del codo de retorno se especifican en la Tabla 2.6

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Tabla 2.6. Características físicas del codo de retorno

CARACTERISTICA	CONDICIONES	PARAMETRO DE PRUEBA	METODO DE PRUEBA
Índice de fusión	Cambio +/- 20%	Carga 5 kg Temp de prueba 190°C	EN ISO 1133:1999
Estabilidad térmica	≥20 min	Temp de prueba 200°C	EN 728:1997

Captador completo

Las conexiones de tubo de polietileno de colectores deben soldarse con materiales y equipos de soldadura homologados por el fabricante de tubos.

El captador completo debe resistir las pruebas indicadas en la Tabla 6.

Tabla 2.7. Características del captador completo

CARACTERISTICA	CONDICIONES	PARAMETRO DE PRUEBA	METODO DE PRUEBA
Prueba de compresión Captador completo	Sin rotura	160 h PE 80: $\sigma=4.5$ Mpa PE 100: $\sigma=5.4$ Mpa	EN 921:1994
Prueba de compresión Captador completo	Sin rotura	1000 h PE 80: $\sigma=4.0$ Mpa PE 100: $\sigma=5.0$ Mpa	EN 921:1194
Resistencia a la tracción de soldaduras a tope. Prueba de corta duración	rotura	Temp de prueba 23°C	EN 13953:2001
Control de estanqueidad codo y uniones soldadas	Sin fugas	Aire 0.1 bar , tiempo de prueba 2 min	Inmersión en agua o búsqueda de fugas con agua jabonosa
Carga de pandeo	El codo de retorno debe tener una carga de pandeo igual o superior al tubo	Temp de prueba 23°C Aumento de presión 1 bar/min	EN 911:1995

IV.PLIEGO DE CONDICIONES

IV.PLIEGO DE CONDICIONES

Capítulo 1:PLIEGO DE CONDICIONES
GENERALES

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL.

Artículo 1.- El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del Proyecto.

Ambos, como parte del proyecto arquitectónico tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Arquitecto y al

Aparejador o Arquitecto Técnico y a los laboratorios y entidades de Control de Calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

Artículo 2.- Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de: sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. El Pliego de Condiciones particulares.
3. El presente Pliego General de Condiciones.
4. El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud y el Proyecto de Control de Calidad de la Edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala

1.3. CONDICIONES GENERALES DE INDOLE FACULTATIVA

1.3.1. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

1.3.1.1. DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES

Artículo 3.- Ámbito de aplicación de la L.O.E.

La Ley de Ordenación de la Edificación es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1.3.1.1.1 EL PROMOTOR

Será Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designará al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

1.3.1.1.2. EL PROYECTISTA

Artículo 4.- Son obligaciones del proyectista (art. 10 de la L.O.E.):

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

1.3.1.1.3 EL CONSTRUCTOR

Artículo 5.- Son obligaciones del constructor (art. 11 de la L.O.E.):

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- f) Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- l) Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- m) Facilitar al Aparejador o Arquitecto Técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- o) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- r) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E.

1.3.1.1.4. EL DIRECTOR DE OBRA

Artículo 6.- Corresponde al Director de Obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- c) Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f) Coordinar, junto al Aparejador o Arquitecto Técnico, el programa de desarrollo de la obra y el Proyecto de Control de Calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación y a las especificaciones del Proyecto.
- g) Comprobar, junto al Aparejador o Arquitecto Técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por Laboratorios y/o Entidades de Control de Calidad.
- h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- k) Asesorar al Promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- l) Preparar con el Contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al Promotor.
- m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, y será entregada a los usuarios finales del edificio.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1.3.1.1.5. EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Artículo 7.- Corresponde al Aparejador o Arquitecto Técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- c) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Proyecto de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- e) Redactar, cuando se le requiera, el Proyecto de Control de Calidad de la Edificación, desarrollando lo especificado en el Proyecto de Ejecución.
- f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Arquitecto y del Constructor.
- g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de Seguridad y Salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el Plan de Control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Arquitecto.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- l) Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

1.3.1.1.6. EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgo Laborales durante la ejecución de la obra.
- c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1.3.1.1.7. LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Artículo 8.- Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (art. 14 de la L.O.E.):

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.3.1.2. DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

1.3.1.2.1 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Artículo 9.- Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

1.3.1.2.2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Artículo 10.- El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud o en su defecto el Estudio Básico de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la obra o en su defecto a la dirección facultativa.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1.3.1.2.3. PLAN O PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

Artículo 11.- El Constructor tendrá a su disposición el Plan o Programa de Control de Calidad de la obra en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los productos, equipos y sistemas, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el Proyecto por el Arquitecto o documentación que lo complete.

1.3.1.2.4. OFICINA EN LA OBRA

Artículo 12.- El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Arquitecto.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Ordenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- El Programa o Plan de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el Constructor.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

1.3.1.3. REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA

Artículo 13.- El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de Obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

1.3.1.4. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

Artículo 14.- El Jefe de Obra, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Arquitecto o al Aparejador o Arquitecto Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.3.1.5. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Artículo 15.- Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones Particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

1.3.1.6. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Artículo 16.- El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

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

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.3.1.7. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCION FACULTATIVA

Artículo 17.- Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Arquitecto, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

1.3.1.7. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL ARQUITECTO

Artículo 18.- El Constructor no podrá recusar a los Arquitectos, Aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

1.3.1.8. FALTAS DEL PERSONAL

Artículo 19.- El Arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

1.3.1.9. SUBCONTRATAS

Artículo 20.- El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

1.4. RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN

1.4.1. DAÑOS MATERIALES

Artículo 21.- Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante diez años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

1.4.2. RESPONSABILIDAD CIVIL

Artículo 22.- La responsabilidad civil será exigible en forma **personal e individualizada**, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa

1.5. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES CAMINOS Y ACCESOS

Artículo 23.- El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El Aparejador o Arquitecto Técnico podrá exigir su modificación o mejora.

1.5.1. REPLANTEO

Artículo 24.- El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Aparejador o Arquitecto Técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Arquitecto, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

1.5.2. INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Artículo 25.- El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Arquitecto y al Aparejador o Arquitecto Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

1.5.3. ORDEN DE LOS TRABAJOS

Artículo 26.- En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

1.5.4. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

Artículo 27.- De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.5.5. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Artículo 28.- Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Arquitecto en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

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

1.5.6. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Artículo 29.- Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Arquitecto. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.5.7. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

Artículo 30.- El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

1.6. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Artículo 31.- Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Arquitecto o el Aparejador o Arquitecto Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15.

1.6.1. DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS

Artículo 32.- De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Arquitecto; otro, al Aparejador; y, el tercero, al Contratista,

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

1.6.2. TRABAJOS DEFECTUOSOS

Artículo 33.- El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Aparejador o Arquitecto Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Aparejador o Arquitecto Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Arquitecto de la obra, quien resolverá.

1.6.3. VICIOS OCULTOS

Artículo 34.- Si el Aparejador o Arquitecto Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1.7. DE LOS MATERIALES Y DE LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA

Artículo 35.- El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Aparejador o Arquitecto Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.7.1. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

Artículo 36.- A petición del Arquitecto, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

1.7.2. MATERIALES NO UTILIZABLES

Artículo 37.- El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Aparejador o Arquitecto Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

1.7.3. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Artículo 38.- Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Arquitecto a instancias del

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Aparejador o Arquitecto Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Arquitecto, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.7.4. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Artículo 39.- Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

1.8. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Artículo 40.- Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

1.9. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

Artículo 41.- En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción

1.10. DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

1.10.1. ACTA DE RECEPCIÓN

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Artículo 42.- La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (arquitecto) y el director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

1.10.2. DE LAS RECEPCIONES PROVISIONALES

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Artículo 43.- Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Arquitecto y del Aparejador o Arquitecto Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

1.10.3. DOCUMENTACIÓN FINAL

Artículo 44.- El Arquitecto, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por el promotor, será entregada a los usuarios finales del edificio. A su vez dicha documentación se divide en:

- **DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA**

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación se compone de:

- ✓ Libro de órdenes y asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- ✓ Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- ✓ Proyecto con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- ✓ Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en el COAG.

- **DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA**

Su contenido cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- ✓ Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, mas sus anejos y modificaciones.
- ✓ Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- ✓ En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

- **CERTIFICADO FINAL DE OBRA.**

Este se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971 de 11 de marzo, del Ministerio de Vivienda, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- ✓ Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- ✓ Relación de los controles realizados.

1.11. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Artículo 45.- Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Aparejador o Arquitecto Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Arquitecto con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el Art. 6 de la L.O.E.)

PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 46.- El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses (un año con Contratos de las Administraciones Públicas).

1.11.1. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Artículo 47.- Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

1.11.2. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA

Artículo 48.- La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

1.12. PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 49.- Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

y el Arquitecto-Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

1.13. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

Artículo 50.- En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Arquitecto Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.14. CONDICIONES GENERALES DE INDOLE ECONOMICA

1.14.1. PRINCIPIO GENERAL

Artículo 51.- Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago

1.14.2. FIANZAS

Artículo 52.- El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

por 100 del precio total de contrata.

b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones

Particulares.

1.14.4. FIANZA EN SUBASTA PÚBLICA

Artículo 53.- En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

1.14.4. EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Artículo 54.- Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. el Arquitecto Director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

1.14.5. DEVOLUCIÓN DE FIANZAS

Artículo 55.- La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

1.14.6. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Artículo 56.- Si la propiedad, con la conformidad del Arquitecto Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza

1.14.7. DE LOS PRECIOS

1.14.7.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Artículo 57.- El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- c) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- d) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- e) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- f) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

g) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la Administración.

Precio de ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado es la suma de los costes directos, los Indirectos.

Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

1.14.7.2.PRECIOS DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

Artículo 58.- En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 por 100, salvo que en las Condiciones Particulares se establezca otro distinto.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1.14.7.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Artículo 59.- Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Arquitecto y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

1.14.7.4. RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS

Artículo 60.- Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

1.14.7.5. FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

Artículo 61.- En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas y en segundo lugar, al Pliego de Condiciones Particulares Técnicas.

1.14.7.6. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Artículo 62.- Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

1.15. ACOPIO DE MATERIALES

Artículo 63.- El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista

1.16. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

1.16.1. ADMINISTRACIÓN

Artículo 64.- Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa
- b) Obras por administración delegada o indirecta

A) OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Artículo 65.- Se denominas 'Obras por Administración directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Arquitecto-Director expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y Contratista.

1.16.1.1. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Artículo 66.- Se entiende por 'Obra por Administración delegada o indirecta' la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las "Obras por Administración delegada o indirecta" las siguientes:

- a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Arquitecto-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

1.16.1.1.1 .LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 67.- Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Aparejador o Arquitecto Técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en las obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio,

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

1.16.1.1.2. ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

Artículo 68.- Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Aparejador o Arquitecto Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

1.16.1.2. NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS

Artículo 69.- No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Arquitecto-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

1.16.1.3. DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Artículo 70.- Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Arquitecto-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Arquitecto-Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

1.16.1.4. RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

Artículo 71.- En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior

1.17. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS FORMAS DE ABONO DE LAS OBRAS

Artículo 72.- Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
3. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
4. Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las Órdenes del Arquitecto-Director.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

5. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones económicas" determina.
6. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

1.17.1.RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

Artículo 73.- En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los 'Pliegos de Condiciones Particulares' que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Aparejador.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Arquitecto-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Arquitecto-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

1.17.2. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Artículo 74.- Cuando el Contratista, incluso con autorización del Arquitecto-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Arquitecto-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.17.3. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Artículo 75.- Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Arquitecto-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

1.17.4. ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Artículo 76.- Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

PAGOS

Artículo 77.- Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Arquitecto-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

contra la resolución del Arquitecto- Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Arquitecto- Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

1.17.5. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 78.- Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Arquitecto-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

1.18. INDEMNIZACIONES MUTUAS

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1.18.1. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 79.- La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra, salvo lo dispuesto en el Pliego Particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

1.18.2. DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO

Artículo 80.- Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cinco por ciento (5%) anual (o el que se defina en el Pliego Particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato

1.19. VARIOS

1.19.1.1. MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA.

Artículo 76.- No se admitirán **mejoras de obra**, más que en el caso en que el Arquitecto-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Arquitecto-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Arquitecto-Director introduzca innovaciones que supongan una **reducción** apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.20. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS, PERO ACEPTABLES

Artículo 77.- Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Arquitecto-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

1.21. SEGURO DE LAS OBRAS

Artículo 78.- El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Arquitecto-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el Art. 81, en base al Art. 19 de la L.O.E.

1.22. CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Artículo 79.- Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Arquitecto-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Arquitecto Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

1.23. USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Artículo 80.- Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

1.24. PAGO DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

1.25. GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Artículo 81.- El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (el apartado c) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según disposición adicional segunda de la L.O.,E.), teniendo como referente a las siguientes garantías:

- ✓ Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

- ✓ Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.
- ✓ Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

V.SEGURIDAD Y SALUD.

5.1. ANTECEDENTES

La Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se regulan las garantías y responsabilidades mínimas necesarias para establecer el adecuado control de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Con objeto del cumplimiento de la misma y como consecuencia de su aplicación a las obras de construcción se redacta el presente estudio. Un adecuado seguimiento del mismo durante el transcurso de las obras garantizará una disminución de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.

Así, en el presente estudio se reflejan:

- Principales riesgos que entrañan la maquinaria y los medios auxiliares empleados en la construcción.
- Medidas preventivas de seguridad y seguimiento de la salud de los trabajadores.
- Protecciones colectivas.
- Protecciones individuales.

Los principios básicos en los que se ha fundado el estudio son:

- Evitar los riesgos
- Evaluar los riesgos inevitables
- Combatir los riesgos en su origen
- Adaptar el trabajo a la persona
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo que lo sea menos o nada peligroso
- Planificar la prevención
- Anteponer la protección colectiva a la individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

5.2. DATOS DE LA OBRA

5.2.1. DENOMINACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Proyecto para instalación de un sistema geotérmico para obtención de agua caliente en las piscinas y obtención de refrigeración pasiva.

Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra :

El importe del presupuesto total de ejecución material del proyecto de ejecución de obra por contrata, asciende a la cantidad de **1.277.481,48 €** añadiendo al margen

V.SEGURIDAD Y SALUD.

un total de su 9% para partidas de control de calidad en obra, seguridad e higiene y dirección de obra.

El plazo de ejecución de estas obras se estima suficiente en un **periodo de 7 meses y una semana.**

En base a los estudios de planificación de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores que simultaneen los trabajos en esta obra, alcanzará la cifra de 6 operarios.

5.2.2. PROPIEDAD

Ayuntamiento de Valladolid

Edificios colindantes:

Edificios residenciales.

5.2.3. ACCESOS

El acceso a la obra por parte de transporte tanto para el suministro de materiales como para la salida de escombros y tierras se realizara por calle julio senador Gómez

5.2.3.4. CLIMATOLOGÍA

La zona climatológica de Valladolid, con inviernos fríos y veranos calurosos, no tiene mayor incidencia en la obra, salvo las posibles heladas en los meses más crudos del invierno, si bien se adoptarán las medidas oportunas.

5.2.3.5. CENTROS ASISTENCIALES MÁS PRÓXIMOS

- ✓ Hospital Clínico Universitario
Avda. de Ramón y Cajal, s/n Tlfno. : +34 983 420 000
- ✓ Hospital Pío del Río Hortega
C/ Cañon de rio Lobos Tlfno. : +34 983 420 400
- ✓ Urgencias médicas Tlfno. : 061
- ✓ El Servicio Municipal de Bomberos de Valladolid. Tlfno. : 092
- ✓ Servicio de Ambulancias
Centro Coordinador Provincial Tlfno. : +34 983 217421

5.3. PRIMEROS AUXILIOS

5.3.1. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

V.SEGURIDAD Y SALUD.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Los centros asistenciales más próximos están reflejados en el apartado 2 de este Plan.

5.3.2. MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA

Se dispondrá de un botiquín bien dotado y convenientemente señalizado que estará a carga de una persona designada por la Empresa.

Cada botiquín contendrá como mínimo: Agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo, amoniaco, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardiacos de urgencia, torniquete, bolsas de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuillas desechables, hervidor, agujas para inyectables y termómetro clínico. Se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente lo usado.

Prestados los primeros auxilios por la persona encargada de la asistencia sanitaria, la empresa dispondrá lo necesario para la atención médica correspondiente al enfermo o lesionado.

5.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA PERFORACION

5.4.1. INTRODUCCIÓN

El capítulo II del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en su artículo 5º, dice:

“ Cuando sea precisa la adaptación, a casos concretos, de las medidas de este Reglamento y cuantas disposiciones posteriores puedan desarrollarlo, el Director Facultativo responsable establecerá Disposiciones Internas de Seguridad que regulen la actividad interna de la Empresa explotadora.”

V.SEGURIDAD Y SALUD.

Las presentes Disposiciones Internas de Seguridad (D.I.S.) pretenden contemplar todos aquellos apartados que están incluidos dentro de la normativa actualmente en vigor y todas las normas que sean precisas para una perfecta utilización de los equipos de perforación.

Así mismo, se han incluido las medidas para la protección de la calidad del agua y las precauciones sanitarias que habrán de adoptarse para garantizar dicha calidad.

Estas Disposiciones Internas de Seguridad se adaptan a la legislación actual y serán modificadas ante cualquier variación que puedan afectarlas.

5.4.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de las presentes Disposiciones Internas de Seguridad será en todas las labores de PERFORACIÓN, que sean responsabilidad del director facultativo y por todo el personal presente, tanto propio como contratado, que esté trabajando en el mismo ámbito físico donde estas labores tengan lugar.

5.4.3. PERSONAL INVOLUCRADO. FUNCIONES

El Director Facultativo, titulado de Minas, será el responsable de la seguridad de los trabajos que se encuentren dentro del ámbito de aplicación de las presentes Disposiciones Internas de Seguridad.

Todo el personal de la obra, cualquiera que sea su calificación laboral, será responsable de la estricta observancia de lo dispuesto en las presentes Disposiciones Internas de Seguridad, cuyo conocimiento y cumplimiento es obligatorio.

La formación de personal se realizará de acuerdo con la actividad concreta a desarrollar. Periódicamente, se harán reuniones de actualización técnica, y diariamente se impartirán las instrucciones de operación necesarias.

5.4.3.1. FUNCION DEL DIRECTOR FACULTATIVO.

- La aplicación obligatoria de todo lo dispuesto en las presentes Disposiciones Internas de Seguridad.
- La formación de todo el personal, tanto propio, como del personal de empresas contratadas, en materia de seguridad, de manera directa o en colaboración del Encargado o persona responsable.

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- La supervisión en el cumplimiento de lo dispuesto en las Disposiciones Internas de Seguridad, mediante visitas periódicas a la obra.

5.4.3.2. FUNCIONES DEL OPERADOR DEL EQUIPO DE PERFORACION.

El operador del equipo de perforaciones, durante los trabajos de perforación, será el responsable directo de la aplicación de lo dispuesto en las presentes Disposiciones Internas de Seguridad.

- Verificar la máquina, antes de iniciar los trabajos de perforación, para asegurarse que posee los medios y dispositivos de seguridad adecuados y que éstos están en perfecto estado de utilización y servicio.
- Verificar que las condiciones de trabajo son seguras, tomando, en su caso, las oportunas medidas de prevención.

En caso de duda, consultará con el Director Facultativo.

- Verificar que las herramientas, materiales y equipos, tanto de trabajo como de protección individual, estén en las debidas condiciones de uso.
- Informar, a través del Director Facultativo, del incumplimiento de lo dispuesto en la presente Disposiciones Internas de Seguridad.

5.4.3.3. FUNCIONES DEL AYUDANTE

- Verificar que las condiciones de trabajo del personal, en los trabajos de su responsabilidad directa, sean seguros, tomando, en su caso, las oportunas medidas de prevención. En caso de duda, consultará con el Director Facultativo.
- Verificar que los útiles, equipos y materiales, tanto de trabajo como de protección individual, estén en las debidas condiciones de uso.
- Informar, a través del Director Facultativo, del incumplimiento de lo dispuesto en la presente Disposiciones Internas de Seguridad

5.4.4. MATERIAL UTILIZADO

5.4.4.1. EQUIPOS DE PERFORACION

- Se seguirán las instrucciones de servicio especificadas por el fabricante en su Manual de Servicio y Mantenimiento.

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- Durante las operaciones de mantenimiento y reparaciones realizadas en obra, el equipo estará frenado e inmovilizado de manera que no pueda moverse de forma imprevista.
- Los controles de arranque estarán bloqueados de forma que sólo el personal autorizado pueda accionarlos.
- Ningún operario subirá por la columna de perforación para realizar cualquier servicio. En caso de necesidad, el operario estará provisto de cinturón de seguridad anclado a la columna.
- Deben verificarse el estado de las válvulas de seguridad con periodicidad semanal, como mínimo.
- No se usarán mangueras de aire con presiones superiores a 2 bar para la limpieza de filtros, ropa de trabajo, polvo, etc.
- El repostado del equipo perforador se realizará con el motor parado y en zonas ventiladas, quedando completamente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de llama en un radio inferior a 10 m del mismo.
- Antes de realizar cualquier maniobra, el operador se asegurará que no existan personas ni obstáculos próximos a la máquina.
- Se prestará especial atención a la existencia de canalizaciones o conducciones subterráneas en el desplazamiento del equipo perforador, así como la existencia de líneas eléctricas aéreas. El equipo perforador deberá mantenerse a una distancia de seguridad mínima de 10 m de cualquier línea eléctrica.
- La perforación de los barrenos se realizará con empleo de captador de polvo.
- En todo momento, los accesorios de perforación estarán en buenas condiciones de uso. Aquellas piezas que presenten desgastes que puedan afectar a la seguridad de la operación, serán sustituidas.
- Los operadores se mantendrán, en todo momento, alejados de los componentes en movimiento de la perforadora.
- Las llaves de potencia llevarán las correspondientes uniones, mediante cadenas, a la torre y serán de dimensiones adecuadas al trabajo especial al que han de ser destinadas.
- Dispondrán de contrapesos para facilitar su manipulación y un dispositivo de seguridad que evite su caída en caso de rotura del cable que la sostiene.
- La plataforma de trabajo, enganchador de tuberías o varillaje estarán debidamente aseguradas a la torre, comprobándose en cada montaje de equipo, las condiciones de fijación.

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- El operario que realice esta maniobra deberá ir provisto en todo momento del cinturón de seguridad.

5.4.4.2. CABLE DE CABRESTANTE PRINCIPAL

- Se llevará un libro de registros donde figuren las características del cable del cabrestante principal, revisiones efectuadas en el mismo, con indicación de la fecha y cualquier incidencia o anomalía observada.
- En este libro se anotará diariamente el trabajo medio realizado con el cable, procediéndose a su anulación cuando se estime que se ha conseguido de él un rendimiento razonable sin esperar a que se produzcan desperfectos que pudieran resultar peligrosos.
- La carga máxima admisible del cable principal será la quinta parte de la carga de rotura (coeficiente de seguridad de 5).

5.4.4.3. EQUIPAMIENTO DE AYUDANTES Y OPERARIOS

Todo el equipamiento: saco, guantes, botas, cinturón antivibratorio, protecciones acústicas, ropa impermeable, etc., será el debidamente homologado en aquellos casos en que exista esta homologación, y en todo caso, deberá estar en perfectas condiciones de utilización para una correcta protección.

5.4.4.4. BALIZAMIENTO DE LAS OBRAS.

- Las obras se balizarán para evitar accidentes.
- La circulación rodada deberá estar interrumpida, estando la entrada a la obra cerrada mediante vallas pintadas de manera llamativa con tiras o pastillas reflectantes para que resulten visibles durante la noche.
- En los puntos de mayor peligro, cuya protección debe ser visible a mayor distancia, se colocarán durante la noche balizas centelleantes de luces rojas o luces permanentes

5.4.5. PERFORACIÓN

5.4.5.1. PERSONAL

- Los mandos con personal a sus órdenes, son responsables del desarrollo de todos los trabajos en condiciones seguras.

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- Todos los perforistas estarán en posesión de los permisos que sean reglamentarios en cada momento y conocer el manual de operación de la máquina, antes de hacerse cargo de ella.
- Los trabajadores usarán la ropa y accesorios de protección dispuestos por la Empresa.
- Comunicarán a sus superiores cualquier avería, anomalía o práctica peligrosa.

5.4.5.2. EQUIPO DE PERFORACION

- En cada caso, se procurará perforar en las mejores condiciones, tanto desde el punto de vista de seguridad, como de higiene y garantías para el personal interviniente.
- Si las condiciones de trabajo son inadecuadas o peligrosas, no se arrancará el equipo.
- Las deslizaderas se mantendrán abatidas durante el traslado de las perforadoras.
- Durante las maniobras, los ayudantes se colocarán en puntos visibles para los maquinistas.
- Cualquier maniobra potencialmente insegura necesitará del concurso de un ayudante en contacto visual con el maquinista.

- Antes de abandonar la perforadora, se liberará la presión de todos los circuitos y se dejarán los controles en posición de parada, haciendo uso de los bloqueos existentes, y retirando las llaves de arranque.
- Caso de existir alguna circunstancia que pueda afectar al uso de la máquina, se dejará una nota de advertencia sobre los controles de arranque, antes de abandonar la perforadora.

5.4.5.3 EQUIPOS AUXILIARES USADOS EN LA PERFORACION.

5.4.5.3.1. PALA EXCAVADORA

Está formada por un chasis de tractor sobre orugas o neumáticos en cuya parte delantera lleva acoplada una cuchara.

Riesgos más frecuentes

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- Atropellos y colisiones en maniobras de marchas atrás o giro.
- Caída de material desde cuchara.
- Vuelco de la máquina.

Medidas preventivas de seguridad

- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- La batería quedará desconectada, la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto no quedará puesta, siempre que la máquina finalice su trabajo por descanso u otra causa.
- No se fumará durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.

Protecciones colectivas:

- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Señalización del recorrido de la máquina.
- Las palas cargadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

Protecciones personales:

- El operador utilizará en todo momento:
- Casco de seguridad
- Botas antideslizantes.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Gafas de protección contra el polvo en tiempo seco.
- Asiento anatómico.

5.4.5.3.2. CAMIÓN BASCULANTE.

Riesgos más frecuentes:

- Choques con elementos fijos de la obra
- Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Vuelcos al circular por rampas de acceso.

Medidas preventivas de seguridad:

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- La caja se bajará inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al entrar o salir de la obra lo hará con precaución, auxiliado por las señales de otro operario.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si tuviera que parar en alguna rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Las maniobras dentro de la obra se harán sin brusquedades siendo la velocidad de circulación, según la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éstas maniobras.
- Si descarga materiales en las profundidades de las zanjas, se aproximará a una distancia máxima de 1 m. garantizando ésta mediante topes.

Protecciones personales:

- El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:
- Usar casco homologado siempre que baje del camión.
- Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga tendrá echado el freno de mano.

5.4.5.3.3 RETROEXCAVADORA.

Realiza la misma función que la pala excavadora con la diferencia de que en lugar de recoger las tierras por encima del nivel de su chasis, las recoge en un plano inferior por lo que se usa para la excavación de zanjas. Por éste motivo se remite al apartado anterior para el caso de Riesgos más frecuentes, y Protecciones.

5.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA INSTALACION DEL SISTEMA GEOTERMICO.

Tipos de peligros potenciales ,medidas perversivas y protecciones

5.5.1. MAQUINARIA DE ELEVACIÓN.

La primera medida a tener en cuenta es la de su emplazamiento, comprobándose que esté en condiciones, anclándose en cada una de sus patas de soporte, no usándose contrapesos para su fijación.

V.SEGURIDAD Y SALUD.

Tanto el operario que maneja la maquinaria como el que intervenga en la recogida de la carga, estarán dotados de cinturón de seguridad anclados a elementos resistentes distintos de la propia maquinaria de elevación.

Riesgos más frecuentes:

- Caída de la propia máquina por anclaje deficiente.
- Caídas en altura de materiales en las operaciones de subida y bajada.
- Caídas en altura del operador por ausencia de elementos de protección.
- Descargas eléctricas por contacto directo o indirecto.
- Rotura del cable de elevación.

Medidas preventivas de seguridad

- Antes de comenzar los trabajos se comprobará el estado de los accesorios de seguridad así como el cable de suspensión de cargas y de las eslingas a utilizar.
- Estará prohibido circular o situarse debajo de la carga suspendida.
- Los movimientos simultáneos de elevación y descenso, estarán prohibidos.
- Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo, hacer tracción oblicua de las mismas, dejar caer cargas suspendidas con la máquina parada o intentar elevar cargas sujetas al suelo o a cualquier otro punto.
- Cualquier operación de mantenimiento se hará con la máquina parada.
- El anclaje del maquinillo se realizará mediante abrazaderas metálicas a puntos sólidos del forjado a través de sus patas laterales y trasera. El arriostamiento nunca se hará con bidones llenos de arena u otro material.
- Se comprobará la existencia de limitador de recorrido que impida el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma.
- Será visible claramente un cartel que indique el peso máximo a elevar.

Protecciones colectivas:

- El gancho de suspensión de carga con cierre de seguridad estará en buen estado.
- El cuadro de alimentación desde cuadro secundario estará en perfecto estado de conservación.
- Además de las barandillas con que cuenta la máquina, se instalarán barandillas que cumplan las mismas condiciones que el resto de los huecos.
- El motor y los órganos de transmisión estarán correctamente protegidos.
- La carga estará colocada correctamente sin que pueda dar lugar a basculamientos.

- Al término de la jornada de trabajo se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad.
- Gafas antipolvo, si es necesario.
- Guantes de cuero
- Cinturón de seguridad en todo momento anclado a un punto sólido pero en ningún caso a la propia máquina.

5.5.2. MAQUINAS – HERRAMIENTAS.

5.5.2.1. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO.

Riesgos más frecuentes:

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco
- Cortes y amputaciones.

Medidas preventivas de seguridad:

- La máquina tendrá colocada en todo momento la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco y si este estuviera desgastado y resquebrajado se procedería a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco de manera que pueda bloquear este. Así mismo la pieza no presionará el disco en oblicuo o por el lateral.

Protecciones colectivas:

- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y que estén bien ventiladas, si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- Conservación adecuada de la corriente eléctrica.

Protecciones personales:

- Casco homologado.
- Guantes de cuero
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.

5.5.2.2 SIERRA CIRCULAR.

Las precauciones a tomar en el manejo de la misma serán similares a las empleadas en el caso de la cortadora de material cerámico.

5.5.2.3. HORMIGONERA ELÉCTRICA PASTERA.

Riesgos más frecuentes:

- Atrapamientos de extremidades superiores
- Contactos con la energía eléctrica
- Golpes por elementos móviles.
- Vuelcos y atropellos al cambiarla de emplazamiento
- Polvo ambiental

Medidas preventivas:

- La máquina estará situada en una superficie llana y consistente.
- Tendrá protegidos mediante carcasa metálica los órganos de transmisión para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Estará dotada de freno de basculamiento del bombo para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.
- La alimentación eléctrica se realizará de forma aérea a través del cuadro auxiliar en combinación con la tierra y los disyuntores del cuadro general eléctrico, para prevenir los riesgos de contacto con la energía eléctrica.
- La carcasa y demás partes metálicas de la hormigonera, estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos será de accionamiento estanco en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera.

Protecciones colectivas:

- Zona acotada mediante cuerda de banderolas para la ubicación de la máquina
- Correcta conservación de la alimentación eléctrica.

Protecciones personales:

- Casco de polietileno
- Gafas de seguridad antipolvo
- Ropa de trabajo

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- Guantes de goma o PVC
- Botas de seguridad o goma de PVC
- Protectores auditivos
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.

5.5.2.4. HERRAMIENTAS MANUALES.

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y azulejo.

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas
- Proyección de partículas
- Caídas de altura
- Ambiente ruidoso
- Generación de polvo
- Explosiones e incendios
- Cortes de extremidades

Medidas preventivas de seguridad:

- Todas las herramientas eléctricas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiados en el almacén de obra llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe. Si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se conectarán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

Protecciones colectivas:

- Las mangueras de alimentación a herramientas estarán en buen uso.
- Se mantendrán todas las protecciones colectivas durante los trabajos, dependiente de la fase de obra en que nos encontremos.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad
- Guantes de cuero
- Protecciones auditivas oculares en el empleo de la pistola clavadora
- Cinturón de seguridad para trabajos de altura
- Mascarilla antipolvo
- Gafas antipartículas (cortadora de gres, rozadora, etc.).

5.5.3. MEDIOS AUXILIARES

5.5.3.1. ANDAMIOS DE SERVICIO.

En esta obra se utilizarán varios tipos de andamios:

- Andamios tubulares para la ejecución de cerramientos, así como el revestimiento exterior de algunas zonas.
- Andamios sobre borriquetas para ejecución de diferentes trabajos de albañilería y acabados.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo, a distinto nivel y al vacío.
- Caídas debido a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales
- Desplome del andamio
- Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje.

Medidas preventivas de seguridad:

- Los andamios siempre se arriostrarán mediante “cruces de San Andrés”, para evitar movimiento. Así mismo, los andamios tubulares quedarán anclados a puntos fuertes de fachada.
- Las borriquetas se montarán perfectamente niveladas, con las plataformas ancladas a ellas para evitar balanceos. Se prohíbe la sustitución de alguna de ellas por bidones, pilas de materiales, etc.
- Las plataformas no sobresaldrán más de 40 cm. por los laterales de las borriquetas.
- Las borriquetas no estarán separadas más de 2,5 m. entre sí para evitar grandes flechas.
- Los trabajos en andamios sobre borriquetas en terrazas se protegerán con el montaje de pies derechos firmemente acuñados a suelo y al techo en los que

V.SEGURIDAD Y SALUD.

instalar una barandilla sólida de 90 cm. de altura a partir de la plataforma de trabajo formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

- Durante el montaje de los andamios tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones preventivas:
- Antes de iniciar un nuevo nivel, se habrá acabado el anterior incluso arriostrado, con una fiabilidad tal de poder amarrar en él el cinturón de seguridad.
- Los elementos de los andamios se izarán mediante eslingas normalizadas.
- Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.
- Los módulos de base de los andamios tubulares se apoyarán sobre tabloncillos de reparto y estarán dotados de bases nivelables sobre tornillos sin fin.
- La comunicación vertical de los andamios tubular quedará mediante la utilización de escaleras prefabricadas (elemento auxiliar del propio andamio).
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares si antes no se han cercado con barandillas sólidas de 90 cm. de altura con pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- Los andamios tubulares se montarán a distancia igual o inferior a 30 cm. de la fachada y quedarán anclados a la misma.
- Se prohíbe hacer patas directamente sobre las plataformas de trabajo para prevenir las superficies resbaladizas.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de accidentes por sobrecargas innecesarias.
- Se prohíbe trabajar en plataformas ubicadas por debajo de otras plataformas en las que se está trabajando, en prevención de accidentes por caída de objetos.
- Se prohíbe trabajar sobre los andamios tubulares bajo regímenes de vientos fuertes en prevención de caídas.
- No se depositarán pesos violentos sobre los andamios.
- No se acumulará demasiada carga ni demasiadas personas en el mismo punto.

Protecciones colectivas:

- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura; se limitarán delantera, lateral y posteriormente por un rodapié de 15 cm. y tendrán en su parte posterior una barandilla de 90 cm. de altura con pasamanos y listón intermedio.

- Se señalizará la zona de influencia mientras duren los trabajos de montaje y desmontaje de los andamios.

Protecciones personales:

- Casco de polietileno
- Ropa de trabajo
- Calzado antideslizante
- Botas de seguridad
- Cinturón de seguridad

5.6. PROTECCION ELECTRICA.

Riesgos más frecuentes:

- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Los derivados de caída de tensión por sobrecarga (abuso o incorrecto cálculo de la instalación).
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan los sistemas de protección del cuadro general)
- Caídas al mismo y a distinto nivel.

Medidas preventivas de seguridad:

Cables:

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado para la maquinaria e iluminación prevista.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables).
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- Se procurará reducir al mínimo los empalmes entre mangueras. Cuando los haya, estos serán estancos y antihumedad.
- Las mangueras de alargadera provisionales se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.

Cuadros eléctricos:

- Serán metálicos de tipo “para la intemperie” con puerta y cerrojo de seguridad (con llave) según norma UNE-20324 y viseras como protección adicional del agua de lluvia.
- Tendrán la carcasa conectada a tierra
- Sobre la puerta se pondrá adherida una señal de “peligro electricidad”
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Tomas de energía:

- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán desde los cuadros de distribución mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y, siempre que sea posible, con enclavamiento.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra” y no en la “macho” para evitar los contactos eléctricos directos.
- Toda la maquinaria eléctrica, así como todas las líneas, estará protegida por un disyuntor diferencial.

5.7. ALUMBRADO.

Instalación de alumbrado:

El alumbrado de la obra cumplirá las especificaciones plasmadas en esta memoria para cada fase de obra y trabajo a realizar, en concordancia con lo establecido en las Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y LPRRLL 31/95.

- La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad. Estará formada por proyectores ubicados sobre pies derechos firmes.
- La iluminación mediante portátiles será a base de un portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- La energía eléctrica que debe suministrarse a las lámparas portátiles o fijas para iluminación de tajos encharcados o húmedos, se servirá a través de un transformador de corriente que la reduzca a 24 voltios.
- La iluminación de los tajos se situará en una altura en torno a los 2,00 m. medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo. Esta iluminación, a ser posible, se efectuará cruzada a fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

5.8.PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

Descripción de los trabajos:

El riesgo de incendio de los edificios en construcción no es menor que con el edificio terminado y día a día está aumentando no solamente el nivel de riesgo sino también el número de incendios que llegan a producirse.

Riesgos más frecuentes:

- Uso de fuentes de calor en presencia de materiales inflamables.
- Montaje defectuoso de talleres de obra al no proteger convenientemente los conductores, interruptores y cuadros eléctricos.
- Utilización de calefacciones móviles en obra y los hornillos y braseros utilizados para la preparación de la comida o calefacción de los operarios.
- Trabajos de soldadura en presencia de materiales combustibles.
- Acopio irregular de materiales.
- En la instalación provisional eléctrica de obra así como en la del edificio, por defectos de aislamiento, por falsos contactos y por sobrecarga, se pueden originar incendios en los elementos combustibles que se encuentren en contacto, incluida la propia protección de los cables.

Medidas preventivas de seguridad:

- Almacenamiento en recintos separados de distintos materiales combustibles.
- Evitar contactos entre materiales combustibles y equipos y canalizaciones eléctricas
- Orden y limpieza separando los escombros del material combustible para su mejor control.
- Prohibición de fumar en los lugares de mayor peligro de incendio.
- En trabajos de soldadura y corte se protegerán de la proyección de las chispas los objetos susceptibles de combustión mediante lonas, a ser posible mojadas.

V.SEGURIDAD Y SALUD.

- El vigilante de la obra debe ser informado de los puntos y zonas que puedan revestir peligro de incendio en la obra y de las medidas de protección existentes en la misma, para que pueda eventualmente hacer uso de ellas, así como la posibilidad de dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

Protecciones colectivas:

- Elementos de uso común en toda obra tales como agua, arena y herramientas como palas, rastrillos, picos, etc. así como un depósito para trapos grasos.
- Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos.
- Existirá la adecuada señalización indicado los lugares de prohibición de fumar (acopio de líquidos combustibles), camino de evacuación, etc.

Protecciones personales:

Se detalla el equipo que deberán llevar los operarios que participen en la extinción de un fuego incipiente hasta la llegada de los equipos de extinción de bomberos.

- Casco
- Botas fuertes
- Monos de manga larga de tela no inflamable o al menos no sintética
- Guantes
- Mascarilla de emergencia antihumo.

5.9. PREVENCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO POSTERIOR DE LO CONSTRUIDO.

Al finalizar la obra se entregarán al responsable del edificio los planos con la ubicación de las conducciones de las instalaciones, así como las arquetas, etc.

Cualquier alteración que se produzca en el edificio, deberá ser revisada por un técnico competente que determinará su importancia y peligrosidad y en su caso las reparaciones que deberán realizarse.

VI. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

Posibles afecciones y medidas

VI. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

6.1. POSIBLES AFECCIONES AL MEDIO AMBIENTE. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS O COMPENSATORIAS

A continuación se detallarán las posibles afecciones que la ejecución y utilización posterior de las perforaciones pueden ocasionar al medio ambiente:

Tabla 6.1. Posible afección y medidas preventivas

POSIBLE AFECCION	MEDIDA PREVENTIVA, CORRECTORA O COMPENSATORIA
Durante la perforación	
Pequeñas fugas de gasoil o aceite	<ul style="list-style-type: none">➤ Se parará inmediatamente el equipo de perforación➤ Se recogerán los vertidos mediante el empleo de material absorbente tipo sepióitas o similares➤ Se llevarán a un vertedero autorizado
Generación de polvo	<ul style="list-style-type: none">➤ El equipo perforador dispondrá de un sistema de captación de polvo, pudiéndose desconectar en caso de presencia de agua en la perforación
Afecciones a acuíferos	<ul style="list-style-type: none">➤ No se realizarán perforaciones superiores a 200 metros➤ Solo se empleará detritus procedente de la perforación o arena silicea para rellenar las perforaciones➤ Todas las perforaciones se sellarán mediante el empleo de tapas de cierre hermético que se adapten perfectamente al tubo de acero colocado en la boca del mismo y a los tubos colectores

VI. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

- El espacio anular entre la pared de la perforación y el tubo de acero se rellenará con cemento
- En caso de producirse algún tipo de vertido accidental dentro de la perforación, se llevará a cabo lo estipulado en las disposiciones internas, punto 2: protección de la calidad del agua, protecciones sanitarias

Durante la utilización

Fugas de fluido calorportador

- El anticongelante a emplear será biodegradable a CO_2 y H_2O .
- La bomba de circulación dispondrá de un sistema de parada de emergencia si se detecta una caída de presión en el sistema de colectores
- Todos los materiales utilizados en los captadores habrán de cumplir lo establecido en el **ANEXO** para garantizar la estanqueidad de los mismos.

Se seguirá escrupulosamente lo establecido en las Disposiciones Internas de Seguridad para esta obra y lo dispuesto por la Dirección Facultativa.

6.2. POSIBLES RIESGOS DE CONTAMINACION SOBRE LOS ACUIFEROS.

VI.ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

Las principales y más graves afecciones que se pueden ocasionar a un acuífero son el agotamiento y la contaminación del mismo.

La primera de ellas no es aplicable a este caso, pues en las perforaciones geotérmicas nunca se extraerá agua para ningún fin. Sólo se introducirán colectores para intercambiar calor con el subsuelo mediante la circulación por el interior de las tuberías de agua más anticongelante (propilenglicol) en una proporción en volumen de 80/20 respectivamente.

En cuanto a los posibles riesgos de contaminación, las únicas causas que pueden provocarlos, en función de las características y usos del terreno adyacente a las perforaciones, son:

- Fugas de agua con anticongelante.
- Introducción de material contaminado al rellenar las perforaciones.
- Vertidos accidentales en las perforaciones.
- Vertidos accidentales por las perforaciones.

6.2.1.FUGAS POR ANTICONGELANTE .

Clasificación de la fuentes	
Fuente	Potencial
Origen	Antropogénica
Geometría	Puntual
Temporalidad	Pulso (no es ni constante ni intermitente)

:

La toxicidad del producto es muy baja y su movilidad baja. No se producen lixiviados. Por otra parte, la carga o cantidad de contaminante es muy baja al tratarse de pequeñas cantidades de líquido que se pueden fugar. Además, hay que tener en cuenta el tipo de material presente en la zona: arenas y arcosas con intercalaciones de arcilla, que favorecen una depuración natural de las aguas. Por todo ello, una posible fuga no supone un riesgo para la calidad de las aguas subterráneas.

VI. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

6.2.2. INTRODUCCION DE MATERIAL CONTAMINADO AL RELLENAR LAS PERFORACIONES.

Sólo se podrán introducir en las perforaciones dos tipos de materiales: el propio detritus procedente de la misma perforación o arena silíceo procedente de cantera o gravera. Por tanto, sólo se está introduciendo material inerte que no contiene materiales potencialmente contaminantes que puedan generar lixiviados

6.2.3. VERTIDOS ACCIDENTALES EN LAS PERFORACIONES

Durante la ejecución de las perforaciones, existe la posibilidad de que, accidentalmente, se pueda verter algún tipo de producto que pudiera ocasionar una contaminación en el acuífero. Dichos productos pueden ser:

- Aceite hidráulico como consecuencia de una rotura de algún latiguillo de la máquina perforadora.
- Aceite de motor o gasóleo de la máquina perforadora

Clasificación de la fuentes	
Fuente	Potencial
Origen	Antropogénica
Geometría	Puntual
Temporalidad	Pulso (no es ni constante ni intermitente)

Cualquiera de estos vertidos será siempre de muy pequeña cuantía, por lo que, en caso de fuga de alguno de estos materiales, la probabilidad de que caigan directamente en la perforación es muy baja.

En caso de que el vertido tenga lugar en las inmediaciones de la perforación, se tomarán las siguientes medidas correctoras:

- Se parará de inmediato la operación de perforación hasta que no esté subsanado el problema.
- Se esparcirá cualquier tipo de material absorbente (tipo sepiolita) sobre la zona del vertido.

VI.ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

- Se retirará todo el material afectado por el vertido y será llevado a un vertedero autorizado.
- Para llevar a cabo la reparación de la avería, se dispondrá de un plástico debajo de la máquina perforadora que evite el contacto de posibles nuevas fugas sobre el terreno.

Así mismo, para evitar vertidos incontrolados, estará prohibido realizar tareas de mantenimiento en las cercanías de las perforaciones. Dichos trabajos habrán de hacerse en zonas especialmente habilitadas a tal fin.

En todo momento se llevará a cabo lo estipulado en las Disposiciones Internas de Seguridad y, en especial, lo dispuesto en el punto 2: *Protección de la calidad del agua, protecciones sanitarias y desinfecciones.*

Una vez hechas las perforaciones, e inmediatamente después de su terminación, se introducirán los tubos colectores en el interior de las mismas. Una vez finalizado este proceso, se colocará en la boca de la perforación una tapa de cierre hermético que evite la entrada de cualquier producto o líquido en su interior.

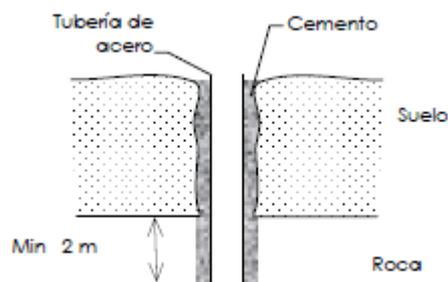
6.2.4. VERTIDOS POR LAS PERFORACIONES

Se entienden por vertidos por las perforaciones aquellos vertidos que se producen en las cercanías de la perforación y que, por lixiviación, pueden llegar a la perforación e introducirse en ella.

Para evitar que cualquier producto lixiviado entre en contacto con un acuífero, se colocará un tubo de revestimiento de acero que penetre, por lo menos, dos (2) metros en la roca firme y, posteriormente, se rellenará el espacio anular entre el terreno y el tubo con cemento.

De esta manera, quedará sellada la perforación, ya que la unión entre roca/cemento/tubo será estanca.

En el supuesto de encontrarse roca desde la cabeza de la perforación, se introducirá el tubo de revestimiento hasta alcanzar roca inalterada y siempre en una profundidad mínima de dos metros.



6.3. PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, PRECAUCIONES SANITARIAS Y DESINFECCIONES.

Durante la ejecución de los sondeos, se tomarán de manera permanente las medidas necesarias para evitar que las aguas sean contaminadas, o que aguas con características químicas no deseables entren en contacto con las aguas subterráneas a través del sondeo.

Así mismo, se cuidará que gasolinas, gasóleos u otros agentes externos contaminantes puedan entrar en los sondeos mediante filtraciones a través de la abertura.

En el caso de que se contamine el sondeo, o que aguas con características no deseables entren en el sondeo por descuido del Contratista, éste, a su cargo, realizará las obras esterilizantes necesarias para eliminar la contaminación, neutralizando la entrada de agua contaminante.

El Contratista extremará sus cuidados durante la realización de las obras para evitar el derrumbamiento o soterramiento de los estratos.

Como precauciones sanitarias se tendrán presentes las siguientes:

- El sondeo deberá ubicarse en una zona relativamente alta, de cota superior a la de cualquier fuente cercana de posible contaminación.
- La tubería del revestimiento deberá sobresalir, por lo menos, 50 cm de la cota de la superficie del terreno circundante.
- Aún cuando los materiales del subsuelo próximos a la superficie tengan unas características tales que permitan una filtración y consiguiente disminución de su grado de contaminación, hay que tener precauciones en el mantenimiento de posibles focos contaminantes.

VI. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

- Una vez concluido el sondeo, se limpiará completamente de cualquier materia extraña, con inclusión de herramientas, maderas, cuerdas, escombros, cemento, aceites, grasas, etc.
- Si, por cualquier motivo, el sondeo hubiese sido contaminado, se procederá a su desinfección con una solución de cloro. Ésta ha de tener una concentración de, al menos, 50 ppm de cloro en todas partes del sondeo. La solución de cloro se aplicará de acuerdo con las instrucciones que en este sentido marque el Director Facultativo, debiendo permanecer dicha solución en el sondeo durante dos (2) horas, como mínimo.

PRESUPUESTOS

CAPÍTULO 1. PERFORACIONES GEOTERMICAS

Código	Descripción	Uds	Largo	Ancho	Altura	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
1.01	EXCAVACIÓN MECÁNICA POZOS PARA SONDAS VERTICALES								
		18	125.65			2261.7			
		13	104.56			1359.2			
						8			
		6	113.73			682.2			
							4303.2	30.57	131496.7
							5		
1.02	SEPARACIÓN DE RIPIOS								
		18				18			
		13				13			
		6				6			
							37	283.12	10475.44

CAPITULO 2.INSTALACION DE SONDAS GEOTERMICAS

2.01	INSTALACIÓN SONDAS 4X32MM								
		18	125.65			2261.7			
		13	104.56			1359.2			
						8			
		6	113.73			682.2			
							4303.2	5.06	21774.44
							5		5
2.02	PESOS								
		18				18			
		13				13			
		6				6			
							37	52.29	1937.73
2.03	PIEZA DE UNIÓN								
		18				216			
		13				130			
		6				60			
							406	8.52	3459.12
2.04	ENGRAVILLADO DE SONDEO								
							76	50.22	3816.72
2.05	CEMENTACIÓN DE SONDEO								
		18	5			90			
		13	5			65			
		6	5			30			
							185	11.77	2177.45

PRESUPUESTOS

CAPITULO 3.INSTALACION DE COLECTORES Y TUBERIAS

Código	Descripción	Uds	Largo	Anch o	Alt o	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
3.01	TUBOS EN "Y"	18				18			
		13				13			
		6				6			
							37	34.59	1279.83
3.02	INSTALACION DE SALIDA SONDA VERTICAL HASTA COLECTOR	2	67.9			135.8			
		2	49.3			98.6			
		2	142.1			284.2			
		2	55.2			110.4			
							629	17.77	11177.33
3.03	COLECTOR CON VÁLVULAS DE EQUILIBRADO 9 VIAS	1					1	2450.77	2450.77
3.04	COLECTOR CON VÁLVULAS DE EQUILIBRADO 13 VIAS	1					1	3450.15	3450.15
3.05	COLECTOR CON VÁLVULAS DE EQUILIBRADO 6 VIAS	1					1	1480.07	1780.07
3.06	ARQUETA DE HORMIGÓN PREFABRICADA	4					4	345.73	1382.92
3.07	TUBERIAS HORIZONTALES PE100 D50mm	1	91.44			91.44			
		1	88.39			88.39			
		1	42			42			
		1	3.67			3.67			
							225.5	16.74	3774.87
3.08	TUBERIA PE100 D50mm	1	30.5			30.5			
		1	16			16			
		1	30.5			30.5			
		1	11			11			
							88	7.43	653.84
3.09	EQUIPO DE DESAIREACIÓN, PURGA Y SEPARACIÓN DE LODOS	4					4	3.826,85	15307.4

PRESUPUESTOS

CAPITULO 4.BOMBAS DE CALOR GEOTERMICAS

Código	Descripción	Uds	Largo	Anch o	Alt o	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
4.01	BOMBA DE CALOR GEOTERMICA CIATESA LGP 300V	1				1	1	18.113,36	18.113.36
4.02	BOMBA DE CALOR GEOTERMICA CIATESA LGP 240 V	2				2	2	15.633,80	31267.60
4.03	BOMBA DE CALOR GEOTERMICA CIATESA LGP 150 V	1				1	1	11.616,80	11616.80

CAPITULO 5.BOMBAS CENTRIFUGAS

5.01	ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULAR GRUNDFOS CRN 15-14 11 KW	1				1	1	7457,27	7457,27
5.02	ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULAR GRUNDFOS CRN 10-22 7,5 Kw	1				1	1	7295,27	7295,27
5.03	ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULAR GRUNDFOS CRN 10-16 5,5 Kw	2				2	2	5547,44	11094.4

CAPITULO 6.ELEMENTOS INSTALACION DE REFRIGERACION.

6.01	INTERCAMBIADOR DE PLACAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 316, POTENCIA 100 KW.								
	LGP300V	1				1			
	LGP240V	1				1			
	LGP240V	1				1			
							3	700,42	2101.16
6.02	INTERCAMBIADOR DE PLACAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 316, POTENCIA 93 KW.								
	LGP150V	1				1			
							1	521,43	521.43
6.03	FANCOIL HORIZONTAL MODELO TLHK 63 WOLF								
	PABELLON	6				6			
							6	1740,02	10440.12
6.04	DEPOSITO DE INERCIA MARCA IBAIONDO PARA INSTALACIONES DE REFRIGERACION								
		1				1	1	2094,43	2094.43

PRESUPUESTOS

Código	Descripción	Uds	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
6.05	ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULAR GRUNDFOS TPED 65 3,7 Kw	1				1	1	5385,83	5385,83
6.06	BATERIA DE FRIO MARCA WOLF TIPO 8	1				1	1	836,83	836,83
CAPITULO 7. OTROS ELEMENTOS DE LA INSTALACION									
7.01	VÁLVULA DE ESFERA DE LATÓN NIQUELADO PARA ROSCAR DE 2".								
	LGP300V	4				4			
	LGP240V	4				4			
	LGP240V	4				4			
	LGP150V	4				4			
							16	51,6957	827.13
7.02	VÁLVULA DE 2 VÍAS DE 2", TODO/NADA, CON MOTOR ELÉCTRICO DE 220 V.								
	LGP300V	2				2			
	LGP240V	2				2			
	LGP240V	2				2			
	LGP150V	2				2			
							8	140,9761	1127.84
7.03	VÁLVULA DE 3 VÍAS DE 1 1/4", TODO/NADA, CON MOTOR ELÉCTRICO DE 220 V.								
	GIMNASIO	2				2			
	SALA DE BAILES	2				2			
							4	106,1415	424.56
7.04	VÁLVULA DE 3 VÍAS DE 2", TODO/NADA, CON MOTOR ELÉCTRICO DE 220 V.								
	PABELLON	2				2	2	160,4225	320.84
7.05	PURGADOR AUTOMÁTICO DE AIRE CON BOYA Y ROSCA DE 3/4" DE DIÁMETRO, CUERPO Y TAPA DE LATÓN.								
		4				4	4	13,6269	54.52

PRESUPUESTOS

Código	Descripción	Uds	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
7.06	VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN DE LATÓN, DE 2" DN 50 MM DE DIÁMETRO, PRESIÓN MÁXIMA DE ENTRADA DE 15 BAR.								
	LGP300V	1			1				
	LGP240V	1			1				
	LGP240V	1			1				
	LGP150V	1			1				
							4	162.61	650.44
7.07	AISLAMIENTO TUBERIAS DN32								
	GIMNASIO	1	20.8		20.8				
	SALA DE BAILES	1	19		19				
							39.8	15,59	620.482
7.08	AISLAMIENTO TUBERIAS DN50								
	PABELLON	1			175				
	TUBERIAS GEOTERMIA	1			88				
							263	30,69	8071.47
7.09	ANTICONGELANTE PROPILEN - GLICOL								
	GEOTERMIA	335.7			631.4		631.4	5,5901	3529.53
7.10	VASO DE EXPANSION CAPACIDAD DE 18 LITROS	3					3	47.37	142.11
7.11	VASO EXPANSION CAPACIDAD 8 LITROS	1					1	41.19	41.19

PRESUPUESTOS

RESUMEN DISTINTAS PARTIDAS

1.PERFORACIONES GEOTERMICAS.	137712,84
2.INSTALACIONES DE SONDAS GEOTERMICAS.....	32170,05
3.INSTALACIONES DE COLECTORES Y TUBERIAS.....	40019,3676
4.BOMBAS DE CALOR GEOTERMICAS.	59167,8272
5.BOMBAS CENTRIFUGAS.....	25071,5318
6.ELEMENTOS INSTALACION DE REFRIGERACION.....	20738,406
7.OTROS ELEMENTOS DE LA INSTALACION.....	13554,586

RESUMEN PRESUPUESTO

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	328.435,08
13% GASTOS GENERALES.....	42.696,56
3% BENEFICIO INDUSTRIAL.....	9.853,05
TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	380.984,69
IVA (18 %).....	68.577,24
TOTAL IVA INCLUIDO.....	449.561,9

El presupuesto total asciende a **CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON NUEVE CENTIMOS**

PRESUPUESTOS

Capitulo 1.Precios descompuestos.

PRESUPUESTOS

CAPITULO 1.PERFORACIONES GEOTERMICAS

1.01

EXCAVACIÓN MECÁNICA POZOS PARA SONDAS VERTICALES

ML. Excavación mecánica de pozos
para instalación de sondas geotérmicas dobles
con camisa de hierro de sustentación para los
primeros
5 ó 6 metros. Diámetro máximo de perforación de
150 mm, totalmente montado e instalado según
especificaciones
ENERTERRA o equivalente.

0,8	hr	Peón especializado	15,49	12,39
0,4	hr	Perforadora para geotermia	43,23	17,29
3	%	COSTES INDIRECTOS	29,7	<u>0,89</u>

TOTAL PARTIDA

30,57

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

1.02

SEPARACIÓN DE RIPIOS

separación de ripios por sondeo perforado incluso
contenedor de desbaste, contenedor
de decantado, incluso vertido con mangote desde
sondeo, bombeos intermedios y
bombeo a colector de saneamiento del agua
decantada. transporte de sobrante a vertedero
autorizado incluso canon de vertido

2,403	hr	Peón especializado	15,47	37,17
1	TM	material	237,7	237,7
3	%	COSTES INDIRECTOS	274,9	8,25

TOTAL PARTIDA

283,12

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con DOCE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

CAPITULO 2:INSTALACION DE SONDAS GEOTERMICAS

2.01		INSTALACIÓN SONDAS 4X32MM		
		ML. Sonda geotérmica doble 4xØ16 mm PN25 para perforación vertical fabricada en PE100 SDR11 color negro y acorde a las exigencias de la VDI 4640 (según SKZ, supervisión HR 3.26) Unidad de instalación, totalmente montado e instalado según especificaciones ENERTERRA o equivalente..		
0,006	hr	Peón especializado	0,1132	0,11322
0,006	hr	ayudante peon especializado	0,09432	0,09432
1	ML	Sondas geotermicas dobles	9	9
3	%	COSTES INDIRECTOS	9,20752	0,2762256
		TOTAL PARTIDA		5,06

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con SEIS CÉNTIMOS.

2.02		PESOS		
		Ud. Peso para colocación de sonda doble vertical 4x16 mm decalada, incluidos tornillos 10mm para anclaje a sonda. Peso 12,5 kg; material de acero, totalmente montado e instalado según especificaciones ENERTERRA o equivalente. .		
0,3	hr	peon especializado	18,87	5,66
0,3	hr	Ayudante INSTALADOR	15,72	4,72
1	ud	material	40,39	40,39
3	%	COSTES INDIRECTOS	50,8	1,52
		TOTAL PARTIDA		52,29

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

2.03

PIEZA DE UNIÓN

Ud. Distanciator sonda doble 4x16mm para mantener la separación entre los diferentes tubos de la sonda geotérmica.

Distancia colocación recomendada: cada 5-10m, totalmente montado e instalado según especificaciones ENERTERRA o equivalente..

0,1	hr	peon especializado	18,87	1,89
0,1	hr	Ayudante INSTALADOR	15,72	1,57
1	ud	material	4,81	4,81
3	%	COSTES INDIRECTOS	8,3	0,25

TOTAL PARTIDA 8,52

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.

2.04

ENGRAVILLADO DE SONDEO

T.M Engravillado de sondeo con arena silicea d Ø 2-6 mm incluso suministro y colocacion por vertido según preinscripciones de la direccion tecnica

1,6	hr	Peón especializado	15,47	24,77
1	TM	material	23,99	23,99
3	%	COSTES INDIRECTOS	48,8	1,46

TOTAL PARTIDA 50,22

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA EUROS EUROS con VEINTIDOS CENTIMOS

PRESUPUESTOS

2.05

CEMENTACIÓN DE SONDEO

ML.Cementacion de sondeo entre 1-6 m.con mortero de arena silicea de formulacion 1:3 según prescripciones de la direccion tecnica,incluso suministro y colocacion de tapa protectora del sondeo

0,32	hr	Peón especializado	15,47	4,95
1	TM	material	6,48	6,48
3	%	COSTES INDIRECTOS	11,4	0,34

TOTAL PARTIDA

11,77

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

CAPITULO 3.INSTALACION DE COLECTORES Y TUBERIAS

3.01

TUBOS EN "Y"

Ud. Unión en Y en material PE100 para transición sonda 2x16 mm a Ø20mm, se realizará mediante termofusión, totalmente montado e instalado según especificaciones ENERTERRA o equivalente..

0,3	hr	peon especializado	18,87	1,89
0,3	hr	Ayudante INSTALADOR	15,72	1,57
1	ud	material	30,12	30,12
			33,6	1,01

TOTAL PARTIDA

34,59

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

3.02 **INSTALACION DE SALIDA SONDA VERTICAL HASTA COLECTOR**

ML. Tubería de PE 40 SDR 11 desde salida de sonda de captación vertical geotérmica hasta unión con colector de ida y retorno totalmente montado e instalado según especificaciones ENERTERRA o equivalente..

0,48	hr	peon especializado	15,47	7,43
1	ud	material	9,82	9,82
3	%	COSTES INDIRECTOS	17,3	0,52

TOTAL PARTIDA 17,77

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

3.03 **UD COLECTOR CON VÁLVULAS DE EQUILIBRADO 9 VIAS**

Ud Colector geotermia Ø125mm 9 vías PE100 40x3.7mm, dotado de válvulas de equilibrado tipo SETTER o equivalente.. Material PE100, caudal máximo 16,2 m³/h. Dispone de válvula de llenado/vaciado con racor Rp 3/4", 3 tomas Rp 1/2", 3 tapones R 1/2" y pugador sección grande R 1/2", totalmente montado e instalado según especificaciones ENERTERRA o equivalente..

8	hr	peon especializado	18,87	150,96
8	hr	Ayudante INSTALADOR	15,72	125,76
1	ud	material	2.102,67	2.102,6
3	%	COSTES INDIRECTOS	2.379,40	71,38

TOTAL PARTIDA 2.450,77

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

3.04 COLECTOR CON VÁLVULAS DE EQUILIBRADO 13 VIAS ALB GEROtherm 13x40

Ud Colector geotermia Ø125mm 13 vías PE100 40x3.7mm, dotado de válvulas de equilibrado tipo SETTER o equivalente.. Material PE100, caudal máximo 16,2 m3/h. Dispone de válvula de llenado/vaciado con racor Rp 3/4", 3 tomas Rp 1/2", 3 tapones R 1/2" y pugador sección grande R 1/2", totalmente montado e instalado

8	hr	peon especializado	18,87	150,96
8	hr	Ayudante INSTALADOR	15,72	125,76
1	ud	material	3.081,00	3.081,0
3	%	COSTES INDIRECTOS	3.081,00	0

92,43

TOTAL PARTIDA

3.450
,15

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS con QUINCE CÉNTIMOS.

3.05 COLECTOR CON VÁLVULAS DE EQUILIBRADO 6 VIAS

Ud Colector geotermia Ø125mm 6 vías PE100 40x3.7mm, dotado de válvulas de equilibrado tipo SETTER o equivalente.. Material PE100, caudal máximo 16,2 m3/h. Dispone de válvula de llenado/vaciado con racor Rp 3/4", 3 tomas Rp 1/2", 3 tapones R 1/2" y pugador sección grande R 1/2", totalmente montado e instalado según especificaciones ENERTERRA o equivalente..

8	hr	peon especializado	18,87	150,96
8	hr	Ayudante INSTALADOR	15,72	125,76
1	ud	material	1.168,30	1.168,3
3	%	COSTES INDIRECTOS	1.168,30	35,049

TOTAL PARTIDA

1.480
,07

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS OCHENTA EUROS con SIETE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

3.06 ARQUETA DE HORMIGÓN PREFABRICADA
Arqueta de hormigón prefabricada de 150x70x95cm.
colocada sobre solera de HM-20 N/mm²,
según CTE/DB-HS 5.

1.500	hr	peon especializado	16.16	24.24
1.500	hr	Ayudante INSTALADOR	14.14	21.21
1	ud	material	277.04	277.04
3	%	COSTES INDIRECTOS	332.530	23.28

TOTAL PARTIDA 345,7
3

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.

3.07 TUBERIAS HORIZONTALES PE100 D50mm

tubería de pe100 diámetro 50 mm, pn 25 para
conducciones del circuito
entre arquetas de colectores hasta zona interior
incluso excavación, cama de arena, relleno con
material
de excavación y compactación de zanja, incluso
suministro e instalación en zanja de tubería,

pp de protecciones del tendido, espaciadores y
marcado identificativo de extremos
de circuito, incluso accesorios soldados, incluso
llenado con agua y prueba de
circulación de presión.

0,480h.	hr	peon especializado	15,47	7,43
1	ud	material	9,82	9,82
3	%	COSTES INDIRECTOS	17,3	0,52

TOTAL PARTIDA 16,74

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DISCISEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

3.08 TUBERIA PE100 D50mm

tubería de pe100 diámetro 50 mm, pn 25 para conducciones del circuito entre zona interior y sala de maquinas

0,4	0,4	peon especializado	15,47	7,43
1	1	material	8,82	8,82
3	3	COSTES INDIRECTOS	17,3	0,488

TOTAL PARTIDA 7,43

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS.

3.09 EQUIPO DE DESAIREACIÓN, PURGA Y SEPARACIÓN DE LODOS

equipo de desaireación, purga y separación de lodos tipo spirovent hc95f. incluso suministro

montaje y pruebas totalmente instalado

1,601	hr	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,61	24,99
1	ud	material	3.671,70	3.671,7
3	%	COSTES INDIRECTOS	3.671,70	0
				110,15
				1

TOTAL PARTIDA 3.826,85

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS OCHENTA EUROS con SIETE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

CAPITULO 4.BOMBAS DE CALOR GEOTERMICAS

4.01 BOMBA DE CALOR GEOTERMICA CIATESA LGP 300V

Unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica, alimentación trifásica a 400 V, potencia calorífica nominal 106,91 kW (calificación energética 4,37), potencia frigorífica nominal 90,9 kW (coeficiente energético 3,92), presión sonora 48 dBA, dimensiones 1201x1492x883 mm, peso 590 kg, incluso amortiguadores antivibración para gas R-410A, con compresor de tipo scroll, bomba de circulación para el circuito secundario, intercambiador de placas de acero inoxidable, filtros y pantalla de información gráfica con teclado.Termómetro bimetalico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2" escala de temperatura de 0 a 120°C.Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.Kit de amortiguadores antivibración para unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica.

9,000	hr	peon especializado	16,18	145,62
9,000	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	132,12
1	ud	material	156,05	156,05
1	ud	bomba geotermica	16900	16900
1	ud	Puesta en marcha de unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica.	252	252
3	%	COSTES INDIRECTOS	17585,79	527,57

TOTAL PARTIDA

18.11
3,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL CIENTO TRECE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS.

4.02 BOMBA DE CALOR GEOTERMICA CIATESA LGP 240 V

Unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica, alimentación trifásica a 400 V, potencia calorífica nominal 80,63 kW (calificación energética 4,37), potencia frigorífica nominal 68,6kW (coeficiente energético 3,92), presión sonora 48 dBA, dimensiones 1201x1492x883 mm, peso 590 kg, incluso amortiguadores antivibración para gas R-410A, con compresor de tipo scroll, bomba de circulación para el circuito secundario, intercambiador de placas de acero inoxidable, filtros y pantalla de información gráfica con teclado.Termómetro bimetalico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2" escala de temperatura de 0 a 120°C.Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.Manguito

PRESUPUESTOS

antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.Kit de amortiguadores antivibración para unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica.

9,000	hr	peon especializado	16,18	145,62
9,000	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	132,12
1	ud	material	156,05	156,05
1	ud	bomba geotermica	14500	14500
1		Puesta en marcha de unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica.	252	252
3	%	COSTES INDIRECTOS	14933,8	448,01
		TOTAL PARTIDA		4
				15.63
				3,80

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS.

4.03 BOMBA DE CALOR GEOTERMICA CIATESA LGP 150 V

Unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica, alimentación trifásica a 400 V, potencia calorífica nominal 53,45 kW (calificación energética 4,37), potencia frigorífica nominal 45,3 kW (coeficiente energético 3,92),

presión sonora 48 dBA, dimensiones 1201x1492x883 mm, peso 590 kg, incluso amortiguadores antivibración para gas R-410A, con compresor de tipo scroll, bomba de circulación para el circuito secundario, intercambiador de placas de acero inoxidable, filtros y pantalla de información gráfica con teclado.Termómetro bimetálico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2" escala de temperatura de 0 a 120°C.Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.Kit de amortiguadores antivibración para unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica.

9,000	hr	peon especializado	16,18	145,62
9,000	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	132,12
1	ud	material	156,05	156,05
1	ud	bomba geotermica	10600	10600
1	ud	Puesta en marcha de unidad agua-agua bomba de calor reversible geotérmica.	252	252
3	%	COSTES INDIRECTOS	11033,79	331

PRESUPUESTOS

TOTAL PARTIDA

11.61
6,80

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL SEISCIENTOS DIECISEIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS.

CAPITULO 5.BOMBAS CENTRIFUGAS

5.01

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULAR GRUNDFOS CRN 15-14 11 KW
BOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULARES EN AISI 316 Temperatura del líquido: -20 °C a +120 °C máx.
Cierre mecánico: HQQE (cartucho, SIC/SIC, EPDM)Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".
Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.
Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.
Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2",
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".
Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos tes, codos y curvas flexibles).

3,011	hr	peon especializado	16,18	48,72
3,011	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	44,2
1	ud	material	65,56	156,05
1	ud	bomba centrifuga	6991,1	6991,1
3	%	COSTES INDIRECTOS	7.240	217,2

TOTAL PARTIDA

7457,
27

PRESUPUESTOS

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con VENTISIETE CÉNTIMOS.

5.02 ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULAR GRUNDFOS CRN 10-22 7,5 kW
BOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULARES EN AISI 316 Temperatura del líquido: -20 °C a +120 °C máx.
Cierre mecánico: HQQE (cartucho, SIC/SIC, EPDM)Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".
Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.
Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.
Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2",
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".
Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, codos y curvas flexibles).

3,011	hr	peon especializado	16,18	48,72
3,011	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	44,2
1	ud	material	65,56	156,05
1	ud	bomba centrifuga	6832,4	6832,4
3	%	COSTES INDIRECTOS	7130	213,9

TOTAL PARTIDA

7295,
27

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con VENTISIETE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

5.03

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULAR GRUNDFOS CRN 10-16 5,5 Kw
BOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL MULTICELULARES EN AISI 316 Temperatura del líquido: -20 °C a +120 °C máx.
 Cierre mecánico: HQQE (cartucho, SIC/SIC, EPDM) Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".
 Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.
 Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.
 Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2",
 Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".
 Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057
 Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C
 con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, codos y curvas flexibles).

3,011	hr	peon especializado	16,18	48,72
3,011	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	44,2
1	ud	material	65,56	156,05
1	ud	bomba centrifuga	5136,9	5136,9
3	%	COSTES INDIRECTOS	5.386	161,57

TOTAL PARTIDA 5547,44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

CAPITULO 6.ELEMENTOS INSTALACION DE REFRIGERACION.

6.01 INTERCAMBIADOR DE PLACAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 316, POTENCIA 100 KW.
Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 100 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C.
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/4".
Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.

Termómetro bimetalico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2", escala de temperatura de 0 a 120 °c

1,405	hr	peon especializado	16,18	22,73
1,405	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	20,63
1	ud	material	57,06	57,06
1	ud	bomba centrifuga	400	400
3	%	COSTES INDIRECTOS	700,42	21,01
			15,6429	15,6429

TOTAL PARTIDA

700,42

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

6.02 INTERCAMBIADOR DE PLACAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 316, POTENCIA 93 KW.
Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 93 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C.

Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".

Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/4".

Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.

Termómetro bimetalico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2", escala de temperatura de 0 a 120 °c

PRESUPUESTOS

1,405	hr	peon especializado	16,18	22,73
1,405	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	20,63
1	ud	material	57,06	57,06
1	ud	bomba centrífuga	400	400
3	%	COSTES INDIRECTOS	500	21,01

TOTAL PARTIDA 521,4
3

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS VEINTIUN EUROS con TREINTA Y CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS.

6.03 FANCOIL HORIZONTAL MODELO TLHK 63 WOLF

Fancoil horizontal con envolvente, modelo TLHK 63 WOLF sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de

22,5 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 32°C; temperatura de entrada del agua: 5°C, salto térmico: 5°C),

potencia calorífica nominal de 50 kW (temperatura de entrada del aire: -10°C; temperatura de entrada del agua: 50°C),

Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".

3,405	hr	peon especializado	16,18	55,09
3,405	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	49,99
1	ud	material	8,26	8,26
1	ud	fancoil	1576	1576
3	%	COSTES INDIRECTOS	1689,34	50,68

TOTAL PARTIDA 1740,
02

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS CUARENTA EUROS con DOS CÉNTIMOS.

6.04 DEPOSITO DE INERCIA MARCA IBAIONDO PARA INSTALACIONES DE REFRIGERACION

Deposito de inercia marca IBAIONDO para instalaciones de refrigeracion con una capacidad de 2000 l presion maxima de 8 bares 2000 AR-A con unas dimensiones de 1360x2465 y una conexión de 3"

PRESUPUESTOS

1,600	hr	peon especializado	16,18	25,89	
1,600	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	23,49	
1	ud	material	1,40	1,4	
1	ud	deposito	2094,43	2094,4	
3	%	COSTES INDIRECTOS	2145,2	3	
				64,35	
		TOTAL PARTIDA			2209,56

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS NUEVE EUROS con SEIS CÉNTIMOS.

**6.05 ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL
MULTICELULAR GRUNDFOS TPED 65 3,7 Kw**

BOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL
MULTICELULARES EN AISI 316 Temperatura del líquido: -20 °C a +120 °C máx.
Cierre mecánico: HQQE (cartucho, SIC/SIC, EPDM)

Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".

Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro

con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.

Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.

Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2",

Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".

Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057

Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija

en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C

con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según

UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos tes, codos y curvas flexibles).

3,011	hr	peon especializado	16,18	48,72	
3,011	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	44,2	
1	ud	material	65,56	156,05	
1	ud	bomba centrifuga	4980	4980	
3	%	COSTES INDIRECTOS	5.229	156,86	

PRESUPUESTOS

TOTAL PARTIDA 5385,83

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS.

6.06 BATERIA DE FRIO MARCA WOLF TIPO 8
intercambiador para agua fria con tubos de cobre y
laminas de aluminio
colector de acero
separador de gotas, bandeja de condensacion

0,500	hr	peon especializado	16,18	8,09
0,500	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	7,34
1	ud	material	1,40	1,40
1	ud	bateria	820,00	820,00
3	%	COSTES INDIRECTOS	836,83	25,1049
TOTAL PARTIDA				836,83

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS.

CAPITULO 7. OTROS ELEMENTOS DE LA INSTALACION

7.01 VÁLVULA DE ESFERA DE LATÓN NIQUELADO PARA ROSCAR DE 2".

Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2".
Material auxiliar para instalaciones de fontanería.

0,393	hr	peon especializado	16,18	6,36
0,393	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	5,77
1	ud	material	1,40	1,40
1	ud	valvula	36,66	36,66
3	%	COSTES INDIRECTOS	50,19	1,5057
TOTAL PARTIDA				51,6957

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

7.02 VÁLVULA DE 2 VÍAS DE 2", TODO/NADA, CON MOTOR ELÉCTRICO DE 220 V.
valcula de 2 vias de 2 " con motor electrico de 220 v

Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.

0,100	hr	peon especializado	16,18	1,62
0,100	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	1,47
1	ud	material	2,10	2,10
1	ud	valvula	131,68	131,68
3	%	COSTES INDIRECTOS	136,87	4,1061

TOTAL PARTIDA 140,9
761

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

7.03 VÁLVULA DE 3 VÍAS DE 1 1/4", TODO/NADA, CON MOTOR ELÉCTRICO DE 220 V.
Válvula de 3 vías de 1 1/4", todo/nada, con motor eléctrico de 220 V.
Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.

0,100	hr	peon especializado	16,18	1,62
0,100	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	1,47
1	ud	material	2,10	2,10
1	ud	valvula	97,86	97,86
3	%	COSTS INDIRECTOS	103,05	3,0915

TOTAL PARTIDA 106,1
415

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

7.04 VÁLVULA DE 3 VÍAS DE 2", TODO/NADA, CON MOTOR ELÉCTRICO DE 220 V.
Válvula de 3 vías de 2", todo/nada, con motor eléctrico de 220 V.
Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.

0,100	hr	peon especializado	16,18	1,62	
0,100	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	1,47	
1	ud	material	2,10	2,10	
1	ud	valvula	150,56	150,56	
3	%	COSTES INDIRECTOS	155,75	4,6725	
TOTAL PARTIDA					160,4 225

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

7.05 PURGADOR AUTOMÁTICO DE AIRE CON BOYA Y ROSCA DE 3/4" DE DIÁMETRO, CUERPO Y TAPA DE LATÓN.
Purgador automático de aire con boya y rosca de 3/4" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C.

0,100	hr	peon especializado	16,18	1,62	
0,100	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	1,47	
1	ud	material	2,10	2,10	
1	ud	purgador	8,04	8,04	
3	%	COSTES INDIRECTOS	13,23	0,3969	
TOTAL PARTIDA					13,62 69

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

7.06 VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN DE LATÓN, DE 2" DN 50 MM DE DIÁMETRO, PRESIÓN MÁXIMA DE ENTRADA DE 15 BAR.

Válvula limitadora de presión de latón, de 2" DN 50 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar, temperatura máxima de 70°C, con racores. Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/4", escala de presión de 0 a 10 bar.

0,221	hr	peon especializado	16,18	3,58
0,221	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	3,24
1	ud	material	1,40	1,40
1	ud	valvula	149,66	149,66
3	%	COSTES INDIRECTOS	157,88	4,7364

TOTAL PARTIDA 162,6
164

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y UNO CÉNTIMOS.

7.07 AISLAMIENTO TUBERIAS DN32

Aislamiento térmico de tuberías con coquilla desnuda cilíndrica rígida de lana de vidrio y estructura concéntrica y aglomerada con resinas termoendurecibles ISOVER BT-LV de 30 mm. de espesor y 1,20 m. por pieza, con diámetro interior de 42 mm. para tuberías de 1 1/4", colocada. CUBRETUBERÍAS BT-LV, recubrimiento de aluminio reforzado con una lengüeta

0,05	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	7,34
1,05	ud	aislante	2,89	2,75
1	ud	cubretuberias	5,05	5,05
3	%	COSTES INDIRECTOS	15,14	0,4542

TOTAL PARTIDA 15,59

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

7.08

AISLAMIENTO TUBERIAS DN50

Aislamiento térmico de tuberías con coquilla desnuda cilíndrica rígida de lana de vidrio y estructura concéntrica y aglomerada con resinas termoendurecibles
ISOVER BT-LV de 45mm. de espesor y 1,20 m. por pieza, con diámetro interior de 55 mm. para tuberías de 2", colocada.CUBRETUBERÍAS BT-LV,recubrimiento de aluminio reforzado con una lengüeta

0,05	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	7,34
1,05	ud	aislante	3,57	3,40
1	ud	cubretuberias	18,60	18,60
3	%	COSTES INDIRECTOS	15,14	0,4542
			29,79	0,89

TOTAL PARTIDA 30,69

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

7.09

ANTICONGELANTE PROPILLEN - GLICOL

Anticongelante Propilen - Glicol para circuito de colectores solares, a mezclar con agua de calidad mínima en la proporción indicada por la D.T., completamente montado, probado y funcionando.

0,020	hr	peon especializado	16,18	0,32
0,020	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	0,29
1	ud	anticongelante	4,75	4,75
5,87	ud	material	0,01	0,06
3	%	COSTES INDIRECTOS	5,43	0,1629

TOTAL PARTIDA 5,590
1

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

PRESUPUESTOS

7.10

VASO DE EXPANSION CAPACIDAD DE 18 LITROS

Vaso de expansion marca IBAIONDO modelo 18 CMR ,con unas dimensiones de 270x350 mm ,un peso de 4,5 Kg.

0.3	hr	peon especializado	16,18	4.854
0.3	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	4.04
1	ud	Vaso expansion.	35	35
5,87	ud	material	2.10	2.10
3	%	COSTES INDIRECTOS	46	1.38

TOTAL PARTIDA

47.37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS.

7.11

VASO DE EXPANSION CAPACIDAD DE 8 LITROS

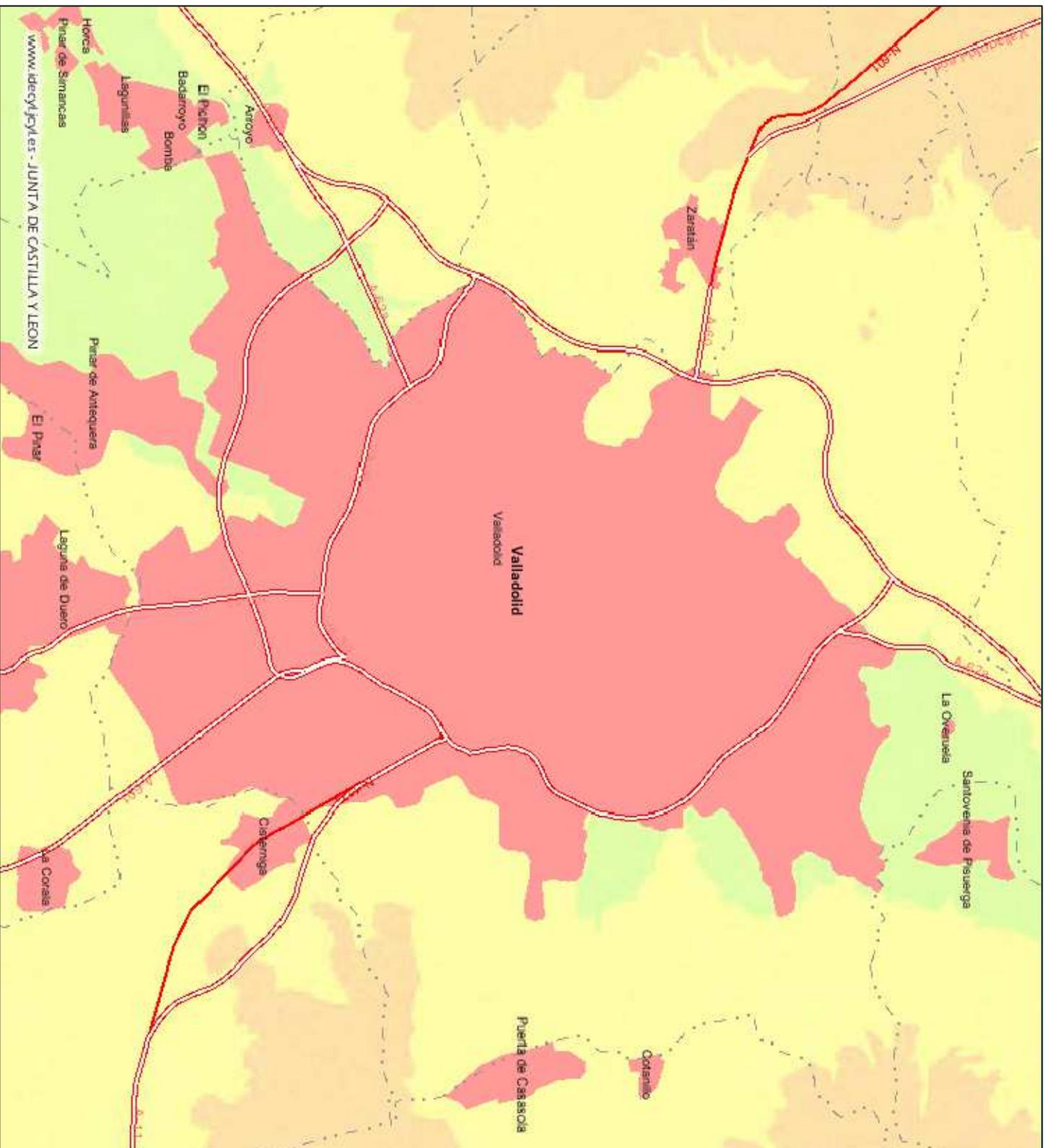
Vaso de expansion marca IBAIONDO modelo 8 CMR ,con unas dimensiones de 200x350 mm ,un peso de 2.5 Kg.

0.3	hr	peon especializado	16,18	4.854
0.3	hr	Ayudante INSTALADOR	14,68	4.04
1	ud	Vaso expansion.	29	29
5,87	ud	material	2.10	2.10
3	%	COSTES INDIRECTOS	40	1.2

TOTAL PARTIDA

41.19

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y UN EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS.



INSTALACION DE ENERGIA
GEOTERMICA PARA
CALENTAMIENTO DE PISCINAS

PISCINA MUNICIPAL DE
PARQUESOL (VALLADOLID)

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

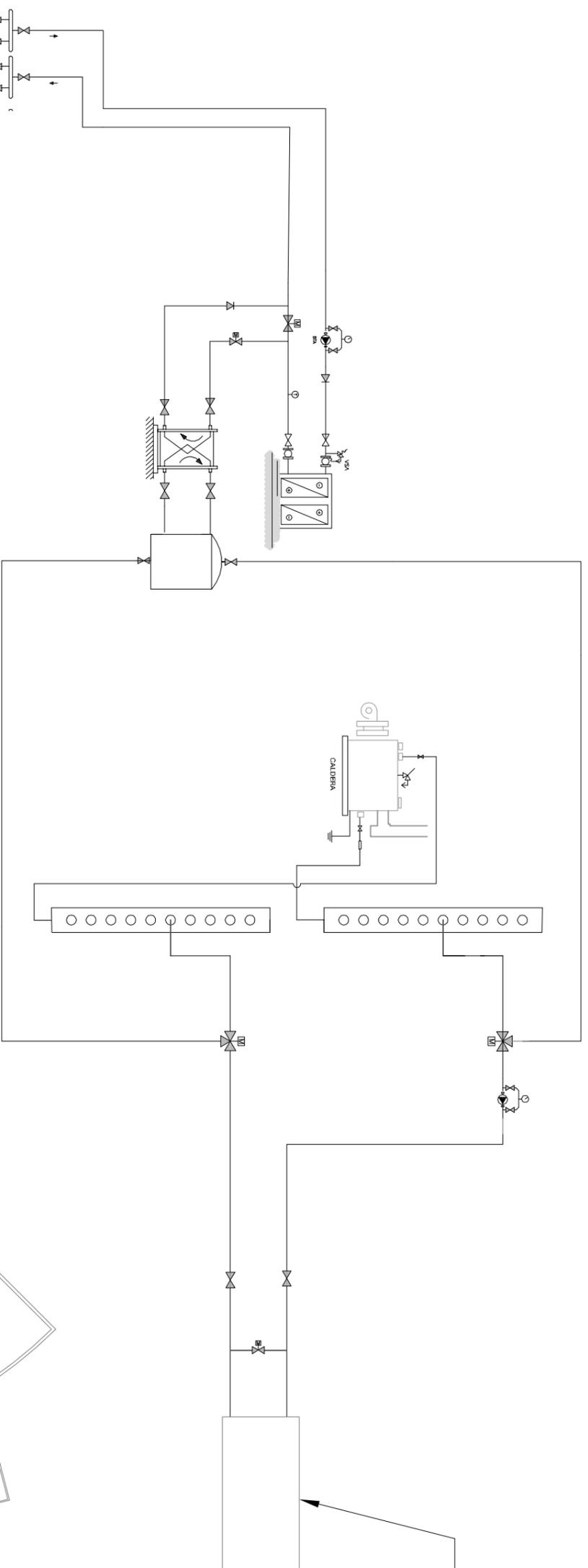
I. RODRIGUEZ revisado
JUNIO 2012

ESCALA s/e

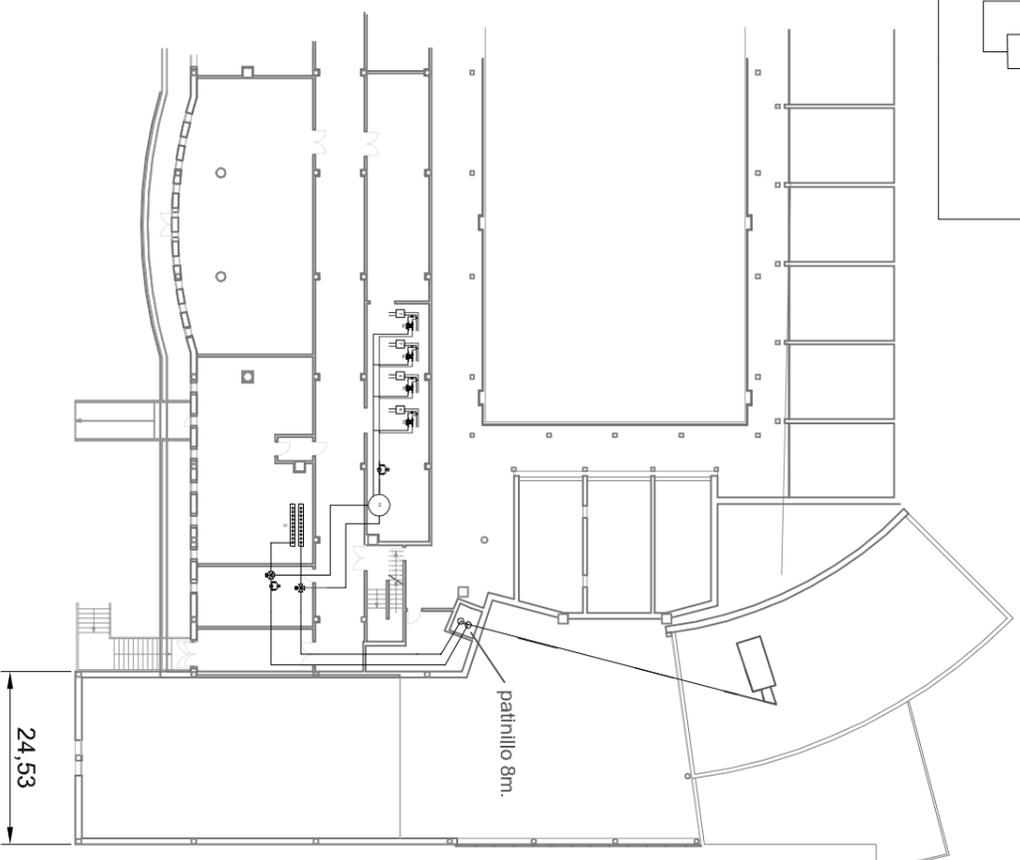
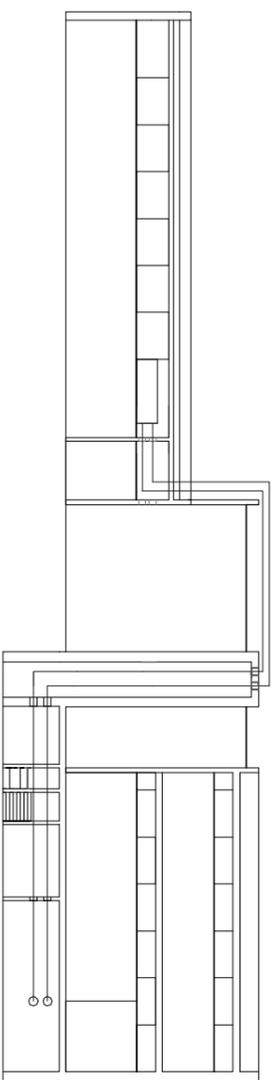
1

INGENIERO INDUSTRIAL:

www.idecyjcy.es - JUNTA DE CASTILLA Y LEON



Fancoil Wolf KG20



Distribucion de tuberias

INSTALACION DE ENERGIA
GEOTERMICA PARA
CALENTAMIENTO DE PISCINAS

PISCINA MUNICIPAL DE
PARQUESOL (VALLADOLID)

PLANO DE PRINCIPIO DE

REFRIGERACION EN LA SALA DE BAILES

I. RODRIGUEZ

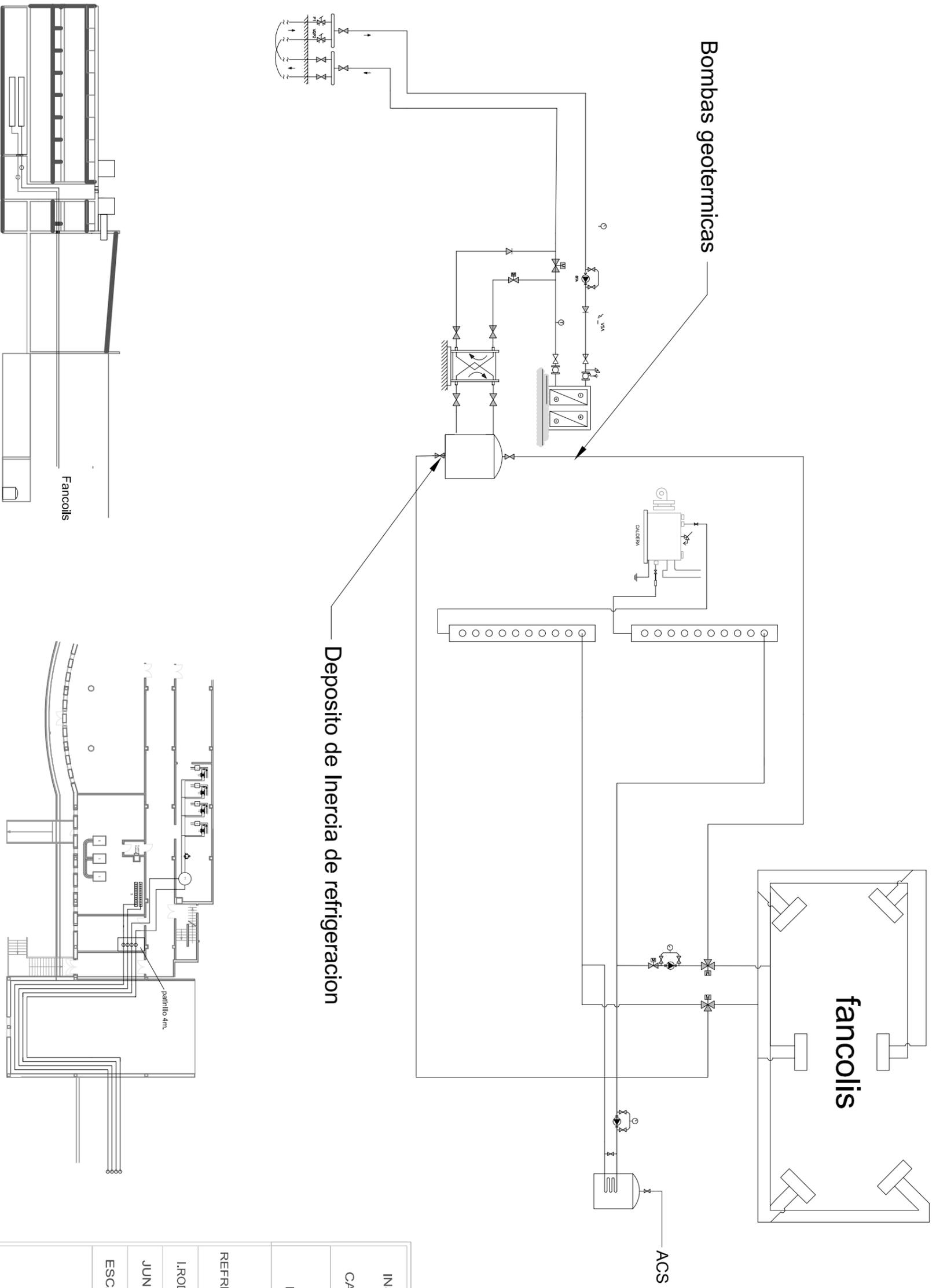
REVISADO

JUNIO 2012

ESCALA s/e

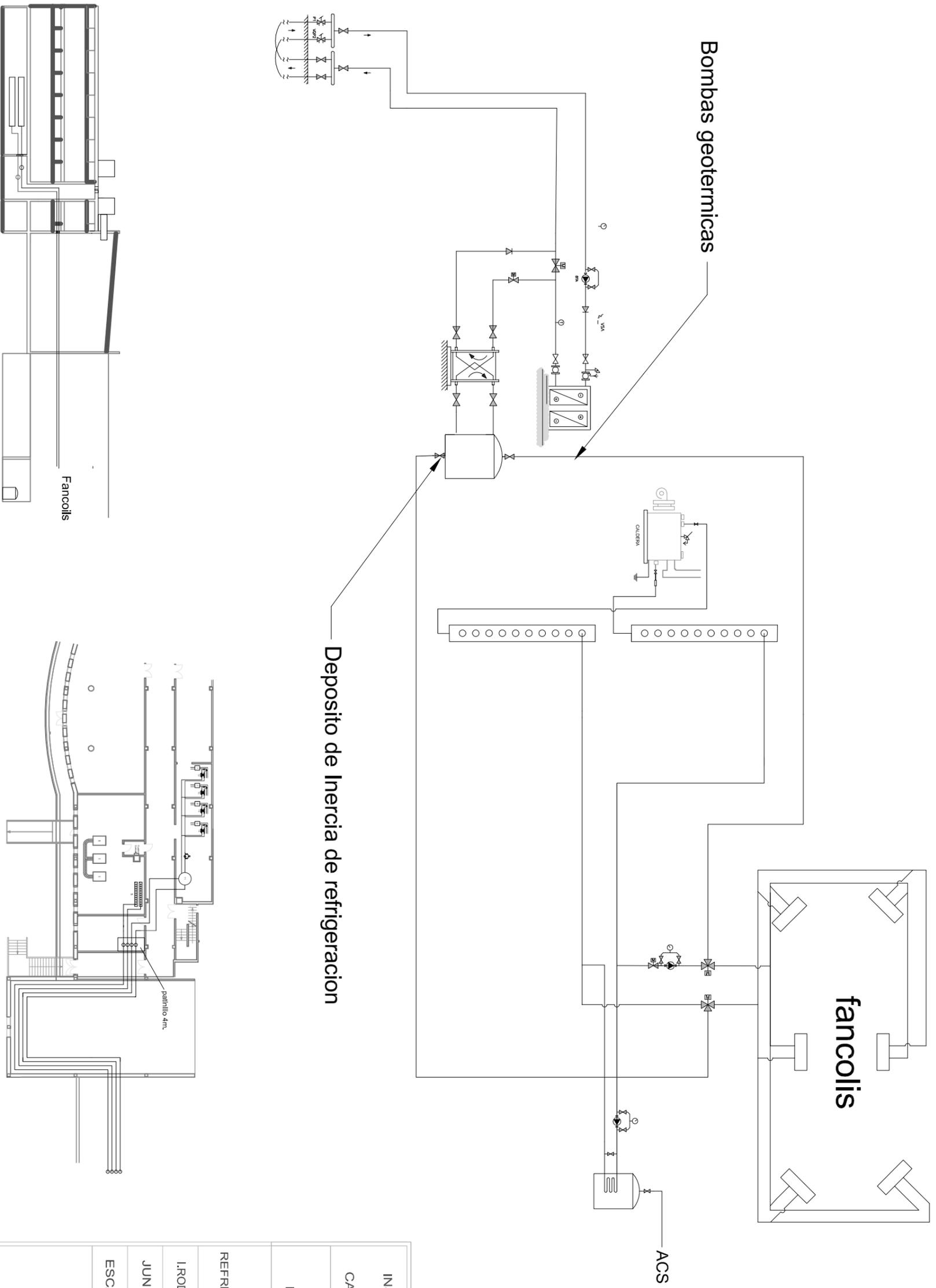
10

INGENIERO INDUSTRIAL:

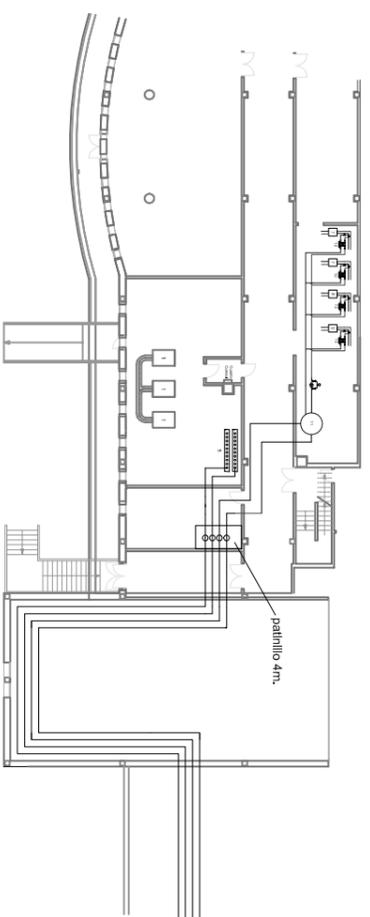


Distribucion de tuberias

INSTALACION DE ENERGIA GEOTERMICA PARA CALENTAMIENTO DE PISCINAS		
PISCINA MUNICIPAL DE PARQUESOL (VALLADOLID)		
PLANO DE PRINCIPIO DE REFRIGERACION EN LA SALA DE BAILES		
I. RODRIGUEZ	REVISADO	11
JUNIO 2012		
ESCALA s/e		
INGENIERO INDUSTRIAL:		



Distribucion de tuberias



INSTALACION DE ENERGIA
GEOTERMICA PARA
CALENTAMIENTO DE PISCINAS

PISCINA MUNICIPAL DE
PARQUESOL (VALLADOLID)

PLANO DE PRINCIPIO DE

REFRIGERACION EN LA SALA DE BAILES

I. RODRIGUEZ

REVISADO

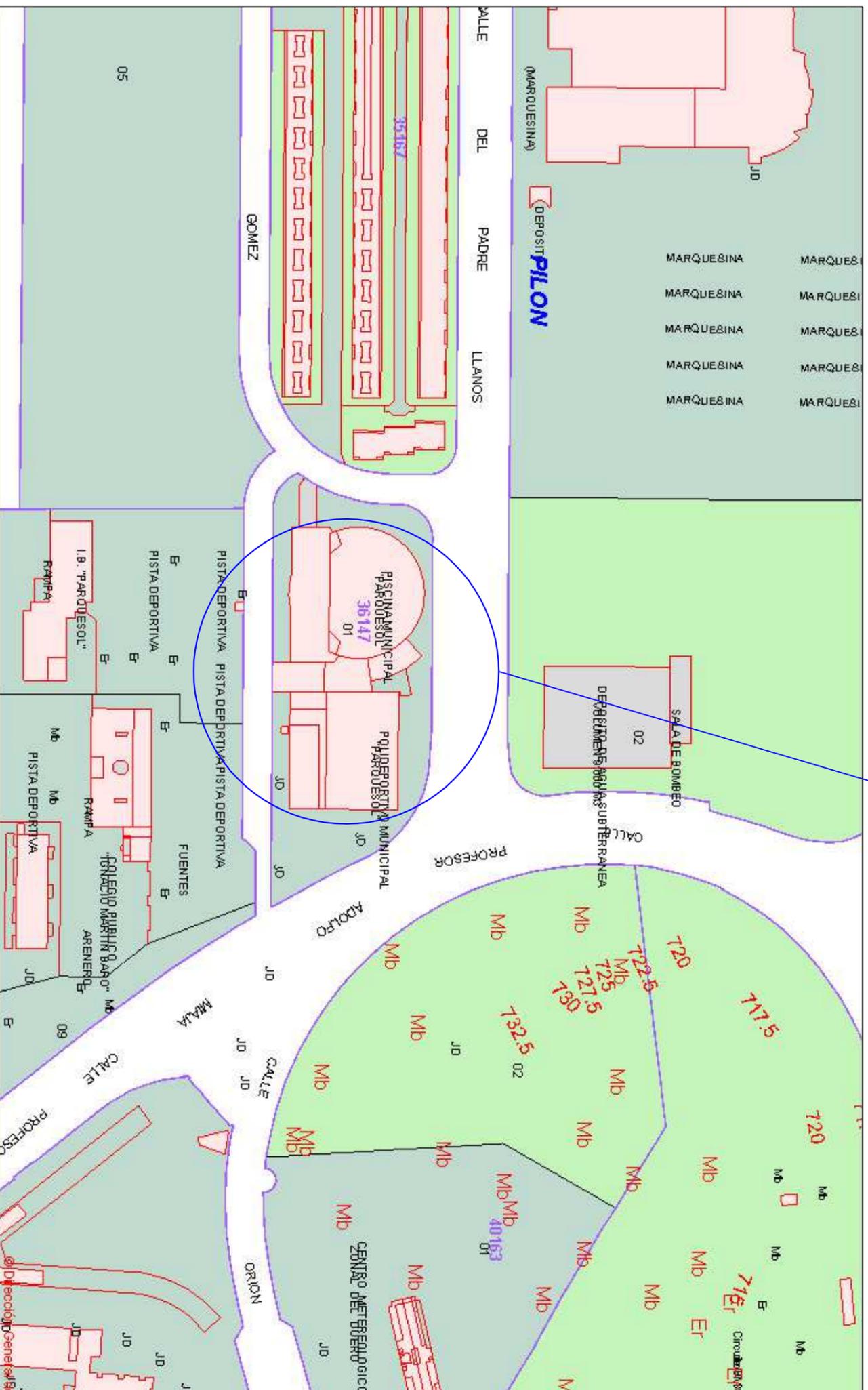
JUNIO 2012

ESCALA s/e

10

INGENIERO INDUSTRIAL:

Piscina Municipal de Parquesol



INSTALACIÓN DE ENERGÍA
GEOTÉRMICA PARA
CALENTAMIENTO DE PISCINAS

PISCINA MUNICIPAL DE
PARQUESOL (VALLADOLID)

PLANO DE UBICACIÓN

I. RODRIGUEZ

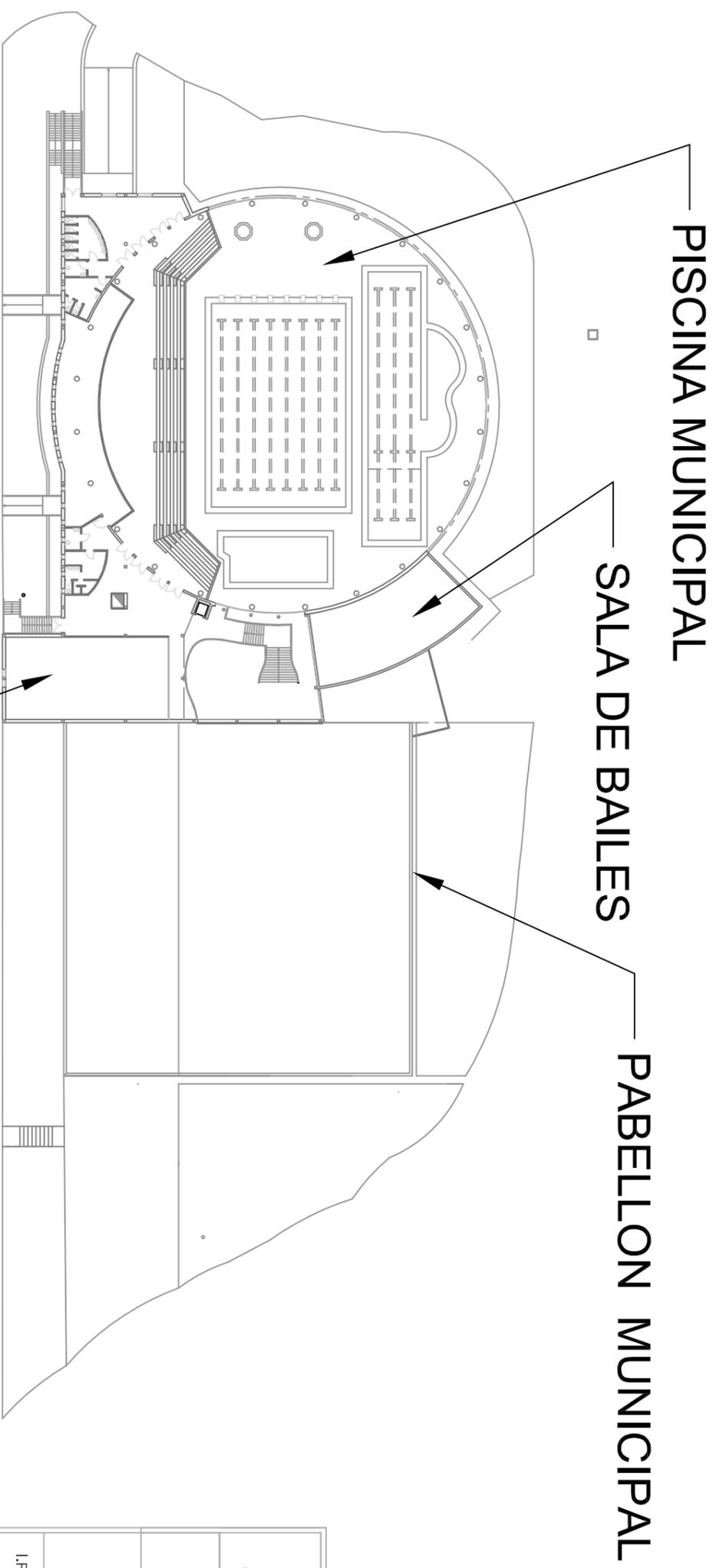
REVISADO

JUNIO 2012

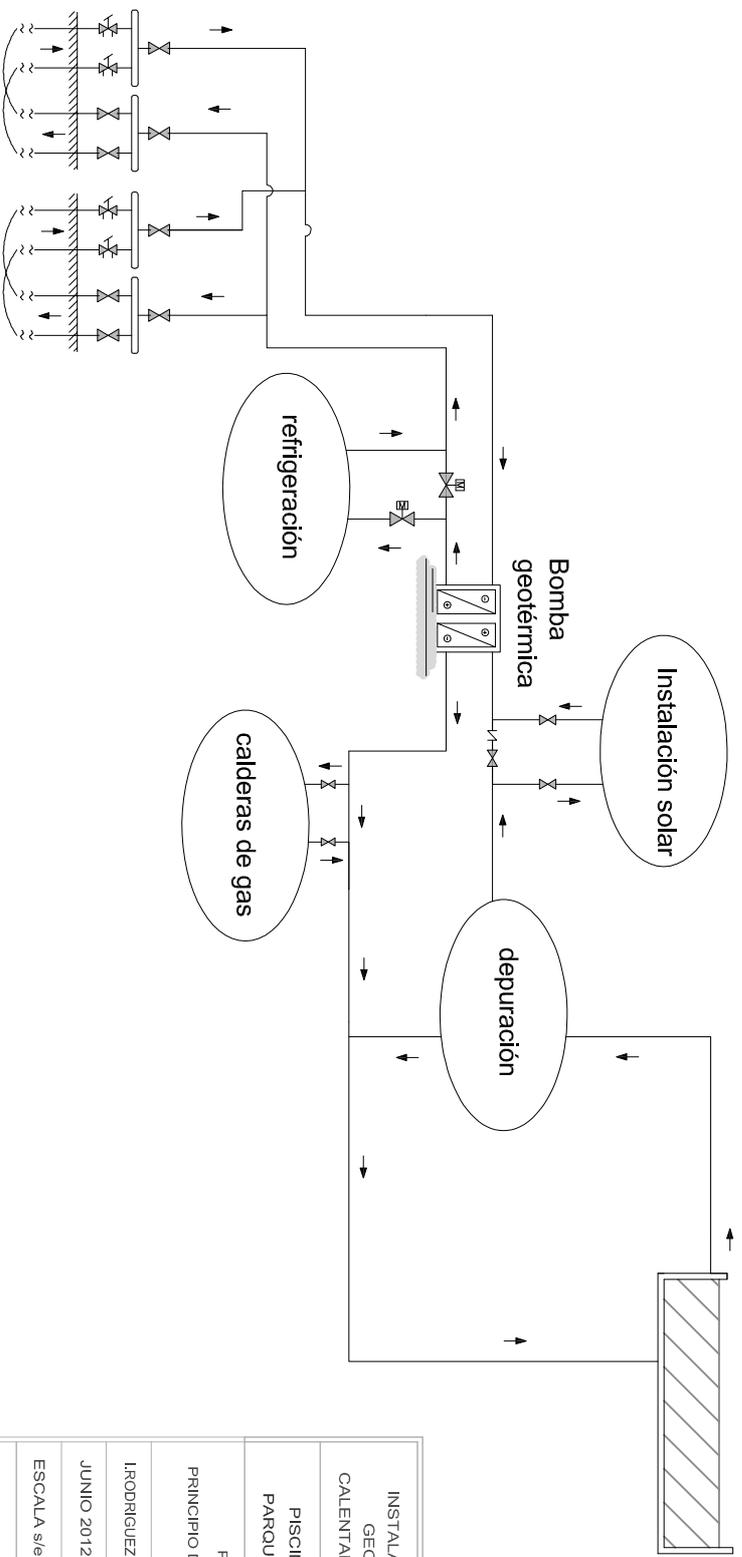
ESCALA 1:3.000

2

INGENIERO INDUSTRIAL:



INSTALACION DE ENERGIA GEOTERMICA PARA CALENTAMIENTO DE PISCINAS		
PISCINA MUNICIPAL DE PARQUESOL (VALLADOLID)		
PLANO DE IMPLANTACION GENERAL		
I. RODRIGUEZ	REVISADO	3
JUNIO 2012		
ESCALA 1:25.000		
INGENIERO INDUSTRIAL:		



INSTALACION DE ENERGIA
GEOTERMICA PARA
CALENTAMIENTO DE PISCINAS

PISCINA MUNICIPAL DE
PARQUESOL(VALLADOLID)

PLANO DE
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

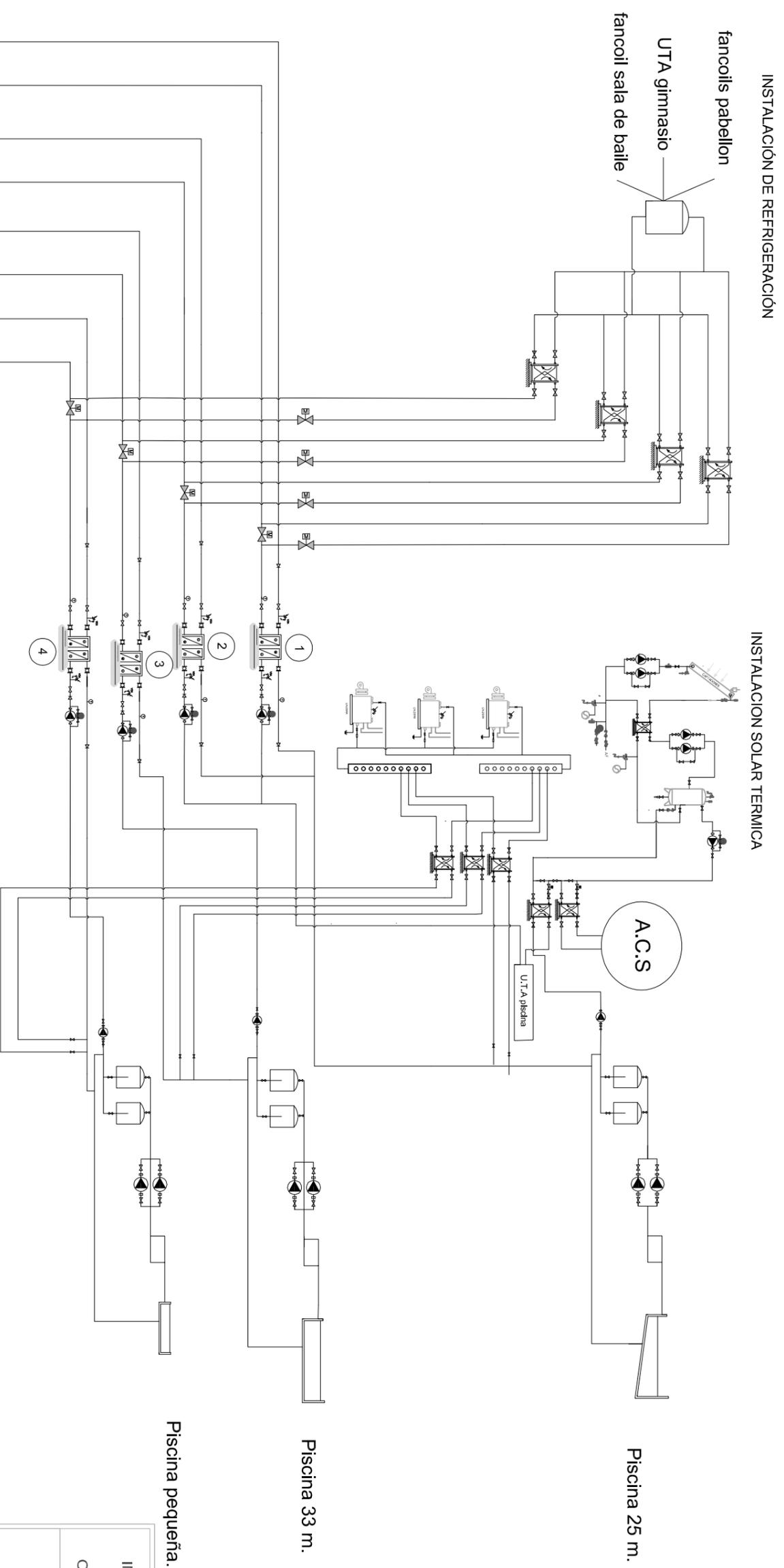
I.RODRIGUEZ
REVISADO

JUNIO 2012

ESCALA s/e

4

INGENIERO INDUSTRIAL:



Piscina pequeña.

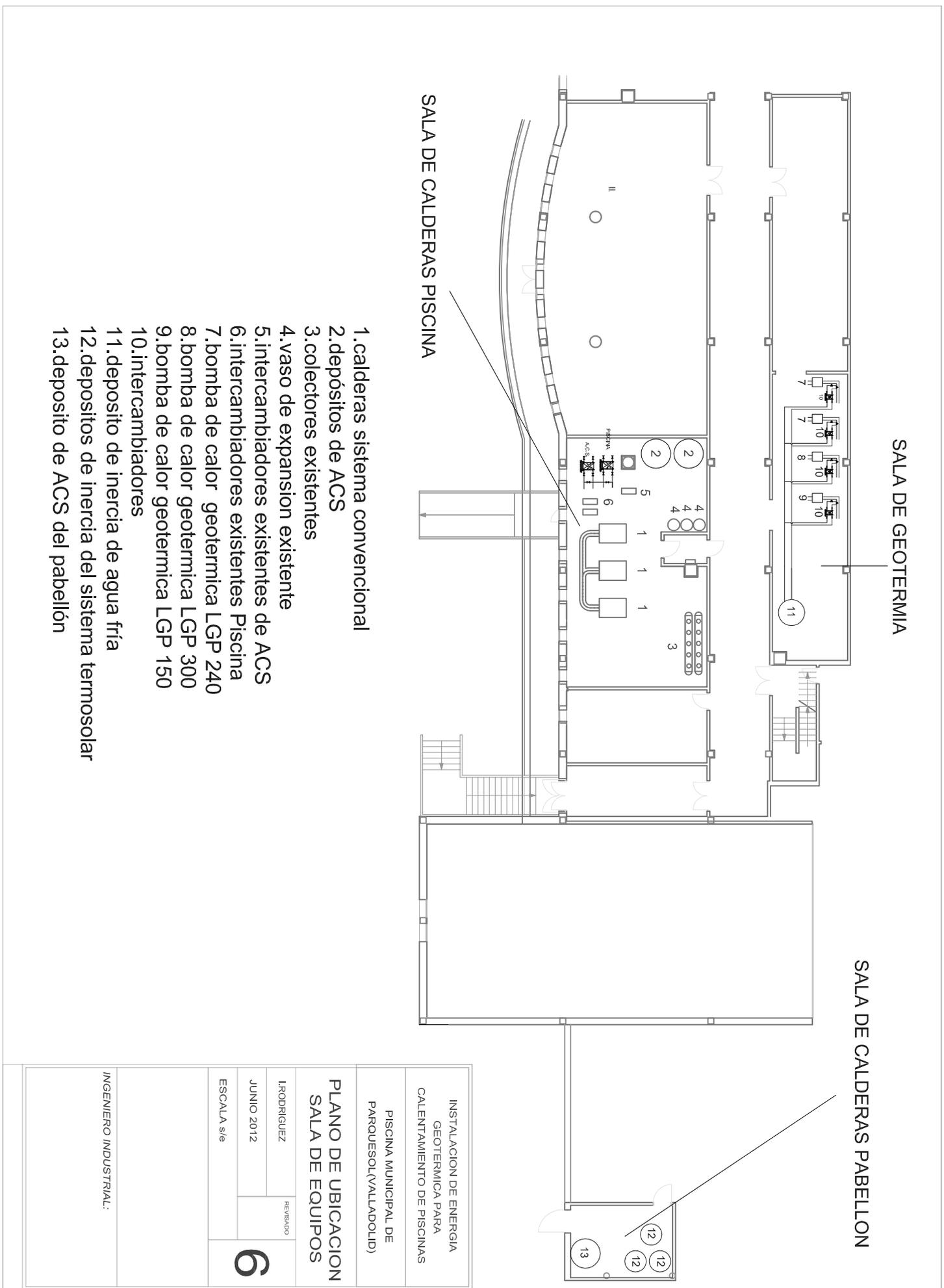
Piscina 33 m.

Piscina 25 m.

- 1 BOMBA GEOTERMICA CIATESA LGP 240 V
- 2 BOMBA GEOTERMICA CIATESA LGP 240 V
- 3 BOMBA GEOTERMICA CIATESA LGP 300 V
- 4 BOMBA GEOTERMICA CIATESA LGP 150 V

SONDAS GEOTERMICAS

INSTALACION DE ENERGIA GEOTERMICA PARA CALENTAMIENTO DE PISCINAS		
PISCINA MUNICIPAL DE PARQUESOL (VALLADOLID)		
PLANO DE ESQUEMA DE INSTALACION GEOTERMICA		
I. RODRIGUEZ	REVISADO	<h1>5</h1>
JUNIO 2012		
ESCALA s/e		
INGENIERO INDUSTRIAL:		



SALA DE GEOTERMIA

SALA DE CALDERAS PABELLON

SALA DE CALDERAS PISCINA

- 1. calderas sistema convencional
- 2. depósitos de ACS
- 3. colectores existentes
- 4. vaso de expansion existente
- 5. intercambiadores existentes de ACS
- 6. intercambiadores existentes Piscina
- 7. bomba de calor geotermica LGP 240
- 8. bomba de calor geotermica LGP 300
- 9. bomba de calor geotermica LGP 150
- 10. intercambiadores
- 11. deposito de inercia de agua fría
- 12. depositos de inercia del sistema termosolar
- 13. deposito de ACS del pabellón

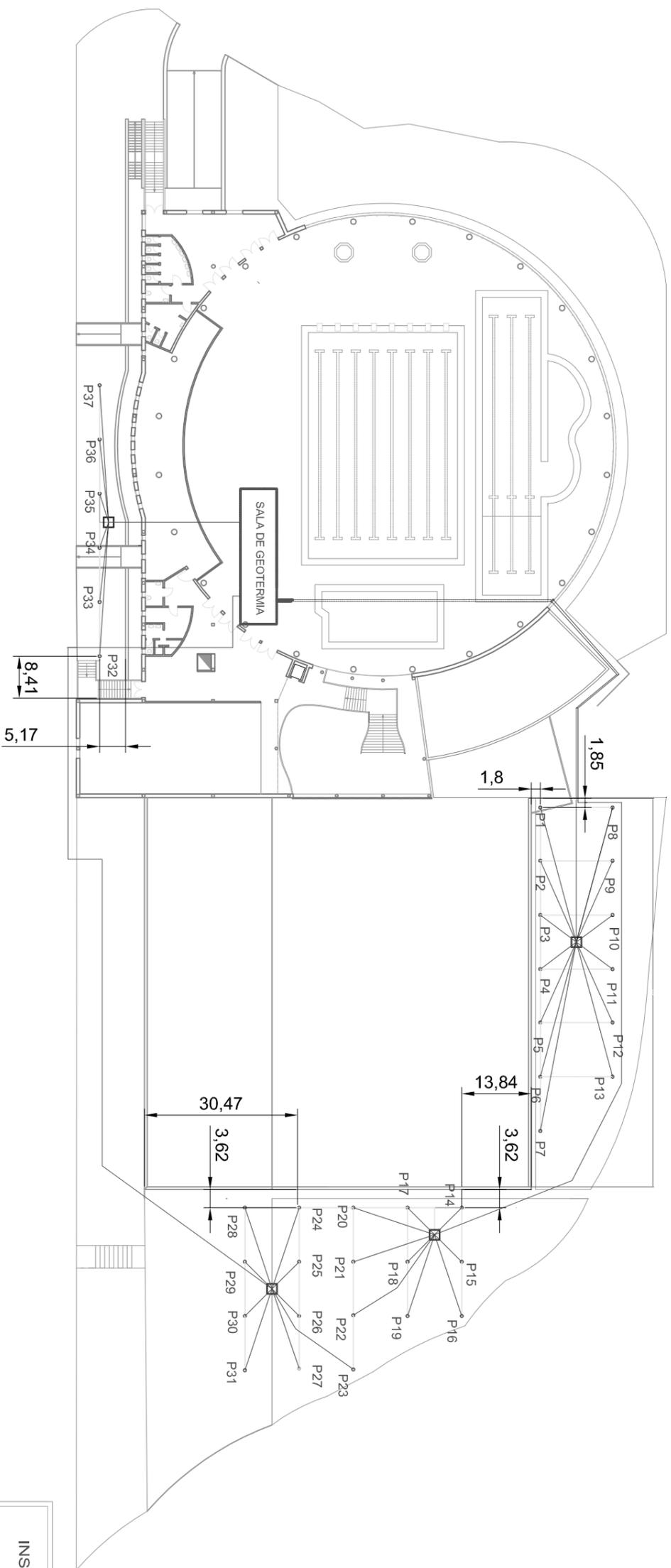
INSTALACION DE ENERGIA
GEOTERMICA PARA
CALENTAMIENTO DE PISCINAS

PISCINA MUNICIPAL DE
PARQUESOL (VALLADOLID)

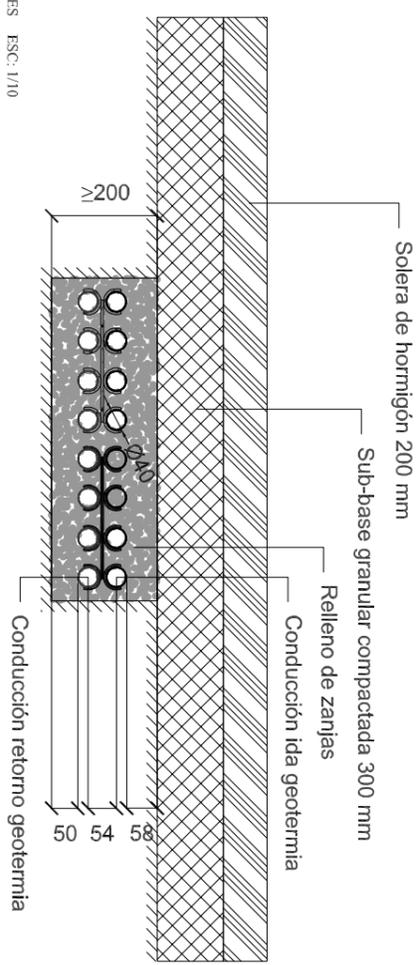
**PLANO DE UBICACION
SALA DE EQUIPOS**

I. RODRIGUEZ	REVISADO	6
JUNIO 2012		
ESCALA s/e		

INGENIERO INDUSTRIAL.



SECCION CONDUCCIONES HORIZONTALES ESC: 1/10



INSTALACION DE ENERGIA
GEOTERMICA PARA
CALENTAMIENTO DE PISCINAS

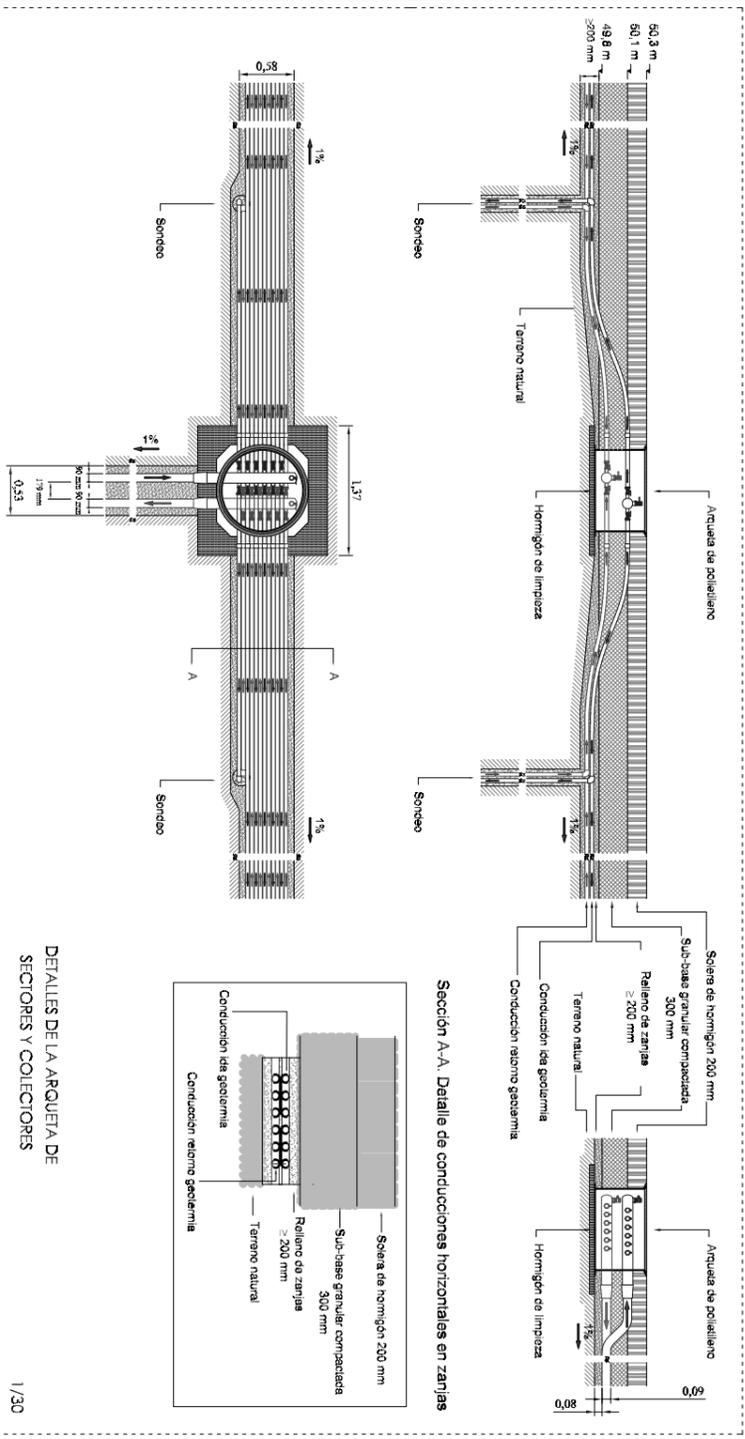
PISCINA MUNICIPAL DE
PARQUESOL (VALLADOLID)

PLANO DE IMPLANTACION
DE PERFORACIONES

I. RODRIGUEZ	REVISADO
JUNIO 2012	
ESCALA 1:25.000	

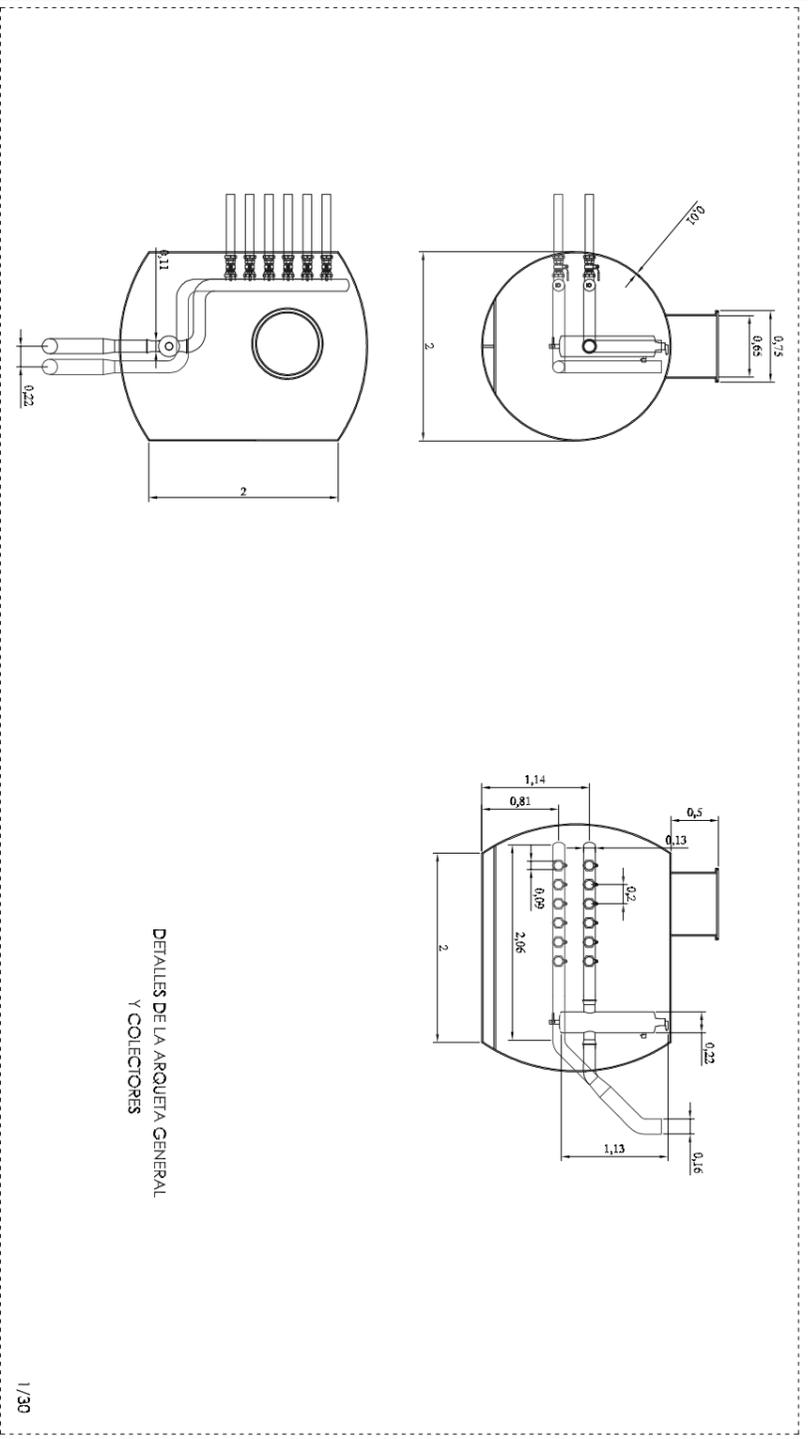
7

INGENIERO INDUSTRIAL:



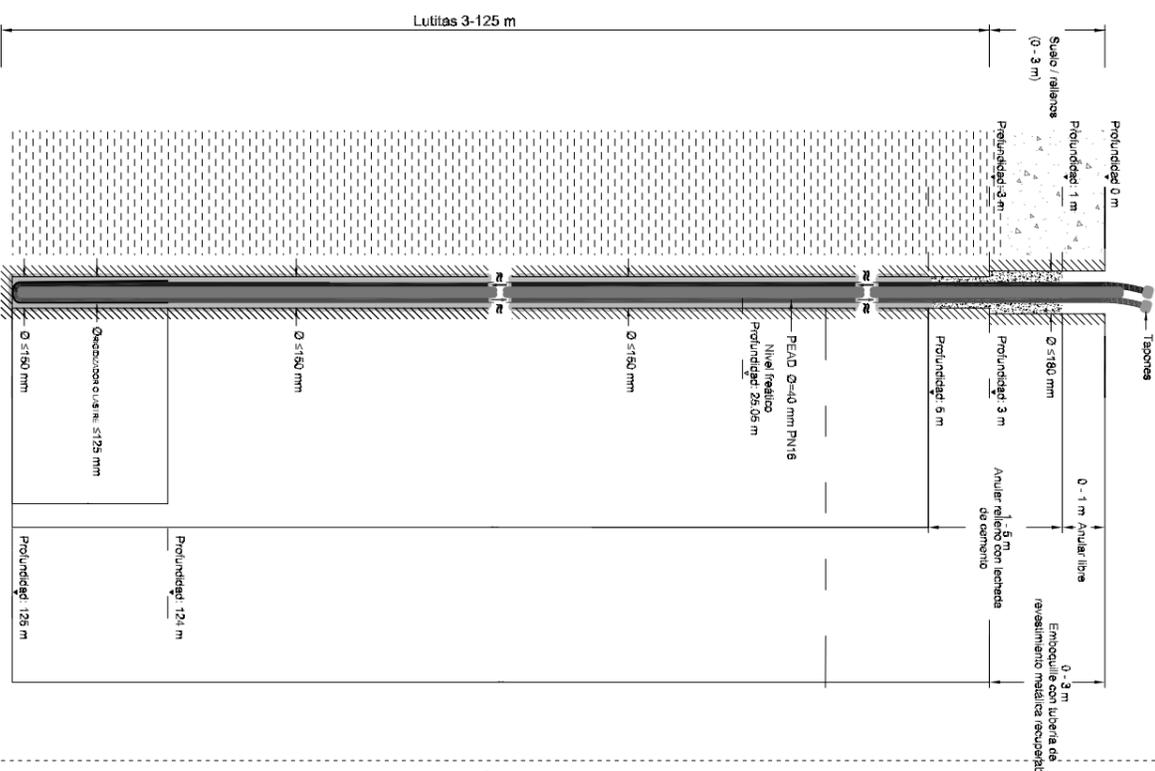
DETALLES DE LA ARQUETA DE SECTORES Y COLECTORES

1/30



DETALLES DE LA ARQUETA GENERAL Y COLECTORES

1/30



SECCION SONDEO TIPO

S/E

INSTALACION DE ENERGIA GEOTERMICA PARA CALENTAMIENTO DE PISCINAS

PISCINA MUNICIPAL DE PARQUESOL (VALLADOLID)

PLANO DE DETALLE DE COLECTORES Y SONDAS

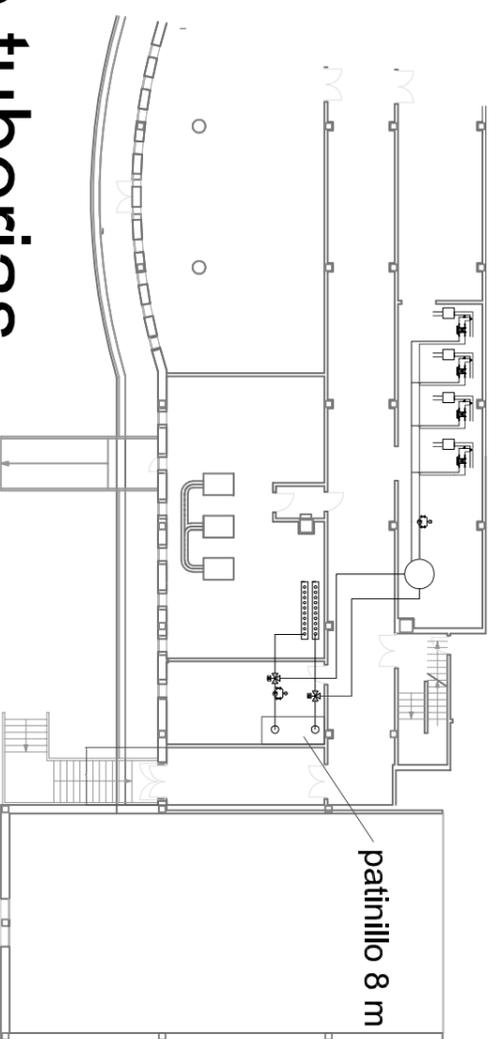
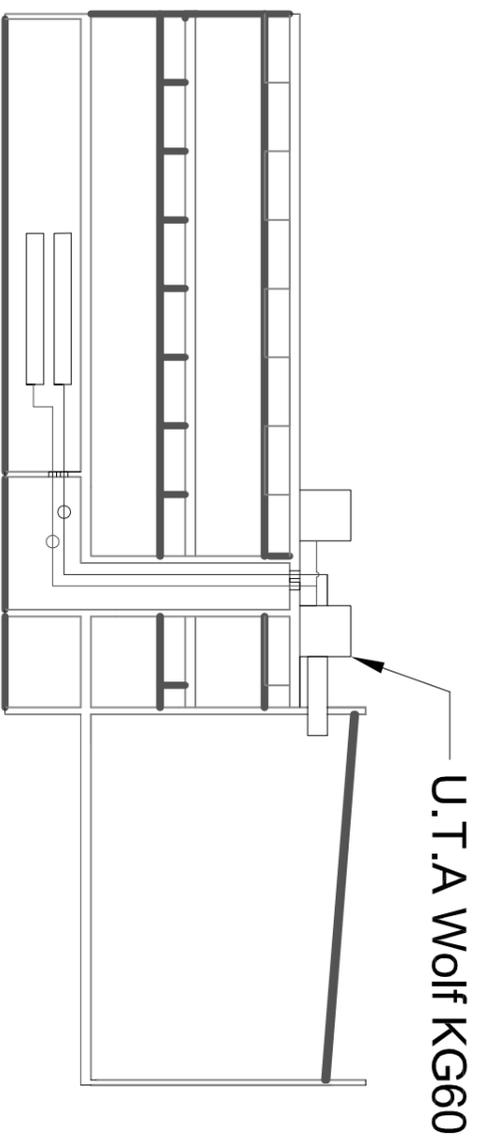
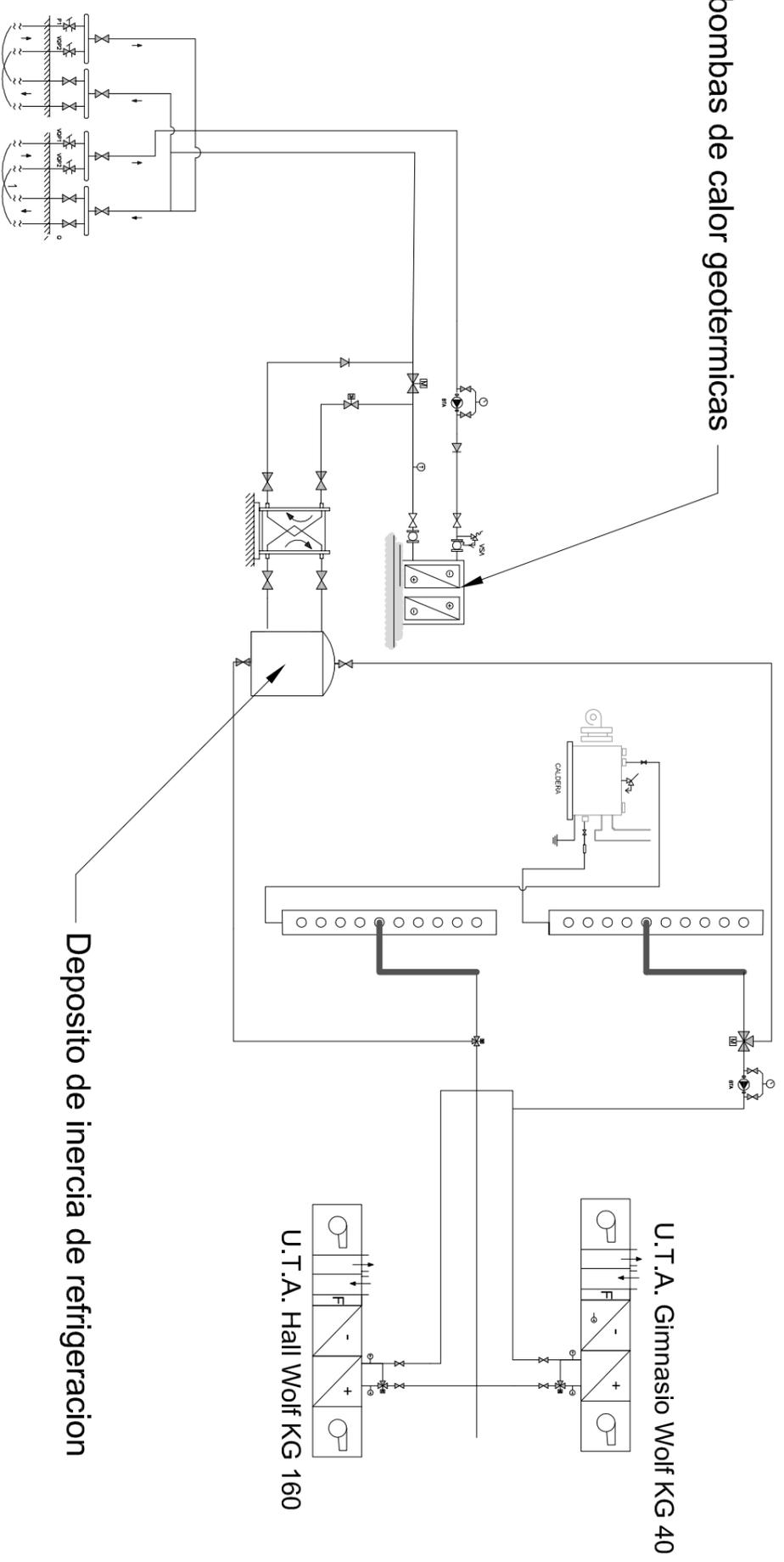
I. RODRIGUEZ

JUNIO 2012

ESCALA 1:25.000

8

INGENIERO INDUSTRIAL:



Distribucion de tuberias

INSTALACION DE ENERGIA GEOTERMICA PARA CALENTAMIENTO DE PISCINAS		
PISCINA MUNICIPAL DE PARQUESOL (VALLADOLID)		
PLANO DE PRINCIPIO DE REFRIGERACION EN GIMNASIO		
I.RODRIGUEZ	REVISADO	<h1>9</h1>
JUNIO 2012		
ESCALA s/e		
INGENIERO INDUSTRIAL:		

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. TEST DE RESPUESTA TERMICA

Para determinar la conductividad térmica real del terreno o más exactamente de todo el material que rodea al sistema de captación (que está compuesto por las sondas geotérmicas, el fluido caloportador, el material de relleno, la presencia o no de agua subterránea y el propio terreno), existe un método denominado **Test de Respuesta Térmica del terreno (TRT)**, que se desarrolló en países como EE.UU .o Suecia en los años 90.

El TRT se realiza mediante un equipo móvil que básicamente consta de una resistencia eléctrica, un sistema de impulsión, un equipo para medir la energía eléctrica entregada al pozo, un dispositivo para controlar la temperatura del fluido caloportador, un medidor de caudal y un registro para la toma de datos de la temperatura en función del tiempo.

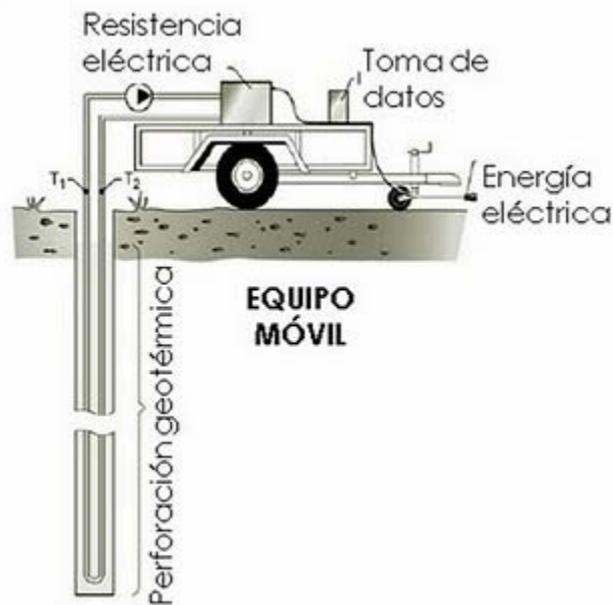


Figura 1.1.esquema de un sistema de TRT

El sistema TRT funciona de la siguiente manera:

- una vez realizada la perforación y con las sondas introducidas en los pozos (con el fluido caloportador en su interior), se llena el pozo con material de relleno y, tras efectuar las pruebas de estanqueidad pertinentes, se conecta la sonda de un pozo al equipo móvil de TRT, conformando un circuito hidráulico cerrado.
- Mediante la resistencia eléctrica se calienta el fluido, que se hace circular por la sonda gracias a la bomba de impulsión, consiguiendo con ello disipar en el terreno la energía que se suministra al fluido.

VIII.ANEXOS

- La circulación del agua en las sondas captadoras deberá alcanzar el régimen de transición, para lo cual el equipo de TRT va dotado de una bomba de velocidad variable. Esta velocidad para el caso a estudio será de 0,7 m/s, que corresponde a un caudal de 0,337 l/s.
- La prueba durará el tiempo necesario para garantizar una estabilidad en la transferencia de energía entre la sonda geotérmica y el terreno. Esta estabilidad se consigue a partir de las 48 h de funcionamiento, aunque para garantizar un buen resultado de la prueba, es necesario mantenerla durante un periodo mínimo de 72 h.

Se almacenarán los datos de temperatura de entrada y salida del fluido en la perforación, el tiempo, el caudal y la temperatura exterior. Vemos un ejemplo en la siguiente figura:

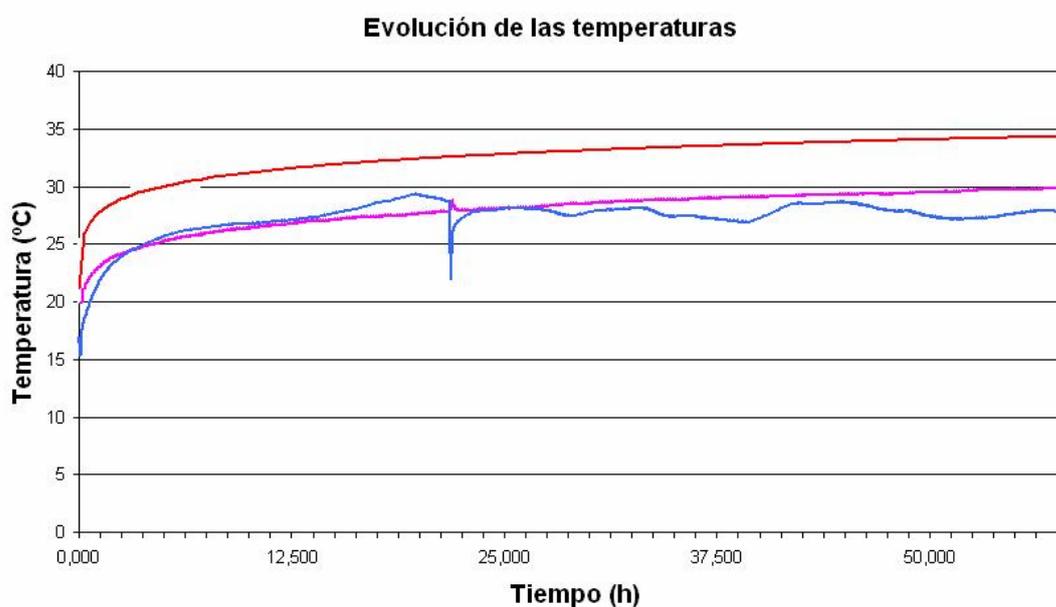


Figura 1.2.grafica de datos temperatura-tiempo en TRT

Con la temperatura del fluido de la sonda(entrada y salida) y el tiempo se realizará una gráfica cuyo eje de abscisas será el tiempo en escala logarítmica, y el eje de ordenadas será la temperatura media del fluido de la sonda, obteniendo **la pendiente de la curva, que se denominará k.**

Como ejemplo se adjunta una gráfica correspondiente a la sonda de un pozo geotérmico:

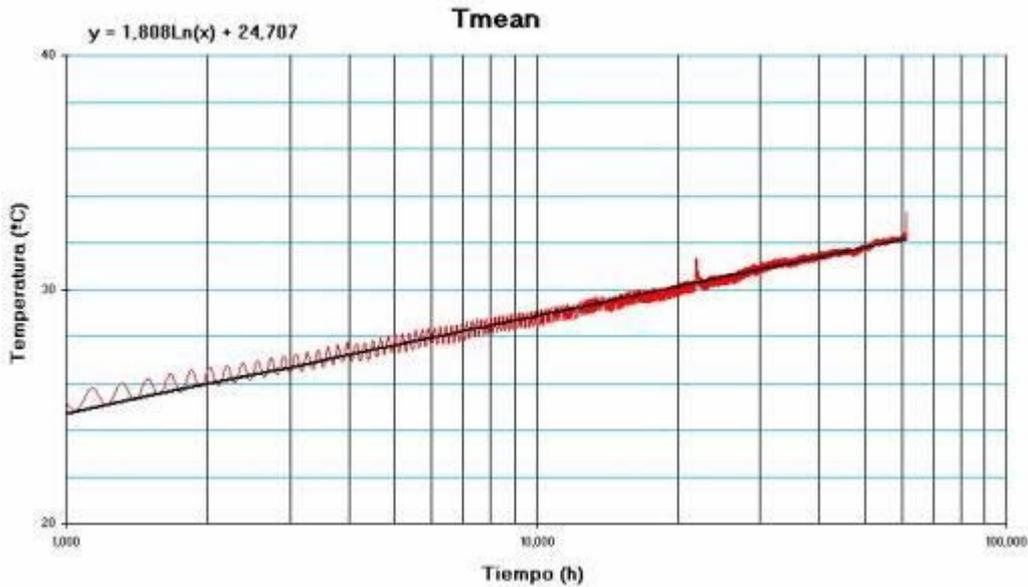


Figura 1.3.grafica de datos Ln(tiempo)-temperatura media de la sonda

El valor de la conductividad vendrá dado por la expresión:

$$\lambda = \frac{Q}{4\pi \cdot H \cdot k}$$

[1.1]

Donde:

- λ =conductividad del terreno (W/m K)
- Q=potencia térmica inyectada al terreno mediante la resistencia eléctrica
- H=longitud de perforación
- k=pendiente de la recta

El diseño habrá sido correcto si la conductividad real media resultante es igual o superior a la tomada como teórica para el cálculo. Si fuera inferior, sería necesario recalculer el campo de captación aumentando el número de perforaciones o la profundidad de las mismas, tomando como dato de partida el valor real de la conductividad media del terreno

ANEXO 2. ELECCION DEL METODO DE PERFORACION

En función de la formación geológica a perforar podemos ejecutar 2 tipos diferentes de perforación:

1. ROTOPERCUSION NEUMATICA CON MARTILLO EN FONDO

Para terrenos duros, competentes y estables, sobre todo terrenos cuyas paredes aguanten el impacto que produce introducir aire comprimido a alta presión, por ejemplo; granitos, pizarras, calizas, etc...

Como vemos en el dibujo, este sistema basa su energía principal en el aire comprimido producido por un compresor. Este aire es introducido en el sondeo a través de las varillas de perforación, al llegar el aire al martillo le hace picar produciendo la percusión, el aire una vez que ha movido el martillo, sale por el tallante de perforación refrigerando el mismo y evacuando el detritus cortado a la superficie entre varilla y pared del sondeo.

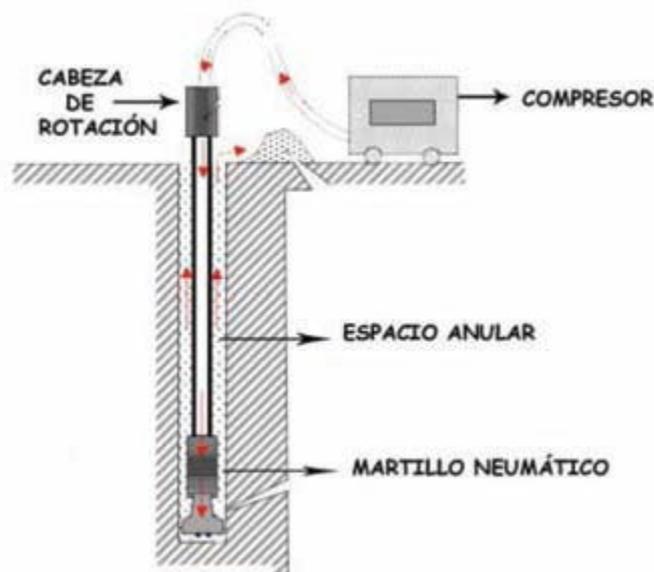


Figura 2.1. Esquema de rotoperforación neumática con martillo

Al mismo tiempo, aplicamos un movimiento de rotación con la máquina, de ahí el nombre de rotoperforación.

Los parámetros óptimos de perforación para una perforación geotérmica mediante el sistema de rotoperforación neumática son los siguientes:

- ✓ Diámetro sondeo 140mm
- ✓ Diámetro varilla 76mm ó 90mm
- ✓ Presión compresor 25 Kg/m²

VIII.ANEXOS

- ✓ Caudal compresor: 28 m³ /min
- ✓ Velocidad ascensional > 40m/s

Las ventajas y desventajas de este sistema de perforación son:

Ventajas

- Económico
- Alto rendimiento
- Limpieza
- Movilización rápida del equipo
- No necesita obra de infraestructura

Desventajas:

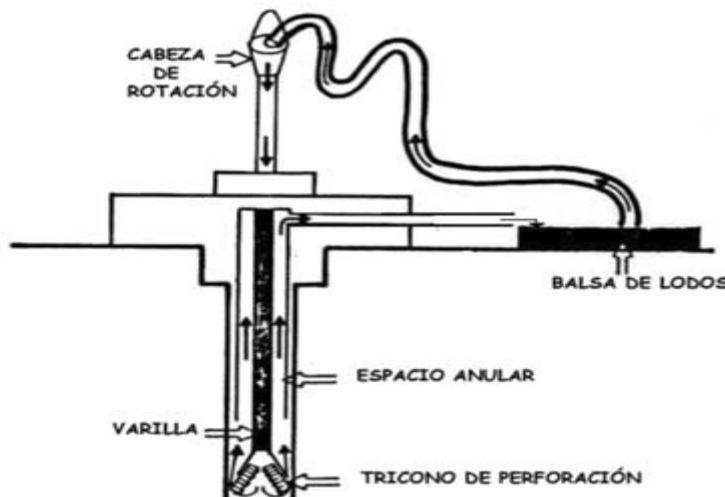
- No apto para formaciones inestables

2. ROTACION CON CIRCULACION DIRECTA Y LODOS

Para terrenos inestables, cuyas paredes se derrumben con facilidad, por ejemplo: arenas, gravas, zonas descompuestas ó alteradas.

El movimiento de rotación del varillaje es producido por la máquina, y el circuito del fluido de perforación es igual que en el de rotopercusión, únicamente cambiamos aire por lodo

En efecto, según vemos en el esquema tenemos una balsa de lodos desde la cual una bomba de lodos inyecta el mismo en el sondeo a través del varillaje llegando al tricono ó trialeta, refrigerando la herramienta de corte y subiendo a la calle el detritus cortado, pero aquí el lodo hace otra función muy importante, y es crear un cake ó película en la pared del sondeo que impide que la misma se derrumbe



VIII.ANEXOS

Figura 2.2.Esquema de rotación con circulación directa y lodos

Hay que tener un especial cuidado con el lodo, debe mantener sus propiedades de densidad, viscosidad, PH, etc... durante toda la perforación. El lodo a medida que vamos perforando se contamina con el aporte de los diferentes terrenos que vamos cortando, por este motivo pierde sus propiedades, y es necesario añadir ciertos productos para poder mantenerlo en las condiciones óptimas.

Los parámetros óptimos de perforación para una perforación geotérmica mediante el sistema de rotación con circulación directa y lodos son los siguientes:

- ✓ Diámetro sondeo 140mm
- ✓ Diámetro varilla 90mm ó 114mm
- ✓ Presión bomba 21 Kg/cm²
- ✓ Caudal bomba 400 l/min
- ✓ Velocidad ascensional > 50-60 m/min

Las ventajas y desventajas de este sistema de perforación:

Ventajas

- Apto para formaciones no consolidadas

Desventajas

- Mayor coste
- Bajo rendimiento
- Más suciedad
- Mayor superficie de trabajo
- Gestión de lodos

Existen otros métodos de perforación con entubación simultánea que son igualmente válidos para la ejecución de una perforación geotérmicas

VIII.ANEXOS

ANEXO 3: ELECCION DEL MATERIAL DE LAS SONDAS DE CAPTACION Y DE LAS CONDUCCIONES HORIZONTALES

En la tabla siguiente se recogen las características de los tubos para distintas presiones de trabajo. El espesor de las paredes y consecuentemente la resistencia del tubo se define en términos de Schedule Rating (SCH) o Size Dimension Ratio (SDR).

Tabla 3.1.características del polietileno y polibutileno

POLIETILENO					
Tipo	Presión (Bar)	Diam Nominal (PnD)	DN=Do Exterior (mm)	Di Interior (mm)	Kp (W/m K)
PE32	4	3/4"	20	17,6	0,40678
		1"	25	21,0	0,40678
		1 1/4"	32	28,0	0,40678
		1 1/2"	40	35,2	0,40678
		2"	50	44,0	0,40678
		2 1/2"	63	55,4	0,40678
	6	3/4"	20	16,0	0,40678
		1"	25	20,4	0,40678
		1 1/4"	32	26,2	0,40678
		1 1/2"	40	32,6	0,40678
		2"	50	40,8	0,40678
		2 1/2"	63	51,4	0,40678
	10	3/4"	20	14,4	0,40678
		1"	25	18,0	0,40678
		1 1/4"	32	23,2	0,40678
		1 1/2"	40	29,0	0,40678
		2"	50	36,2	0,40678
		2 1/2"	63	45,8	0,40678
PE50A	6	3/4"	-	-	0,43
		1"	25	21,0	0,43
		1 1/4"	32	28,0	0,43
		1 1/2"	40	35,2	0,43
		2"	50	44,0	0,43
		2 1/2"	63	55,4	0,43
	10	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	20,4	0,43
		1 1/4"	32	26,2	0,43
		1 1/2"	40	32,6	0,43
		2"	50	40,8	0,43
		2 1/2"	63	51,4	0,43
	16	3/4"	-	-	0,43
		1"	-	-	0,43
		1 1/4"	32	23,2	0,43
		1 1/2"	40	29,0	0,43
		2"	50	36,2	0,43
		2 1/2"	63	45,8	0,43

VIII.ANEXOS

POLIETILENO					
Tipo	Presión (Bar)	Diam Nominal (Pul)	DM=Do Exterior (mm)	Di Interior (mm)	Kp (W/m K)
PE50B	6	3/4"	-	-	0,29
		1"	25	21,0	0,29
		1 1/4"	32	28,0	0,29
		1 1/2"	40	35,2	0,29
		2"	50	44,0	0,29
		2 1/2"	63	55,4	0,29
	10	3/4"	20	16,0	0,29
		1"	25	20,4	0,29
		1 1/4"	32	26,2	0,29
		1 1/2"	40	32,6	0,29
		2"	50	40,8	0,29
		2 1/2"	63	51,4	0,29
	16	3/4"	20	14,4	0,29
		1"	25	18,0	0,29
		1 1/4"	32	23,2	0,29
		1 1/2"	40	29,0	0,29
		2"	50	36,2	0,29
		2 1/2"	63	45,8	0,29
PE80	6	3/4"	-	-	0,43
		1"	-	-	0,43
		1 1/4"	-	-	0,43
		1 1/2"	40	35,4	0,43
		2"	50	45,2	0,43
		2 1/2"	63	57,0	0,43
	10	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	21,0	0,43
		1 1/4"	32	27,2	0,43
		1 1/2"	40	34,0	0,43
		2"	50	42,6	0,43
		2 1/2"	63	53,6	0,43

VIII.ANEXOS

POLIETILENO					
Tipo	Presión (Bar)	Diam Nominal (PnD)	DN=Do Exterior (mm)	Di Interior (mm)	Kp (W/m K)
PE100	6	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	21,0	0,43
		1 1/4"	32	28,0	0,43
		1 1/2"	40	35,4	0,43
		2"	50	45,4	0,43
		2 1/2"	63	58,2	0,43
	10	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	21,0	0,43
		1 1/4"	32	27,2	0,43
		1 1/2"	40	35,2	0,43
		2"	50	44,0	0,43
		2 1/2"	63	55,4	0,43
	16	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	20,4	0,43
		1 1/4"	32	26,2	0,43
		1 1/2"	40	32,6	0,43
		2"	50	40,8	0,43
		2 1/2"	63	51,4	0,43
	25	3/4"	-	-	0,43
		1"	25	18,0	0,43
1 1/4"		32	23,2	0,43	
1 1/2"		40	29,0	0,43	
2"		50	36,2	0,43	
2 1/2"		63	45,8	0,43	
POLIBUTILENO					
Tipo	Presión (Bar)	Diam Nominal (PnD)	Do=Do Exterior (mm)	Di Interior (mm)	Kp (W/m K)
PB4	8	3/4"	22	17,2	0,36
		1"	25	20,4	0,36
	10	1 1/4"	32	26,2	0,36
		1 1/2"	40	32,6	0,36
		2"	50	40,8	0,36
PB5	8	3/4"	22	17,2	0,38
		1"	25	20,4	0,38
		1 1/4"	32	26,2	0,38
		1 1/2"	40	32,6	0,38
		2"	50	40,8	0,38
	10	2 1/2"	63	51,4	0,38
		3/4"	22	17,2	0,38
		1"	25	20,4	0,38
		1 1/4"	32	26,2	0,38
		1 1/2"	40	32,6	0,38
2"	50	40,8	0,38		
2 1/2"	63	51,4	0,38		

Tanto el polietileno (PE) como el polibutileno (PB) se comportan adecuadamente a las temperaturas de trabajo del intercambiador de calor, fijadas por la bomba de calor, y que dependen del punto de trabajo de la bomba de calor seleccionada.

Escogeremos el polietileno ya que pueden aguantar una presión mayor y un coeficiente de transmisión algo mejor.

ANEXO 4: COMPARACION DE DISTINTOS TIPOS DE RELLENO EN INTERCAMBIADORES GEOTERMICOS

En los captadores de tipo vertical, el material de relleno y el uso o no de separadores puede afectar a la capacidad de transmisión de calor hacia el terreno.

A continuación se muestra una simulación de la evolución de la temperatura del agua dentro de los tubos empleando diferentes materiales de relleno.

La **figura 1** presenta la temperatura a la que retorna el agua a la bomba de calor en una simulación de la respuesta del terreno ante una carga teórica constante de calefacción (extracción de calor del terreno) de 24 horas de duración.

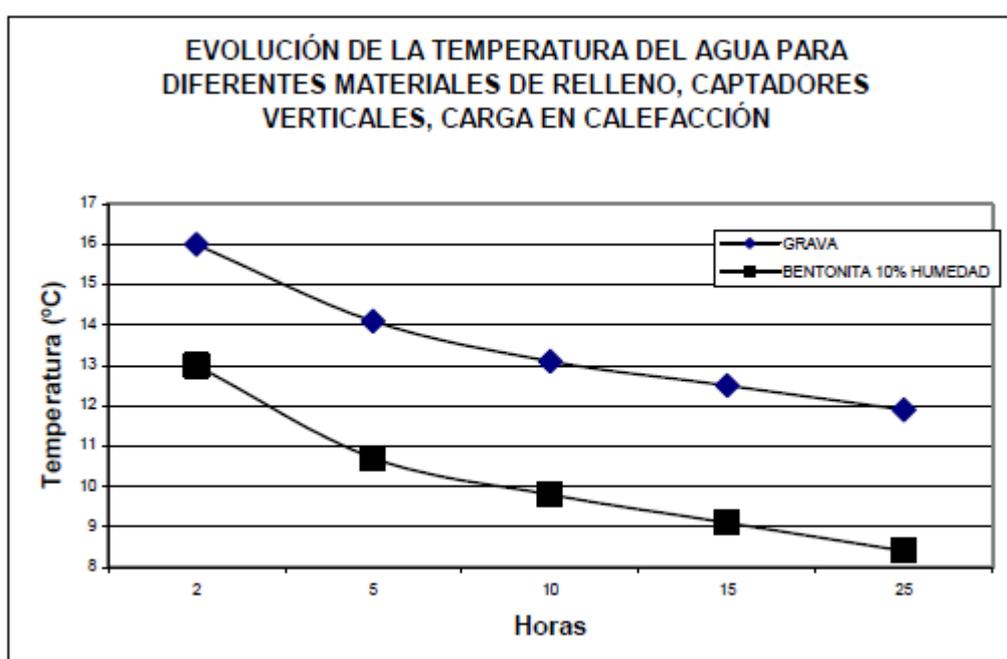


Figura 4.11. Simulación para captador vertical con distintos materiales de relleno sometido a carga pico durante 24 horas en modo calefacción

En el lado del intercambiador, a menor conductividad del terreno, mayor tendrá que ser el salto térmico agua-terreno. En la figura 1 se aprecia como la temperatura del agua es hasta 3°C más baja en el caso de la bentonita comparada con la grava.

Otro dato que se extrae de la curva, es que conforme avanza el tiempo, el terreno se 'satura', es decir se enfría y por tanto el agua retorna cada vez más fría del intercambiador. Por consiguiente el COP se deteriora y este será menor para el caso de la grava.

VIII.ANEXOS

El rendimiento instantáneo de un equipo agua-agua con el régimen de temperaturas impuesto por ambos rellenos, puede consultarse en la documentación técnica del fabricante donde se comprueba que el rendimiento es un 6% menor en el caso de la bentonita que en la grava. Tª agua circuito exterior: 16/11°C

MODO CALOR

Tª agua circuito interior: 45/50°C

Rendimiento: 3,50

Tª agua circuito exterior: 12/7°C

Tª agua circuito interior: 45/50°C

Rendimiento: 3,33

Por tanto, se ve claramente que la bentonita tiene una peor conductividad térmica que la grava, lo que supone una diferencia de temperaturas importante, y que redundará en una diferencia importante de rendimiento en el equipo.

En cuanto al tipo de relleno, las simulaciones muestran que la bentonita al 10% de humedad es efectivamente la que peor rendimiento estacional obtiene a lo largo de los 25 años de funcionamiento, siendo el mejor relleno la grava.

Como conclusión puede decirse que el relleno entre los tubos es un factor importante a la hora de seleccionar la construcción del captador.

ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS



Grupos de producción de agua fría

DYNACIAT LG

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ELÉCTRICAS

DynaCiat® LG - LGP		120V	150V	200V	240V	300V	350V	400V	500V	540V	600V	
Potencia frigorífica neta (1)	KW	34,50	45,30	61,10	68,60	90,90	104,70	119,90	146,50	158,90	181,90	
Potencia absorbida neta (1)	KW	9,00	10,30	13,90	16,20	20,20	23,60	26,90	33,80	36,10	40,10	
EER neta (3)		4,29	4,40	4,40	4,23	4,48	4,43	4,42	4,33	4,40	4,53	
ESEER neta (3)		4,63	4,89	5,23	4,99	4,97	4,98	5,02	4,80	4,99	5,06	
Potencia calorífica neta (2)	KW	40,46	53,45	71,45	80,63	106,91	122,44	139,91	172,46	186,57	213,28	
Potencia absorbida neta (2)	KW	9,75	12,50	17,16	19,68	24,88	29,56	32,63	40,66	44,10	49,25	
Rendimientos COP (3)		4,16	4,28	4,16	4,10	4,30	4,29	4,29	4,24	4,23	4,33	
Nivel de potencia sonora (3)	dB(A)	67,0	70,0	69,0	70,0	73,0	74,0	75,0	76,0	75,0	76,0	
Compresor	SCROLL hermético 2900 in/hm											
Modo de arranque	Directo en cascada											
Número	1			2				4				
Tipo aceite refrigerante	POE 3MAF (32 cst).											
Volumen de aceite	l (cir1)	3,25	4,14	6,50	6,50	8,38	8,84	9,76	11,24	9,28	8,28	
	l (cir2)	-	-	-	-	-	-	-	-	6,50	8,28	
Nº de circuitos frigoríficos	1											
Fluido refrigerante (GWP)	R410A (1720)											
Carga refrigerante	kg (cir1)	3,2	3,8	6,8	7,1	9,9	11	13,7	16,1	7,3	9,9	
	kg (cir2)	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5	9,9	
Alimentación eléctrica	ph/Hz/V	3-50Hz 400V (+6%/-10%) + Tierra										
Intensidad nominal MÁX.	A	23,2	30,2	42,2	46,2	60,2	66,2	76,0	91,8	108,2	120,2	
Intensidad de arranque	A	137,0	174,0	198,0	160,0	204,0	255,0	302,0	317,8	260,0	284,0	
Intensidad de arranque opción SOFT START	A	70,0	60,0	76,0	93,0	90,0	167,0	194,0	216,0	136,0	160,0	
Poder de corte	ka	50										
Protección del cuadro	IP22											
Sección Máx. cables	mm²	50	50	50	50	50	95	95	95	95	95	
Tensión circuito Cde	ph/Hz/V	1-50Hz 230V (+6%/-10%) -transformador montado										
Regulación de potencia	%	100-0	100-0	100-50-0	100-50-0	100-50-0	100-57-43-0	100-63-37-0	100-50-0	100-75-50-22-0	100-75-50-25-0	
Evaporador	Intercambiador de placas soldados											
Contenido de agua	l	2,7	3,6	4,8	5,3	9,9	11,3	12,8	15,7	15,2	19,8	
Salida de agua mín. máx.	°C	-10°C / +18°C										
Caudal de agua mínimo	m³/h	3,5	4,8	6,2	7,0	9,5	10,9	12,4	15,2	16,4	19,1	
Caudal de agua máximo	m³/h	11,2	14,8	19,8	22,2	29,2	34,0	38,4	47,5	51,1	58,4	
Conexiones de agua	Ø	G 1"1/4			G 1"1/2		G 2"		G 2"1/2		DN40 PN16	
Presión de servicio máx.	bar	10 bares lado AGUA										
Condensador	Intercambiador de placas soldados											
Contenido de agua	l	3,0	4,1	5,1	5,8	8,0	9,4	11,1	15,2	13,8	16,0	
Salida de agua mín. máx.	°C	+36°C / +55°C										
Caudal de agua mínimo	m³/h	3,1	4,1	5,4	6,1	8,2	9,4	10,7	13,1	14,3	16,3	
Caudal de agua máximo	m³/h	8,5	11,1	15,1	17,0	22,3	26,0	29,4	36,0	39,1	44,6	
Conexiones de agua	Ø	G 1"1/2				G 2"		G 2"1/2		DN40 PN16		
Presión de servicio máx.	bar	10 bares lado AGUA										
Temperatura de almacenamiento	°C	-20°C / +50°C										
Volumen agua mín.	l	226	290	197	222	292	286	279	454	217	274	
Altura en servicio	mm	1201	1201	1201	1201	1201	1201	1201	1201	1201	1201	
Longitud	mm	798	798	1462	1462	1492	1492	1492	1492	1492	2380	
Profundidad	mm	883	883	883	883	888	888	888	883	883	888	
Peso en vacío	kg	230	300	385	390	590	620	665	735	930	1125	
Peso orden de funcionamiento	kg	240	312	400	406	617	650	703	790	990	1190	

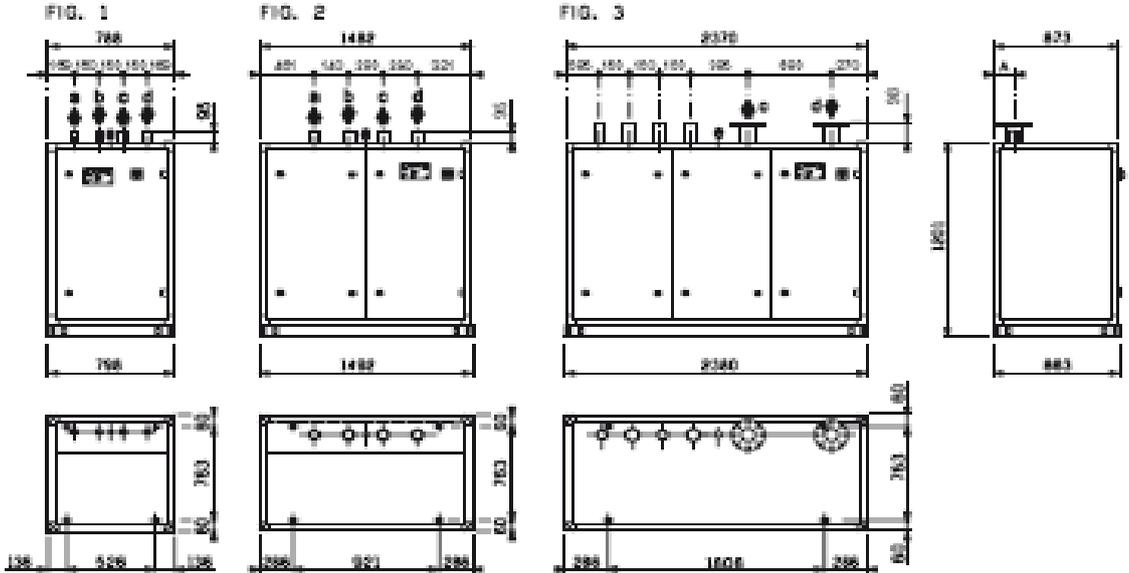
Potencias basadas en: Condiciones de la norma EN14511 EUROVENT
 (1) / FRÍO: +12°C/+7°C y +30°C/+35°C
 (2) / CALOR: +40°C/+45°C y +12°C/+7°C

(3) EER o COP en valores netos
 (3) LW : nivel de presión global según la norma ISO3744

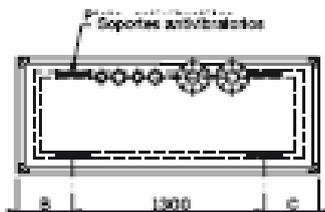
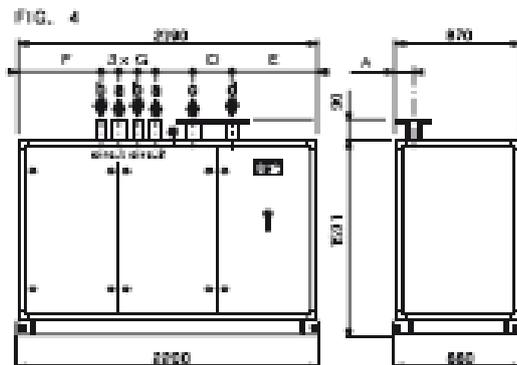


DIMENSIONES

DYNACIAT LGN 120 - 1200



- a: Conexiones de tubería(s) de impulsión
- b: Conexiones de tubería(s) de retorno líquido
- c: Salida de agua fría
- d: Entrada de agua fría
- e: Alimentación eléctrica



LGN		120	150	200	240	300	350	400	500	540	600	750	900	1000	1100	1200	
Figura	1	2						3			4						
	2	2						3			4						
Circuitos	a	1"1/8	1"3/8	1"3/8	1"5/8	2"1/8	1"5/8		1"5/8		1"3/8		1"1/2	1"5/8		1"5/8	
	b	7/8"	7/8"	1"1/8	1"1/8	1"1/8	1"1/8		1"1/8		1"1/8		1"1/8	1"3/8		1"5/8	
Tubo Ø	a						1"3/8		1"3/8		1"3/8		2"1/8		2"1/8		
	b						1"1/8		1"1/8		1"1/8		1"3/8		1"5/8		
c - d		G 2"1/4		G 1"1/2		G 2"		G 2"1/2		PN 18 DN 60		PN 18 DN 90		PN 18 DN 120			
A		127						111			122				125.0		
B													535	553	583	591	560
C													385	337	337	319	332
D													370	370	370	300	300
E													590	590	590	607	607
F													775	775	775	803	803
G													80	80	80	80	80
ØH mm	Vacío en arbitrio	323	354	370	406	518	548	588	591	635	664	875	1135	1135	1189	1238	
	estándar	323	390	390	452	543	577	621	656	683	1000	1017	1117	1117	1203	1273	

VIII.ANEXOS

ANEXO 6: CARACTERISTICAS AEROTERMO WOLF TLHK-63

TopWing Tabla de características para calor o frío TLHK 63

para agua caliente

Nº de revoluciones [min ⁻¹]	900		700		500		
Caudal \dot{Q}_0 [m³/h]	4400		3400		2400		
t_B	\dot{Q}_0	t_A	\dot{Q}_0	t_A	\dot{Q}_0	t_A	
°C	kW	°C	kW	°C	kW	°C	
PWW 46/36	- 10	55,1	24	45,4	26	34,6	29
	± 0	42,9	27	36,5	29	27,1	32
	+ 10	31,1	31	26,8	32	19,8	34
	+ 20	19,5	33	16,3	34	12,6	36
PWW 60/40	- 10	60,9	27	50,1	30	38,1	33
	± 0	48,7	31	40,1	33	30,6	36
	+ 10	36,8	34	30,5	36	23,3	38
	+ 20	25,3	37	21,0	39	16,2	40
PWW 80/40	- 10	64,2	29	53,2	32	40,8	36
	± 0	52,0	33	43,2	36	33,2	39
	+ 10	40,0	36	33,3	39	25,8	41
	+ 20	28,1	39	23,6	41	18,4	43
PWW 70/60	- 10	75,9	37	62,6	40	47,8	44
	± 0	63,6	41	52,6	43	40,3	47
	+ 10	51,7	44	42,8	47	32,9	50
	+ 20	39,9	47	33,2	49	25,7	52
PWW 80/80	- 10	87,2	44	71,7	47	54,5	51
	± 0	75,0	48	61,7	51	47,0	55
	+ 10	63,0	52	52,0	54	39,7	58
	+ 20	51,3	55	42,4	58	32,5	61

para agua fría

Nº de revoluciones [min ⁻¹]	550		400		300		
Caudal \dot{Q}_0 [m³/h]	2640		1850		1320		
t_B	\dot{Q}_0	t_A	\dot{Q}_0	t_A	\dot{Q}_0	t_A	
°C / %H.r.	kW	°C	kW	°C	kW	°C	
PKW 6/10	32 / 40	22,2	14,3	17,0	12,8	13,0	11,5
	28 / 47	18,4	13,5	14,1	12,2	10,9	11,1
	26 / 49	16,0	12,8	12,3	11,7	9,5	10,6
	25 / 50	14,9	12,4	11,4	11,4	8,8	10,4
PKW 8/12	32 / 40	19,8	15,2	15,2	13,8	11,7	12,6
	28 / 47	16,0	14,5	12,3	13,3	9,5	12,2
	26 / 49	13,6	13,7	10,5	12,7	8,1	11,8
	25 / 50	12,5	13,4	9,6	12,4	7,5	11,5
PKW 7/12	32 / 40	19,7	15,3	15,0	13,9	11,5	12,8
	28 / 47	15,9	14,5	12,2	13,4	9,4	12,4
	26 / 49	13,5	13,8	10,4	12,8	8,0	11,9
	25 / 50	12,4	13,4	9,5	12,5	7,3	11,6
PKW 8/12	32 / 40	19,6	15,3	14,9	14,1	11,4	13,0
	28 / 47	15,7	14,5	12,0	13,5	9,2	12,5
	26 / 49	13,4	13,8	10,2	12,9	7,8	12,1
	25 / 50	12,2	13,4	9,3	12,6	7,1	11,8

Los datos de potencias son para bombas de agua fría sin anticongelante.

Si se utilizan anticongelantes se reduce la potencia de frío y aumenta la pérdida de carga del agua.

Potencia del motor (3 x 400 V)	max. 0,34 kW
Consumo (3 x 400 V)	max. 0,85 A
Potencia del motor (1 x 230 V)	0,40 kW
Consumo (1 x 230 V)	1,80 A
Contenido de agua	5,5 Ltr.
Conexiones	R 11/4"

ANEXO 7. DEMANDA ENERGÉTICA CORRESPONDIENTE A LA PISCINA

7.1. DESARROLLO DE LA DTIE 1.02 “CALENTAMIENTO DE PISCINAS”

Para el cálculo de este apartado, nos basamos en el estudio que sigue el Documento Técnico para Instalaciones en la Edificación: DTIE 1.02. referente al calentamiento en piscinas.

Así pues, vamos a seguir lo especificado en este documento siguiendo un proceso de cálculo progresivo, empezando por el cálculo de las **pérdidas térmicas asociadas a la evaporación** que se produce en el vaso de la piscina, a continuación el cálculo de las pérdidas térmicas debidas a las características de transmisión del calor desde la piscina, esto es pérdidas por **convección, radiación y conducción**.

En último lugar tendremos en cuenta las pérdidas que se generan debido a la renovación del agua, necesaria para mantener unas condiciones óptimas de salubridad y de determinados parámetros para el mantenimiento de las características del agua: pH, niveles de cloro...

Las pérdidas totales serán en consecuencia la suma de cada uno de los apartados.

7.1.2. SIMBOLOS, DEFINICIONES Y UNIDADES DE MEDIDAS

En lo que sigue se emplearán los símbolos y definiciones resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 7.1. símbolos, definiciones y medidas

SÍMBOLO	DEFINICIÓN	UNIDADES
t (T)	Temperatura t _w de agua t _a del aire	°C (K)
ΔT	Diferencia de temperaturas	°C (K)
p	Presión parcial del vapor de agua en el aire saturado	Pa
p _a	Presión del aire húmedo	Pa, kPa
r	Calor latente de evaporación del agua	kJ/kg
ρ	Densidad del agua	kg/m ³
S	Superficie	m ²
P	Potencia térmica	kW

VIII.ANEXOS

c	Calor específico	kJ/(kg · K)
ϵ	Emitancia de una superficie	-
HR	Humedad relativa	%
m	Caudal másico (Transferencia de vapor de agua al aire)	g/s
V	Velocidad del aire sobre la lámina de agua o alrededor del cuerpo	m/s
ω	Coficiente de velocidad del aire en contacto con una superficie	W/(m ² · Pa)
N	Número de bañistas	-

Algunas de las magnitudes antes indicadas tendrán subíndices cuyo significado se explicará más adelante.

7.1.3 DATOS DE PARTIDA

Se enumera a continuación los datos de partida para el diseño de piscinas cubiertas según las principales fuentes de información disponibles, en este caso particular nos basamos en las prescripciones del RITE

RITE:

Se resume a continuación:

- 1.- El uso de energías convencionales está permitido solamente para el calentamiento de piscinas cubiertas.
- 2.- La temperatura del agua de la pileta será, según el uso de la piscina, la siguiente:

Tabla 7.2.temperaturas de uso de las piletas

USOS		TEMPERATURA
privado		25 a 26 °C
público	recreo	23 °C
	chapoteo	24 °C
	enseñanza	25 °C
	entrenamiento	26 °C
	competición	24 °C

La medición se hará en el centro de la piscina a unos 20cm. por debajo de la lámina de agua.

La tolerancia de temperatura de agua en el espacio, horizontal y verticalmente, no podrá ser superior a +/- 1° C.

VIII.ANEXOS

3.- La temperatura seca del aire del local será entre 2° y 3° C superior a la del agua, con un mínimo de 26° C y un máximo de 28° C.

4.- La humedad relativa se mantendrá entre el 55% y el 70%, siendo recomendable escoger como valor de diseño 60%.

7.1.4. PERDIDAS DE VAPOR DE AGUA

El agua de la piscina se evapora en el aire del ambiente desde las superficies:

1. de la lámina de agua
2. del suelo mojado alrededor de la piscina(o playa)
3. del cuerpo de las personas recién salidas del agua(evaporación y arrastre)

La denominada “playa mojada” alrededor de la piscina se forma como consecuencia del arrastre de agua por parte de los bañistas que salen de la pileta (superficie del cuerpo y bañador) y de las salpicaduras provocadas por los que se están bañando. su superficie es, hasta cierto límite, proporcional al número de bañistas.

En los que sigue los subíndices tienen los siguientes significados:

Tabla 7.3.subíndices utilizados

w	temperatura superficial del agua
ro	temperatura del rocío del aire del ambiente
s	temperatura superficial del suelo
35	temperatura media del cuerpo humano
a	condiciones del aire del ambiente
p	personas

Las presiones parciales del vapor de agua que se emplearan en las ecuaciones de este apartado se consideraran a la temperatura de saturación del aire (para su cálculo ver apartado de características del aire)

La transferencia de masa de vapor de agua al aire del ambiente se puede calcular con procedimientos diferentes: ASHRAE, COSTIC, SHAH ,HANSEN Y MATHISEN

Las previsiones de pérdidas calculadas por los cuatro modelos sitúan el modelo ASHRAE en el primer lugar, seguido de COSTIC,del modelo de Hanssen y Mathisen y,por ultimo,del modelo Shah. Las pérdidas del modelo ASHRAE son más elevadas en un 10 % de las del modelo de COSTIC ,en un 70% de las de modelo de Shah y en un 25 % de las del modelo de Hanssen y Mathisen.

VIII.ANEXOS

Se recomienda en el empleo de los métodos ASHRAE o de COSTIC por razones de sencillez y seguridad, a pesar de que los modelos de Shah y de Hanssen y Mathisen proporcionan resultados mucho más cercanos a los valores que han sido hallados experimentalmente.

Yo calcularé las pérdidas de las piscinas por el método ASHRAE que es el que nos dará una mayor seguridad

7.1.5 METODO DE ASHRAE

Se emplea una ecuación de carácter empírico (carrier,1918) en la que entra en juego las presiones parciales de vapor de agua a diferentes temperaturas ,el calor latente de evaporación, la superficie del agua o mojada y un coeficiente de velocidad del aire ;las pérdidas de agua serán:

Desde la superficie del agua de la piscina

$$\dot{m}_w = \omega \cdot \frac{P_w - P_{ro}}{r_w} \cdot S_w \quad [7.1]$$

Desde el suelo mojado alrededor de la piscina (playa mojada)

$$\dot{m}_s = \omega \cdot \frac{P_s - P_{ro}}{r_s} \cdot S_s \quad [7.2]$$

Desde el cuerpo de las personas mojadas

$$\dot{m}_p = \omega \cdot \frac{P_{35} - P_{ro}}{r_{35}} \cdot S_p \quad [7.3]$$

En las ecuaciones anteriores el coeficiente de velocidad ω se expresa con la ecuación:

$$\omega = \frac{88,75 + 78,15 \cdot V}{1000} \quad [7.4]$$

El valor de r es el calor latente de vaporización del agua a esa temperatura y tiene la siguiente expresión:

$$r = 347 \cdot (374,15 - t)^{1/3} - 2 \quad [7.5]$$

Donde t es la temperatura del agua

Las pérdidas totales son iguales a la suma de las pérdidas calculadas con las ecuaciones anteriores:

$$\dot{m} = \dot{m}_w + \dot{m}_s + \dot{m}_p \quad [5.6]$$

7.1.6 PÉRDIDAS DE CALOR

En la figura 7.1. pueden verse cuáles son las pérdidas de calor en el vaso de piscina:

1. Evaporación de agua del vaso (Q_e).
2. Radiación de calor por diferencias de temperatura (Q_r).
3. Convección de calor entre agua y aire (Q_c).
4. Renovación del agua del vaso (Q_{re}).
5. Transmisión de calor del agua del vaso (Q_t).

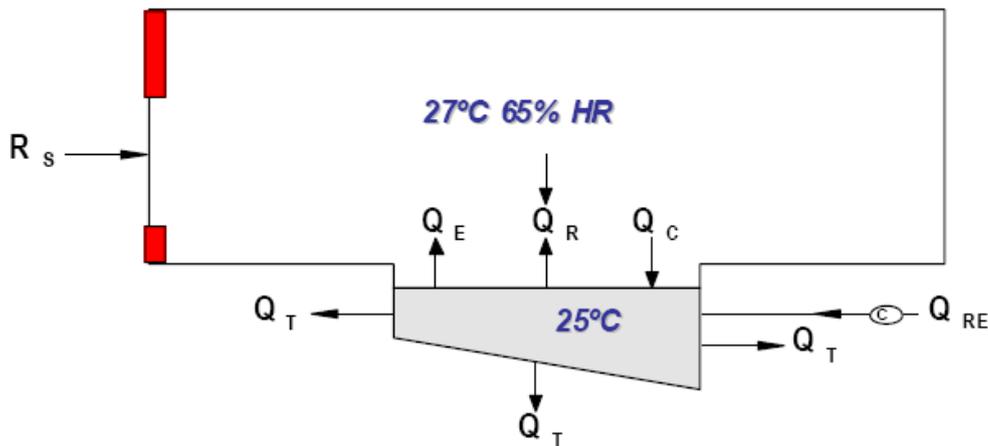


Figura 7.1. esquema pérdidas de calor del vaso

Estas pérdidas, todas expresadas en kW, se calculan con estas ecuaciones

- por evaporación del agua

$$P_{ev} = \frac{\dot{m}}{1000} \cdot [r + 4,186 \cdot (t_{wm} - t_{wa})] \quad [7.7]$$

Donde t_{wm} y t_{wa} indican, respectivamente, la temperatura media del agua en la piscina y la temperatura de agua de renovación (agua de la red pública)

VIII.ANEXOS

- por convección de la lámina de agua con el aire del ambiente

$$P_{cv} = 0,003181 \cdot V^{0,8} \cdot (t_{ws} - t_{BS}) \cdot S_w \quad [7.8]$$

Donde t_{ws} es la temperatura superficial del agua de la piscina y t_{BS} es la temperatura del bulbo seco del aire del ambiente.

- Por radiación de la superficie de la lámina hacia los cerramientos del recinto:

$$P_{rd} = 0.00567 \cdot \varepsilon \cdot \left[\left(\frac{t_{ws} + 273,15}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{RM} + 273,15}{100} \right)^4 \right] \cdot S_w \quad [7.9]$$

Donde t_{RM} es la temperatura radiante media de los cerramientos del local y 0.00567 w/m²k es la constante de Stefan-Boltzman

- Por conducción a través de las paredes de la pileta eventualmente en contacto con el aire:

$$P_{cd} = k \cdot \frac{t_{wm} - t_{BS}}{1000} \cdot S_p \quad [7.10]$$

Donde t_{wm} es la temperatura media de l agua de la piscina, t_{BS} es la temperatura del aire que está en contacto con las paredes de la pileta (diferente de la del ambiente de la piscina) y S_p es la superficie de las paredes en contacto con el aire.

Las pérdidas de las paredes y suelo de la pileta en contacto con el terreno suelen ser despreciables

La diferencia entre la temperatura media del agua y la temperatura superficial de la misma depende de la disposición de las toberas de distribución del agua ,es decir ,de la estratificación. Si el agua caliente se impulsa por la parte baja de la pileta, la estratificación será mínima; por el contrario, si se impulsa con las toberas del sistema de filtración, se provocara la estratificación del agua caliente en la parte superior, que tiene efectos desagradables para los usuarios.

La potencia total necesaria para suplir las perdidas antes indicadas será

$$P = P_{ev} + P_{cv} + P_{rd} + P_{cd} \quad [7.11]$$

A las pérdidas antes indicadas no se deben añadir las pérdidas de agua debidas a la renovación por la limpieza del fondo y de los filtros, ya que estas operaciones, usualmente, se efectuarán durante el horario de cierre de la piscina. La potencia necesaria será en parte compensada por la falta de pérdidas por arrastre y salpicaduras.

7.1.7 .POTENCIA NECESARIA PARA PUESTA A REGIMEN.

Cuando haya que llenar el vaso de la piscina completamente con agua de red, la potencia calorífica necesaria es superior a la de mantenimiento, que es la que hemos calculado anteriormente. Para determinarla tendremos que aplicar la siguiente fórmula.

$$Q_{PR} = \frac{V \times D \times C_E \times (T_{ag} - T_x)}{T} \quad [7.12]$$

Siendo :

Q_{pr} = potencia puesta a régimen (w)

V = volumen de agua de la piscina (m³)

D = densidad del agua (1000 kg / m³)

C_e = calor específico del agua (1,16 w x h / kg °C)

T_{ag} = temperatura agua piscina

T_x = temperatura llenado red

T = tiempo de puesta en régimen

Si el tiempo de puesta a régimen lo consideramos en 72 horas, en lugar de 48 h, por ser un periodo también razonable, lógicamente la potencia necesaria disminuirá.

Hay que tener en cuenta que mientras estamos calentando el agua de la piscina también se están produciendo pérdidas que dependerán fundamentalmente de

VIII.ANEXOS

las condiciones del aire ambiente interior y en función del sistema de climatización elegido, se podría alargar el tiempo de la puesta a régimen previsto inicialmente.

7.1.8 CARACTERISTICAS DEL AGUA

Se reproducen en la siguiente tabla las constantes físicas del agua:

Tabla 7.4. Características del agua

Masa molar	18,0153 kg/kmol
Constante molar del vapor	$8,3143 \pm 0,0012$ kJ/(kmol·K)
Constante del vapor de agua	$R=8,3143/18,0153=0,461513$ KJ/(kg·K)
Presión en el punto triple	611,2 Pa
Punto critico	
-temperatura	374,15 °C
-presión	221,20 bar
-volumen especifico	0,00317 m ³ /kg
-viscosidad dinámica	$4,5 \cdot 10^{-5}$ Pa·s
-conductividad térmica	0,238 W/(m·K)
Calor específico del agua	4,186 kJ/(kg·K)
Calor latente de evaporación	$r=347 \cdot (374,15-t)^{1/3}-2$

7.1.9 CARACTERISTICAS DEL AIRE

Para el cálculo de las constantes físicas del aire en las distintas condiciones se podrán emplear las siguientes ecuaciones:

VIII.ANEXOS

- **Presión atmosférica** (P_a) al variar la altitud sobre el nivel del mar de -300 m hasta 10000 m:

$$p_a = 101,325 \cdot (1 - 2,255692 \cdot 10^{-5} \cdot H)^{5,2561} \quad [7.13]$$

O

$$p_a = 101,325 \cdot e^{-0,0001184 \cdot H} \quad [7.14]$$

O hasta 3000 m.

$$p_a = 101.325 - 12 \cdot H + 5,9 \cdot 10^{-4} \cdot H^2 - 4 \cdot 10^{-8} \cdot H^3 \quad [7.15]$$

- **Presión parcial del vapor de agua**(P_a) en el aire al variar la temperatura del bulbo seco (T_{BS} , en K) y la humedad relativa (HR en %) valida desde 0°C a 200°C :

$$p = \frac{HR}{100} \cdot \exp\left[-\frac{5.800,2206}{T_{BS}} + 1,3914993 - 0,04860239 \cdot T_{BS} + 4,1764768 \cdot 10^{-5} \cdot T_{BS}^2 - \dots\right. \\ \left. \dots - 1,4452093 \cdot 10^{-8} \cdot T_{BS}^3 + 6,5459673 \cdot \ln(T_{BS})\right] \quad [7.16]$$

- Humedad especifica(contenido de vapor por unidad de aire seco g/kg):

$$x = 621,98 \cdot \frac{p}{P_a - p} \quad [7.17]$$

- Volumen especifico del aire húmedo por unidad de masa de aire seco(m³/kg)

$$v = 287,055 \cdot \frac{T_{BS}}{P_a - p} \quad [7.18]$$

- Entalpía del aire húmedo por unidad de masa de aire seco (kg/kg):

$$J = t_{BS} + 0,62198 \cdot \frac{P}{p_a - p} \cdot (2.501 + 1,805 \cdot t_{BS}) \quad [7.19]$$

- Temperatura de rocío(°C) ecuación valida de 0° a 70°C

$$t_{RO} = 1,1689 \cdot (\ln(p))^2 - 1,8726 \cdot \ln(p) - 35,957 \quad [7.20]$$

- Temperatura termodinámica de bulbo húmedo (°C):

$$t_{BH} = \frac{2501 \cdot \left(\frac{x}{1000} - 0,62198 \cdot \frac{P}{p_a - p} \right) + \left(1,805 \cdot \frac{x}{1000} + 1 \right) \cdot t_{BS}}{1 + 4,186 \cdot \frac{x}{1000} - 1,48093 \cdot \frac{P}{p_a - p}} \quad [7.21]$$

(en la ecuación p se calcula por aproximaciones sucesivas con la ecuación [5] haciendo con ella tBS=tBH y HR=100)

- Calor específico del aire a presión constante :se puede tomar igual a 1kJ/(kgK) ,con muy buena aproximación, mientras que el valor del calor específico a volumen constante es 0,712 kj/(kgK)

7.1.10 APROXIMACIONES A ALGUNOS DATOS DE PARTIDA

En el caso de que no se pueda calcular directamente algunos datos,se incluye a continuación unas aproximaciones:

- La superficie mojada alrededor de la pileta se asumirá en función de la superficie de la lamina de agua S_w según la siguiente ecuación:

$$\frac{S_s}{S_w} = 2 \cdot b \cdot \left[0,0376 + \frac{28,7576 + 2 \cdot b}{S_w} - \frac{899,5}{S_w^2} \right] \quad [7.22]$$

Válida para S_w desde 50 a 1500 m², siendo b la anchura de la playa.

VIII.ANEXOS

- La velocidad del aire a 10 cm de la lámina del agua y del suelo de la playa mojada se tomara igual a **0,2 m/s** e igual a **0,4 m/s** en la zona ocupada (este valor servirá para el cálculo de la transferencia de la masa desde el cuerpo de las personas y tiene en cuenta el movimiento relativo de las mismas)
- El número de personas mojadas en la playa se asumirá igual al 5% de la superficie de la lámina de agua: **$N=0,05 \cdot S_w$**
- La superficie media del cuerpo de una persona se asumirá igual a $1,7 \text{ m}^2$ (1,8 para hombres y 1,7 para mujeres). Por tanto **$S_p=1,7 \cdot N=0,085 \cdot S_w$**
- La temperatura media del cuerpo humano se asume igual a $35 \text{ }^\circ\text{C}$
- La superficie de las paredes de la pileta es igual a **$2 \cdot (a+l) \cdot h$** (siendo a la anchura, l la longitud y h la profundidad media de la pileta) y su coeficiente de transmisión de calor se asumirá igual a $3,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Interesa expresar la superficie de las paredes en función de la superficie de lámina de agua; una ecuación aproximada, valida desde 50 a 1500 m^2 , es la siguiente:

$$\frac{S_{par}}{S_w} = \left(0,0752 + \frac{57,452}{S_w} - \frac{1774}{S_w^2} \right) \cdot h \quad [7.23]$$

- La emitancia efectiva que entra en la ecuación de Stefan-Boltzman se calcula con la expresión:

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_w} + \frac{1}{\varepsilon_a} - 1} \quad [7.24]$$

Asumiendo $\varepsilon_w=0,96$ y $\varepsilon_a=0,90$ resulta $\varepsilon=0,87$, que es el valor que se tomara en los cálculos.

- Se puede asumir que la humedad relativa en el ambiente es igual a 65%
- Los valores de las distintas temperaturas que entran en juego se haran depender de la temperatura superficial de la lámina de agua t_{ws} según las siguientes relaciones

VIII.ANEXOS

Tabla 7.5.Aproximaciones de los valores característicos de las piscinas

Temperatura del bulbo seco del aire del ambiente	$t_{ws} - 2$
Temperatura radiante media de los cerramientos	$t_{ws} - 6$
Temperatura del b.s.del aire alrededor de las paredes de la pileta	$t_{ws} - 8$
Temperatura del suelo del recinto	$t_{ws} - 4$
Temperatura media del agua de la pileta	$t_{ws} - 1$

ANEXO 8: CALCULO DE COLECTORES DE LA BOMBA DE CALOR GEOTERMICA. METODO IGSHPA.

El método IGSHPA para el diseño de intercambiadores enterrados está basado en la teoría de la fuente de calor en forma de una línea infinita (Kelvin Line Source Theory) desarrollado por Ingersoll y Plass.

Según esta teoría un intercambiador de calor que cede calor al suelo se comporta como una fuente de calor con un espesor pequeño y una longitud infinita, y por tanto sólo cede calor en el sentido radial.

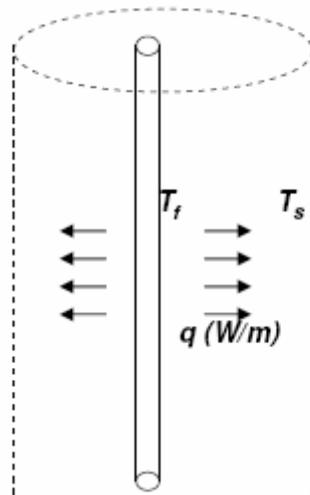


Figura 8.1.Fuente de calor de espesor pequeño y longitud infinita

Es un método de cálculo estático que asume que el sistema funciona durante un tiempo determinado a una carga constante y con el suelo a la temperatura más desfavorable, es decir, el mes de enero para calefacción y el mes de julio para refrigeración, y con una temperatura de agua fija. Durante los restantes meses, la temperatura del aire será más moderada, y por lo tanto la carga calorífica o frigorífica será menor. Además el suelo no estará tan frío (en invierno) o tan caliente (en verano), lo que hará que la temperatura del agua sea más moderada y el sistema funcionará con mayor rendimiento

Una fuente de calor de espesor muy pequeño y longitud infinita que sólo cede calor en sentido radial tendrá la siguiente expresión

$$q = \frac{T_f - T_s}{R_t + R_s} \quad [8.1]$$

Donde:

- T_f : temperatura del fluido
- T_s :temperatura del suelo
- R_t : resistencia térmica de la tubería
- R_s : resistencia térmica del suelo

La longitud del intercambiador será:

$$\Delta L = \frac{Q}{T_f - T_s} (R_t + R_s) \quad [8.2]$$

8.1. CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL SUELO

La conductividad térmica es una propiedad característica de cada material que indica su capacidad para conducir calor. Se puede expresar según la **ley de Fourier** como el calor que atraviesa en la dirección x un espesor de 1 m del material como consecuencia de una diferencia de 1 grado entre los extremos opuestos. Se expresa en W/m°C o W/mK.

$$Q_x = -kA \frac{dT}{dx} \quad [8.3]$$

Dónde:

- k es la conductividad térmica,
- Q_x es el calor difundido por unidad de tiempo, A el área de la superficie a través de la cual tiene lugar la transmisión de calor
- el cociente dT entre dx representa el gradiente de temperatura.

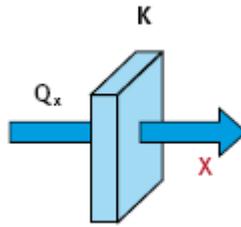


Figura 8.2.Dibujo representativo de la ley de Fourier

El cálculo de la **conductividad térmica** para el diseño de un sistema de bomba de calor geotérmica se puede estimar a partir de **tablas**, medir en **laboratorio** mediante pruebas de conductividad sobre parte de terreno recogido o determinar realizando un **test de respuesta térmica del suelo** (Thermal Response Test, TRT).

Este último método es el más fiable y el único recomendado para instalaciones medianas o grandes. Se puede ver en que consiste este test en el **ANEXO 1** del proyecto.

La **resistencia térmica del suelo** será la inversa de la conductividad térmica del suelo.

El calor inyectado o extraído del terreno varía durante el funcionamiento de la bomba de calor. La máquina arranca y para, y además, su funcionamiento también depende de la temperatura de aplicación en el edificio.

Las expresiones matemáticas de las que se obtiene la resistencia térmica del suelo R_s , deberían contemplar este efecto. En la práctica es suficiente aproximación con multiplicar la potencia calorífica por el factor de utilización, que es la fracción del tiempo en la que realmente la bomba de calor ha estado en marcha.

$$\text{Resistencia térmica suelo : } R_s^* = R_s \cdot Fu$$

[8.4]

El cálculo del **factor de utilización Fu** debe hacerse por simulación de la demanda energética en cada caso. Cada edificio en cada climatología, y con cada equipo de climatización, tendrá un factor de utilización.

VIII.ANEXOS

Existen programas de modelado energético que calculan la demanda energética anual del edificio en función de las variables constructivas y el uso. Los más empleados, a nivel mundial, por los arquitectos e ingenieros son eQuest, Energy10, DOE-2, TRNSYS, VISUALDOE, ECOTECT, ESP-r y EnergyPlus

Las principales barreras para el uso sistemático de estos programas en el diseño son la necesidad de calificación profesional, el tiempo necesario, en ocasiones no justificable, para implementar el edificio en el programa, la indeterminación en las fases de diseño de muchas de las características necesarias para el modelado (usuarios, equipos...), etc. por lo que también existen métodos más sencillos de cálculo de este factor de utilización como el que se recoge en el

ANEXO 3

8.2. RESISTENCIA TERMICA DE LA TUBERIA

Adopta la siguiente expresión:

$$R_f = \frac{\ln \frac{r_e}{r_i}}{2 \cdot \pi \cdot k_t} \quad [8.5]$$

A3.TEMPERATURA DEL TERRENO

La temperatura del terreno T_s a una profundidad y y a un tiempo, es función de la temperatura exterior en ese instante (Kusada&Achenbach 1965):

$$T_s(y, t) = T_m - A \cdot e^{-y \sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}} \cos\left[\frac{2\pi}{365}(t - t_0 - T_s \frac{y}{2} \sqrt{\frac{365}{\pi \cdot \alpha}})\right] \quad [8.6]$$

$T_s(X_s, t)$: Temperatura de un Suelo a una profundidad X_s y en un tiempo t del año (°C)

T_m : Temperatura Media del suelo (°C.).

A : Oscilación Anual de temperaturas superficiales (°C.).

t_0 : Constante de Fase, día donde la temperatura del suelo es mínima (en días).

α : Difusividad térmica del suelo (en m²/día).

y : Profundidad del Suelo (en metros).

t : Tiempo (en días).

EXP : Exponencial (e).

COS : Coseno.

VIII.ANEXOS

La difusividad (α) es la conductividad térmica (λ), dividida por la densidad (ρ) y por la capacidad térmica específica (c). Como se muestra en la ecuación

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \times c} \text{ [m}^2\text{/hr.]} \quad \text{ó} \quad \alpha = \frac{\lambda \times 24}{\rho \times c} \text{ [m}^2\text{/día]} \quad [8.7]$$

La temperatura media de la tierra (T_m) se puede asumir como la temperatura seca media anual del lugar, la amplitud anual de la temperatura media diaria (A) se puede determinar a partir de datos tabulares para localizaciones geográficas específicas, en los **sistemas verticales** se puede considerar igual a 0

Para obtener la longitud de intercambiador necesario para satisfacer la máxima carga de refrigeración se tomará el instante de máxima temperatura anual. Viceversa para el caso de calefacción

$$T_{MIN} = T_m - A e^{-y \sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}} \quad [8.8]$$

$$T_{MAX} = T_m + A e^{-y \sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}} \quad [8.9]$$

Estas temperaturas son válidas para el caso de colectores horizontales; en el caso de colectores verticales, tomaremos $A=0$

Finalmente, las expresiones para determinar la longitud de intercambiador necesario en refrigeración y en calefacción quedan:

$$\Delta L_R = \frac{P_f}{T_{fR} - T_{MIN}} (R_t + R_s \cdot Fu_R) \quad [8.10]$$

$$\Delta L_C = \frac{P_c}{T_{MAX} - T_{fC}} (R_t + R_s \cdot Fu_C) \quad [8.11]$$

ANEXO 8: DESCRIPCION DEL SOFTWARE GEO2.

8.1 INTRODUCCION

Geo2 es un programa de dimensionado de intercambiadores de calor enterrados acoplados a bombas de calor CIAT.

Por tanto la salida principal del programa será la longitud necesaria de intercambio en función de la temperatura de salida de la bomba de calor, así como una serie de datos adicionales que pueden ayudar al diseñador a escoger la mejor opción.

Algunos de estos datos de salida simplemente son leídos de las bases de datos de la bomba de calor seleccionada y ayudan al usuario en la definición del diseño óptimo:

- EER (rendimiento en refrigeración)
- COP (rendimiento en calefacción)
- Pc (potencia calorífica)
- Pf (potencia frigorífica)
- Pa (potencia absorbida por compresores en la bomba de calor) y caudal nominal

Los otros son calculados como:

- la longitud
- el área y volumen afectados por el intercambiador enterrado
- la pérdida de carga por fricciones

La interfaz de Geo2 propiamente está formada por nueve pantallas que se seleccionan en el menú lateral izquierdo.

En las ocho primeras pantallas (Datos del proyecto, Localidad, Terreno, Edificio y Cargas Térmicas, Máquina geotérmica, Diseño del intercambiador, Tuberías y colectores, Accesorios) el usuario introduce los datos necesarios para que el programa pueda realizar los cálculos, los cuales se muestran en la última pantalla (Resultados).

Los resultados tabulados muestran para varias temperaturas de salida de la bomba de calor hacia el intercambiador enterrado la longitud (intercambiadores horizontales) o profundidad (intercambiadores verticales) necesaria de intercambiador, la pérdida de presión en el sistema y el rendimiento mínimo de la bomba de calor.

Parte de la información aparece en color verde, mientras que otra estará en amarillo ó en rojo

VIII.ANEXOS

La información en verde indica que todos los cálculos son correctos, la indicada en amarillo ó rojo va acompañada de una serie de avisos que se pueden leer en la parte inferior de esta misma pantalla.

Una vez que se muestran estos resultados tabulados, el usuario puede seleccionar un valor de longitud concreto para el cual el programa calcula los parámetros de funcionamiento en modo refrigeración (EER) y en modo calefacción (COP)

Los valores de rendimiento determinados son valores mínimos, ya que se calculan considerando las condiciones de temperatura más desfavorables del suelo para el cálculo.

Aun así hay que tener en cuenta que Geo2 no estima el posible calentamiento o enfriamiento del terreno que puede suceder si la energía aportada al terreno en época de refrigeración **no está compensada** con la energía extraída del mismo en época de calefacción.

En estos casos, el terreno se comportará como **foco térmico no infinito** que puede aumentar o disminuir ligeramente de temperatura pudiendo afectar a los rendimientos mínimos calculados con Geo2 (esto es más acusado si la distancia entre los tubos del intercambiador es pequeña o si están dispuestos en una configuración compacta, siendo menos problemático si están suficientemente separados)

Siempre es recomendable realizar un análisis de las demandas energéticas de calefacción y refrigeración, para determinar cuando ambas demandas no están balanceadas y escoger geometrías abiertas

Adicionalmente, el programa proporciona dos ficheros de salida para que el usuario pueda trabajar fácilmente con los resultados obtenidos, un informe en Word y una hoja de cálculo en Excel.

El primero contiene información relevante tanto de la definición del caso simulado como de los resultados concretos obtenidos.

El segundo contiene las tablas generadas en la pantalla de resultados así como una serie de gráficos.

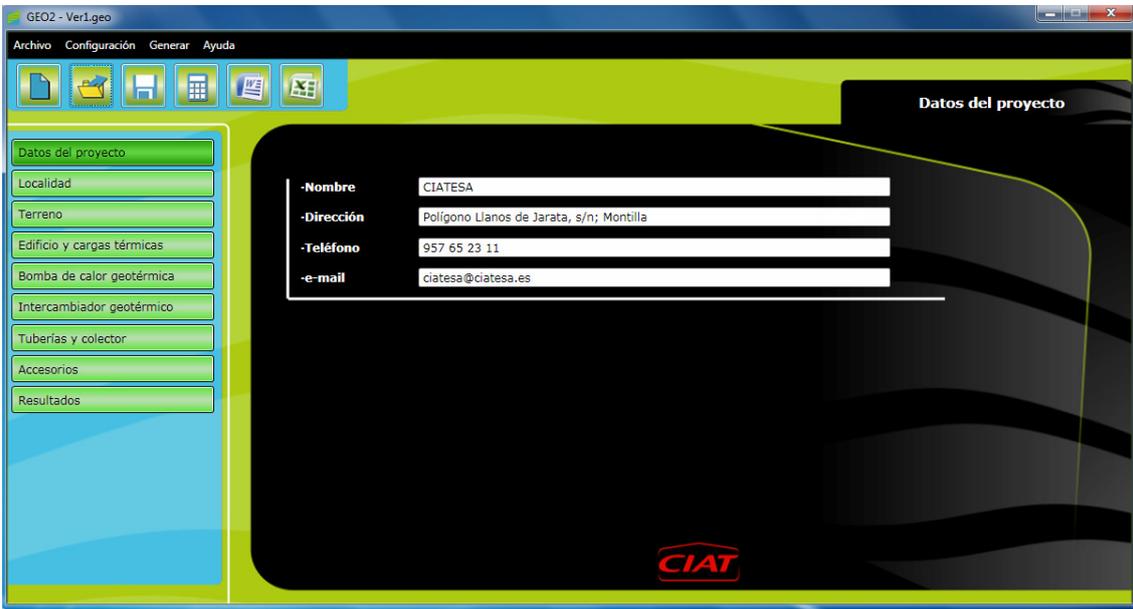
8.2 DESCRIPCION DE LAS DIFERENTES PANTALLAS.

8.2.1 DATOS DEL PROYECTO

El usuario puede especificar en esta pantalla los datos relevantes que identifican el proyecto en cuestión: nombre,

VIII.ANEXOS

dirección, teléfono, e-mail. Esta información aparecerá también en los ficheros de salida (informe y hoja de cálculo) que genera el programa



The screenshot shows the 'GEO2 - Ver1.geo' software window. The interface has a menu bar with 'Archivo', 'Configuración', 'Generar', and 'Ayuda'. Below the menu is a toolbar with icons for file operations. On the left, there is a vertical sidebar with buttons for 'Datos del proyecto', 'Localidad', 'Terreno', 'Edificio y cargas térmicas', 'Bomba de calor geotérmica', 'Intercambiador geotérmico', 'Tuberías y colector', 'Accesorios', and 'Resultados'. The main area is titled 'Datos del proyecto' and contains a form with the following fields:

-Nombre	CIATESA
-Dirección	Polígono Llanos de Jarata, s/n; Montilla
-Teléfono	957 65 23 11
-e-mail	ciatesa@ciatesa.es

The CIAT logo is visible at the bottom right of the main area.

Figura 8.1.Datos del proyecto

8.2.3 . LOCALIDAD

Aquí el usuario selecciona la capital de provincia más cercana o más similar a la ubicación del intercambiador enterrado, entre una base de datos que incluye todas las capitales de provincia de España y las zonas climáticas conforme a CTE.

Para las localidades españolas que no son capitales de provincia se puede determinar la zona climática según el Documento Básico HE "Ahorro de energía" perteneciente al Código Técnico de la Edificación [2].

Uno de los procedimientos es el que permite calcular la zona climática a la que pertenece una localidad en función de la diferencia de altura entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de provincia. Si el valor es menor de 200m se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

La base de datos climáticos de Geo2 para cada localidad contiene información que permite calcular la temperatura del suelo a diferente profundidad, así como información sobre la variación de las condiciones meteorológicas en el mes más desfavorable de calefacción y el más desfavorable de refrigeración.



Figura 8.2.Localidad

8.2.3 TERRENO

Aquí el usuario tiene tres opciones para seleccionar las propiedades del terreno.

1. seleccionar el tipo de suelo e indicar la humedad de éste a la altura del intercambiador entre una lista de más de 28 tipos de suelos
2. indicar específicamente la conductividad y la capacidad volumétrica del suelo en caso de conocerse.
3. indicar específicamente estas mismas características pero por cada uno de los estratos que forman el terreno.

Si se utiliza la primera opción una vez seleccionado el tipo de suelo el programa carga instantáneamente los datos recomendados para las propiedades de éste, además muestra los valores mínimos (muy seco) y máximos (muy húmedo) de conductividad y capacidad térmica.

En la parte derecha del dialogo suelo, se encuentra una barra para variar las propiedades de acuerdo a las características de humedad del suelo que tiene, así, si el usuario mueve la barra a la derecha el programa asume que el suelo que eligió es un suelo más húmedo que el recomendado por el programa, internamente el programa lo que hace es aumentar los valores de conductividad y capacidad térmica en proporción al desplazamiento de la barra.

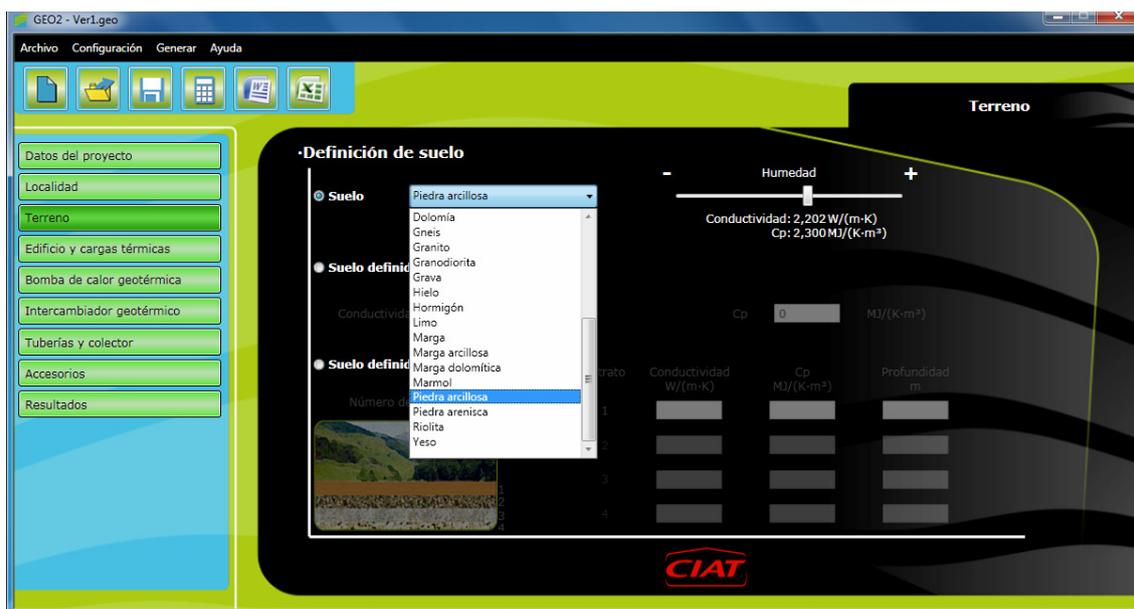


Figura 8.3.Terreno

8.2.4 EDIFICIO Y CARGAS TERMICAS.

En esta pantalla, el usuario introduce las máximas cargas térmicas de Calefacción (invierno) y Refrigeración (verano).

Otro parámetro necesario para el cálculo son los **factores de uso** de la instalación “Fu” en los meses más desfavorables de calefacción y refrigeración. Con este dato, el método IGSHPA tiene en cuenta que durante el funcionamiento real de una instalación geotérmica, la bomba de calor trabaja intercambiando calor con el terreno de forma intermitente.

Para la determinación de uso el programa tiene dos opciones:

1. seleccionar la opción de edificio predefinido y seleccionar el tipo de edificio: centro comercial, colegio, grandes almacenes, hospital, hotel, oficina, universidad o vivienda.
2. si se dispone de un detallado cálculo de cargas del edificio, puede introducir directamente el valor de los factores de uso calculados

Estos factores “Fu” se determinarán como la relación entre la demanda energética del mes de enero (julio) y la máxima energía que podría proporcionar el equipo si estuviese proporcionando la máxima demanda de calefacción (refrigeración) las 744 horas del mes.



Figura 8.4. Edificio y cargas térmicas

8.2.5. BOMBA DE CALOR GEOTERMICA

8.2.5.1 BOMBA DE CALOR.

En la pantalla de Bomba de calor geotérmica, la primera elección del usuario consiste en seleccionar la familia de bomba de calor (AGEO, AGEO CALEO y DYNACIAT). Una vez seleccionada, el programa tiene la opción de recomendar el modelo de bomba que más se acerca a los valores de la carga previamente indicados en la pantalla de “Edificio y cargas térmicas”.

8.2.5.2 FLUIDO TERMICO.

El usuario elige un fluido térmico para el circuito exterior. Geo2 está preparado para hacer cálculos con agua y con soluciones de etilenglicol y propilenglicol de hasta un 60% (Porcentaje en peso) de cada anticongelante en agua.

El uso de agua glicolada es necesario cuando la temperatura del agua en invierno está por debajo de la temperatura mínima admisible en la bomba de calor [5°C (Temperatura de salida de agua)].

Usando agua glicolada, se puede trabajar con temperaturas más bajas, lo que permite reducir considerablemente la longitud del intercambiador en condiciones donde predomina la carga de calefacción sobre la carga de refrigeración.

Sin embargo, el rendimiento de la bomba de calor disminuye cuando la temperatura del líquido es más baja. Es responsabilidad del diseñador encontrar la temperatura óptima que garantice el máximo COP del sistema con un mínimo de longitud del intercambiador.

8.2.6 DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR.

En esta pantalla el usuario puede seleccionar la configuración que desea para el intercambiador enterrado.

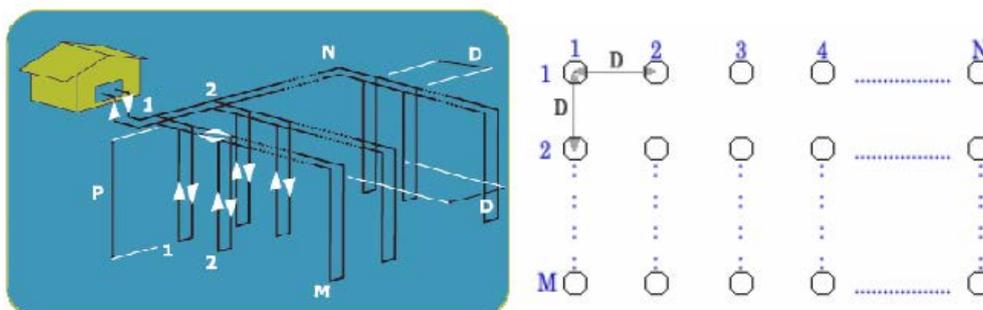
Se dispone de 5 tipos de configuraciones horizontales y 1 tipo vertical con dos variantes (simple U y doble U).

El intercambiador enterrado está descrito por los siguientes parámetros:

- El tipo de configuración.
- El número de circuitos.
- El número de perforaciones en una fila, M (sólo para configuraciones verticales).
- El número de perforaciones en una columna, N (sólo para configuraciones verticales).
- La distancia entre dos secciones D (sólo para configuraciones horizontales).
- El número de secciones en paralelo N (sólo para configuraciones horizontales).
- La distancia entre las perforaciones D (sólo para configuraciones verticales).
- La profundidad de los tubos P (sólo para configuraciones horizontales).

Para la selección de la configuración, el diseñador ha de tener en cuenta el espacio disponible, las propiedades geológicas, el coste de excavación, el clima del lugar, entre otros.

Me referiré a la **configuración vertical**, que es la que usaré en este proyecto. En la configuración vertical 1, se muestra una instalación de M x N perforaciones. Aquí, todas las perforaciones tienen la misma profundidad, y están ordenadas en un plano cuya vista superior es rectangular, definida por filas en dos dimensiones



- ✓ N representa el número de perforaciones en dirección X.
- ✓ M representa el número de perforaciones en dirección Y.

VIII.ANEXOS

- ✓ D es la distancia entre dos perforaciones adyacentes en la misma dirección, sea X ó Y.

Aunque en la figura representada se observe que en cada perforación se introducen dos tubos, uno de ida y otro de vuelta unidos por una U en la parte inferior de la perforación, hay otra posibilidad consistente en introducir tubos de doble U, de manera que en cada perforación nos encontramos con dos tubos de ida y dos tubos de vuelta.

Esta variante puede simularse con Geo2 mediante la selección de “Doble U”

Hay que tener en cuenta que todas las perforaciones se conectan en paralelo, de manera que el caudal de la bomba se divide en un número de circuitos que coincide con el número de perforaciones en el caso de instalaciones de simple U y con el doble del número de perforaciones en el caso de instalaciones de doble U.

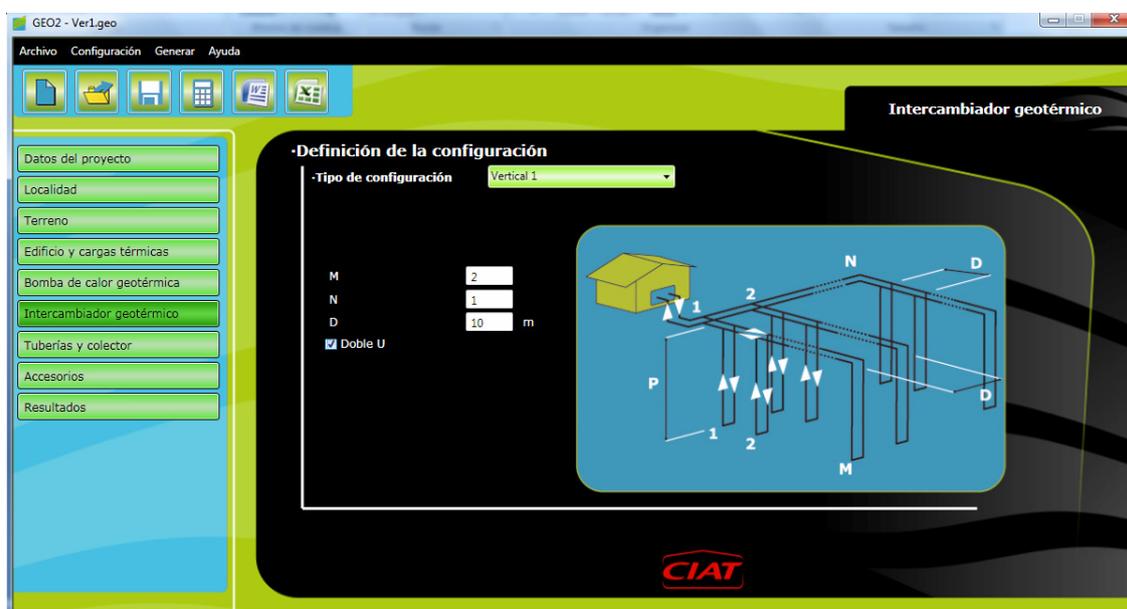


Figura 8.6.diseño del intercambiador

8.2.7 TUBERIAS Y COLECTORES

En la pantalla de “Tuberías y Colectores” se introducen los datos de los tubos que el usuario quiera usar para la construcción del intercambiador enterrado.

Esta pantalla está dividida con dos recuadros, el primero se refiere a los datos del **intercambiador** de calor enterrado y el segundo se refiere al **colector**, que es la tubería que une la bomba de calor con el intercambiador enterrado.

El colector aunque puede tener una longitud considerable, no se considera como parte del intercambiador de calor y el único efecto que se considera en éste es el debido a las pérdidas de carga por fricción.

8.2.7.1 INTERCAMBIADOR ENTERRADO

El usuario elige ó bien un material estándar, seleccionándolo del menú desplegable y su correspondiente presión nominal, ó bien elige trabajar con un material no estándar, introduciendo la conductividad térmica, la rugosidad absoluta y la presión nominal de ese material. Además el usuario selecciona un diámetro nominal estándar en el menú desplegable, u opta por un tamaño de tubo no estándar, introduciendo el diámetro interior y exterior del tubo.

Una vez seleccionado el tipo de material, instantáneamente el programa carga las **presiones** a las cuales éste trabaja, no son las mismas para cada material, ahí el usuario debe seleccionar la más adecuada. Hay que tener en cuenta que la presión seleccionada debe ser mayor a la máxima presión del sistema, para que el material no se rompa. En configuraciones verticales se debe tener en cuenta que a medida que la profundidad aumenta, también aumenta la presión, más o menos aumenta 1 bar por cada 10 metros de profundidad.

Posteriormente en el cuadro "datos de la tubería" elige un diámetro nominal estándar comercial que son cargados por el programa automáticamente en función del material y la presión nominal ,o bien, si el tamaño no es estándar, se introducen un diámetro interior y exterior

8.2.7.2 COLECTOR

El usuario elige o bien un material estándar, seleccionándolo del menú desplegable y su correspondiente presión nominal, o bien elige trabajar con un material no estándar, introduciendo la rugosidad absoluta y la presión nominal.

Además el usuario selecciona un diámetro nominal estándar en el menú desplegable, u opta por un tamaño de tubo no estándar, introduciendo el diámetro interior y la longitud total del colector (ida y vuelta).

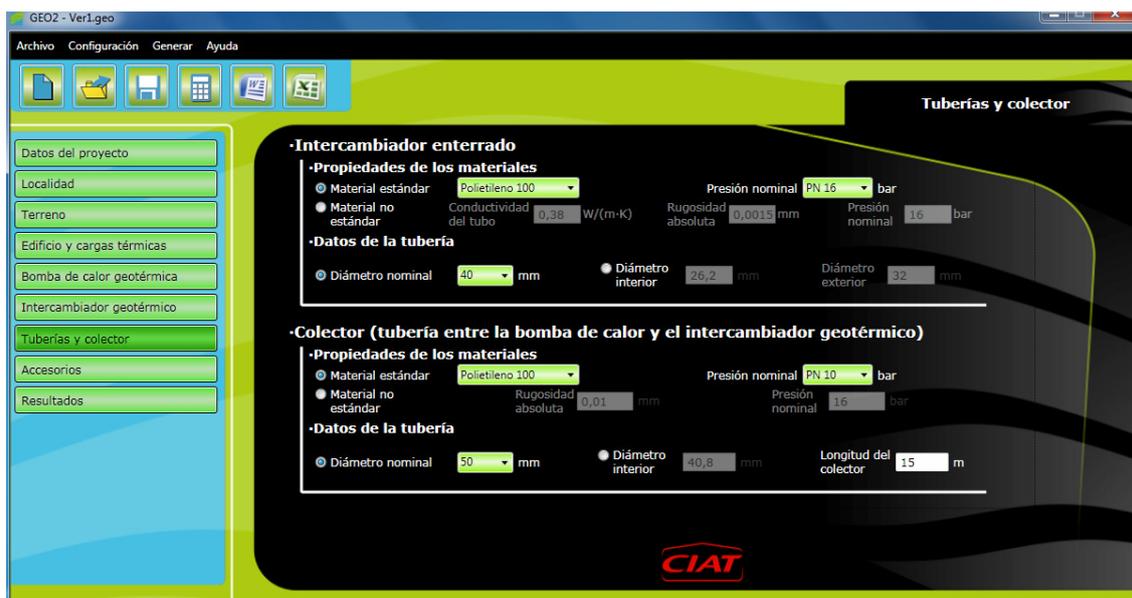


Figura 8.7. Tuberías y colector.

Una vez seleccionado el tipo de material, instantáneamente el programa carga las **presiones** a las cuales éste trabaja, no son las mismas para cada material, ahí el usuario debe seleccionar la más adecuada.

Para elegir la presión adecuada el usuario tiene que tener en cuenta que la tubería debe aguantar la presión a la cual se someterá el sistema en reposo, más las presiones debidas a las pérdidas de carga por fricción en el intercambiador enterrado, el colector y en la bomba de calor

8.2.8 ACCESORIOS

Se divide en dos cuadros: el primero se refiere a un cálculo más detallado de las pérdidas en accesorios, aquí el usuario tiene la opción de especificar los accesorios hidráulicos (codos, reducciones, T's, etc.) de la instalación.

El segundo cuadro se refiere a un cálculo aproximado, aquí el usuario estima las longitudes equivalentes para el colector y en un circuito del intercambiador enterrado. Observe que para el intercambiador enterrado se pide el número de accesorios por circuito, no el número total en todos los circuitos. Se supone que cada circuito es idéntico.

8.3 RESULTADOS

En esta pestaña el usuario observa diferentes grupos de información: en el primero se muestran las **temperaturas del agua de la aplicación** (circuito interior), que es un valor que el usuario ha de especificar antes de realizar el cálculo. Esto

VIII.ANEXOS

permite simular instalaciones con diferentes elementos terminales, como por ejemplo suelo radiante, el cual trabaja con agua a temperaturas más moderadas que por ejemplo fancoils.

En el siguiente grupo de información se exponen los **resultados para calefacción y refrigeración** respectivamente. Para que el programa muestre los cálculos realizados, una vez seleccionadas las temperaturas de aplicación para calefacción y refrigeración debe pulsar el botón "calcular" situado en el menú superior "generar".

La siguiente sección es un recuadro en el que se pueden observar los **avisos** para cada diseño. Una vez el usuario pulsa el botón calcular, las filas de resultados se ponen de color verde si el diseño a esa temperatura está correcto, en color amarillo si tiene algún problema leve y en color rojo si es grave. El usuario puede dar un "click" sobre la línea correspondiente a una temperatura y automáticamente GEO muestra el tipo de aviso en el cuadro inferior de la pantalla.

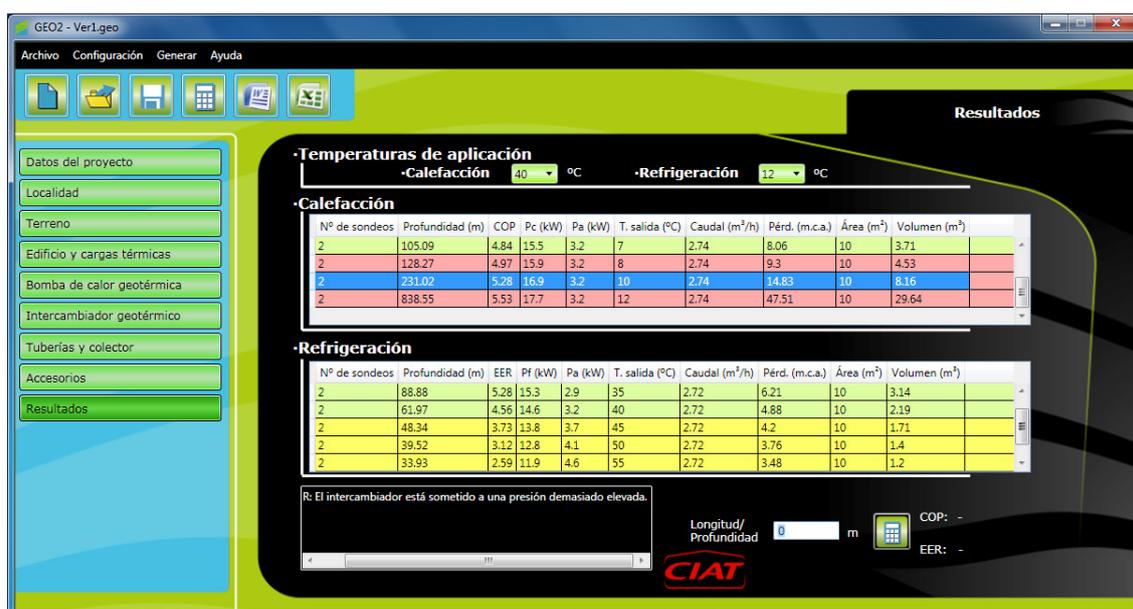


Figura 8.8.Resultados

8.3.1 AVISOS

En esta sección se exponen los tipos de avisos que incluye Geo2. El objetivo de los mismos es ayudar al usuario en el diseño del intercambiador enterrado. Para identificar los avisos para cada una de las temperaturas de salida del agua de la bomba de calor, el usuario puede dar un "click" sobre la fila correspondiente a una

VIII.ANEXOS

temperatura y automáticamente Geo2 muestra el tipo de aviso. Conviene recordar que las filas de resultados se ponen de color verde si el diseño a esa temperatura está

Tipos de avisos:

- AVISO 1: El intercambiador está sometido a una presión demasiado elevada. Aquí se comprueba que la presión que soporta el tubo seleccionado para el intercambiador enterrado es superior a la que en cada diseño ha de soportar. Considera un factor de seguridad de 3bar.
- AVISO 2: El intercambiador está sometido a una presión demasiado elevada. Aquí se comprueba que la presión que soporta el tubo seleccionado para el colector es superior a la que en cada diseño ha de soportar. Considera un factor de seguridad de 3 bar.
- AVISO 3: La velocidad del fluido en los circuitos es demasiado baja. Aquí se comprueba que el régimen del fluido no sea laminar, en cuyo caso desciende de manera muy significativa la transferencia de energía entre el fluido y el terreno. Se comprueba por tanto que el valor de Reynolds no sea inferior a 2300.
- AVISO 4: La velocidad del fluido en los circuitos es demasiado alta. Aquí se comprueba que la velocidad en los tubos no sea mayor de 1.5 m/s.
- AVISO 5: La bomba de calor no tiene bastante potencia para refrigerar el edificio. Aquí se comprueba que la Potencia Frigorífica no sea inferior que la Máxima Carga de Refrigeración.
- AVISO 6: La bomba de calor no tiene bastante potencia para calentar el edificio. Aquí se comprueba que la Potencia calorífica no sea inferior que la Máxima Carga de Calefacción.
- AVISO 7: La temperatura del intercambiador es demasiado alta en verano. Aquí se comprueba que la temperatura de salida no sea superior a 40°C.

Soluciones a los distintos avisos:

- **El intercambiador está sometido a una presión demasiado elevada:** El aviso indica que la presión calculada en el sistema es mayor a la presión que seleccionó el usuario en la definición del proyecto. Esto se puede solucionar simplemente cambiando a una presión mayor si es que no se quiere cambiar la configuración u otro parámetro de diseño (tenga en cuenta que para intercambiadores verticales, la presión estática es importante, y aumenta aproximadamente en 1 bar por cada 10 metros de profundidad.

- **El colector está sometido a una presión demasiado elevada:** Al igual que el anterior, la presión calculada en el sistema es mayor a la presión que seleccionó el usuario en la definición del proyecto.
Esto se puede solucionar simplemente cambiando a una presión mayor. Aquí hay que tener en cuenta que la presión del colector es la ocasionada por las pérdidas totales del sistema; no se tiene en cuenta la presión estática por profundidad, ya que por lo general el colector está muy cerca de la superficie del suelo.
- **La velocidad en los circuitos es demasiado baja:** Este aviso indica que el flujo en los tubos del intercambiador es muy lento y esto no es favorable para transferencia de calor.
Esto se puede solucionar eligiendo un diámetro de la tubería más pequeño, ó aumente el caudal seleccionando una bomba de calor más grande, ó reduzca el número de circuitos.
- **La velocidad en los circuitos es demasiado alta:** Este aviso indica que por la alta velocidad del flujo se ocasionan altas perdidas por fricción y desgaste excesivo en la tubería. Esto se puede solucionar eligiendo un diámetro de la tubería más grande, ó disminuyendo el caudal seleccionando una bomba de calor más pequeña, ó aumentando el número de circuitos.
- **La temperatura del intercambiador es demasiado alta en verano:** Este aviso indica que el fluido en el intercambiador enterrado está muy caliente, lo que ocasionaría un rápido deterioro de los tubos. Esto se puede solucionar eligiendo Polibutileno como material para los tubos, ya que este material tiene una mayor vida útil que el Polietileno.
- **La bomba de calor no tiene bastante potencia para refrigerar el edificio:** Este aviso indica que para la temperatura de salida del agua de la bomba de calor seleccionada, la potencia frigorífica que proporciona la bomba de calor no es suficiente para refrigerar el edificio.
Esto se puede solucionar eligiendo una bomba más grande ó poniendo un sistema auxiliar que supla la potencia frigorífica faltante.
- **La bomba de calor no tiene bastante potencia para calentar el edificio:** Este aviso indica que para la temperatura de salida del agua de la bomba de calor seleccionada, la potencia calorífica que proporciona la bomba de calor no es suficiente para calentar el edificio.
Esto se puede solucionar eligiendo una bomba más grande ó poniendo un sistema auxiliar que supla

ANEXO 9: CALCULO DEL FACTOR DE UTILIZACION

El factor de utilización representa la fracción de tiempo que está en marcha la bomba de calor y, por tanto, el tiempo de funcionamiento estacional de la instalación.

Es un factor muy importante en el diseño de sistemas geotérmicos, ya que determina la cantidad de calor que el sistema va a intercambiar con el suelo a lo largo del año, es decir, el calor que se va a extraer del subsuelo durante el modo calefacción y el que se va a inyectar al subsuelo durante el modo refrigeración.

En este proyecto se empleara el método dado en el **software GEO2**:

Los factores "Fu" se determinarán como la relación entre la demanda energética del mes de enero (julio) y la máxima energía que podría proporcionar el equipo si estuviese proporcionando la máxima demanda de calefacción (refrigeración) las 744 horas del mes.

A continuación se expone un ejemplo de cálculo del factor de uso conocido el cálculo detallado de cargas.

La demanda pico de este ejemplo en refrigeración y calefacción respectivamente es de 15kW y 12kW.

La demanda energética mensual de refrigeración en julio es de 2358kWh, siendo la de calefacción en enero de 2242kWh

Con estos datos, el cálculo de los factores de uso es el siguiente:

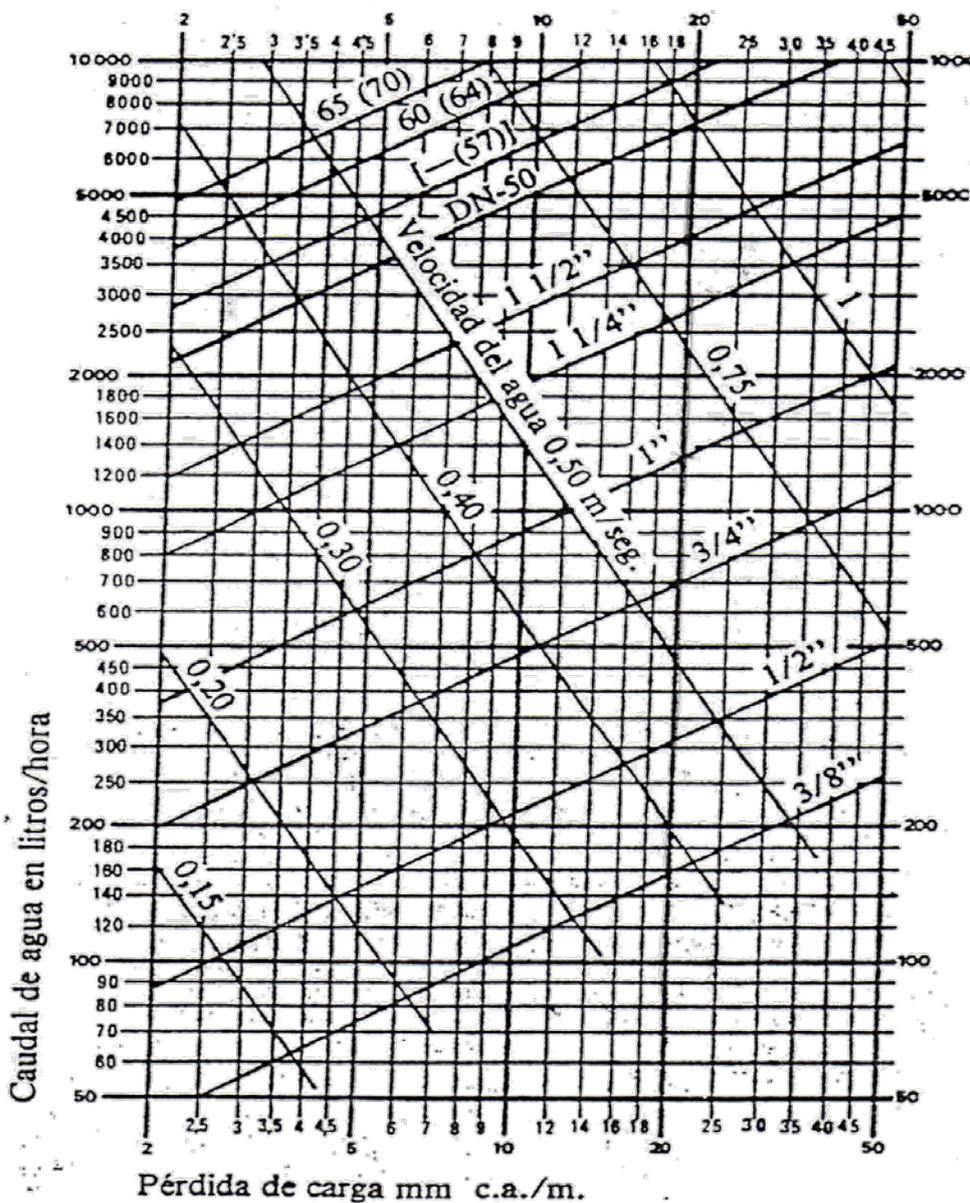
$$Fu_{REF} = \frac{2358kWh}{15kW \cdot 744h} = 21.1\%$$

$$Fu_{CLF} = \frac{2242kWh}{12kW \cdot 744h} = 25.1\%$$

VIII.ANEXOS

ANEXO 10.TABLAS PARA EL CÁLCULO DE PERDIDAS DE PRESION

Tabla 10.1. Perdidas de presión en tuberías de acero negro



VIII. ANEXOS

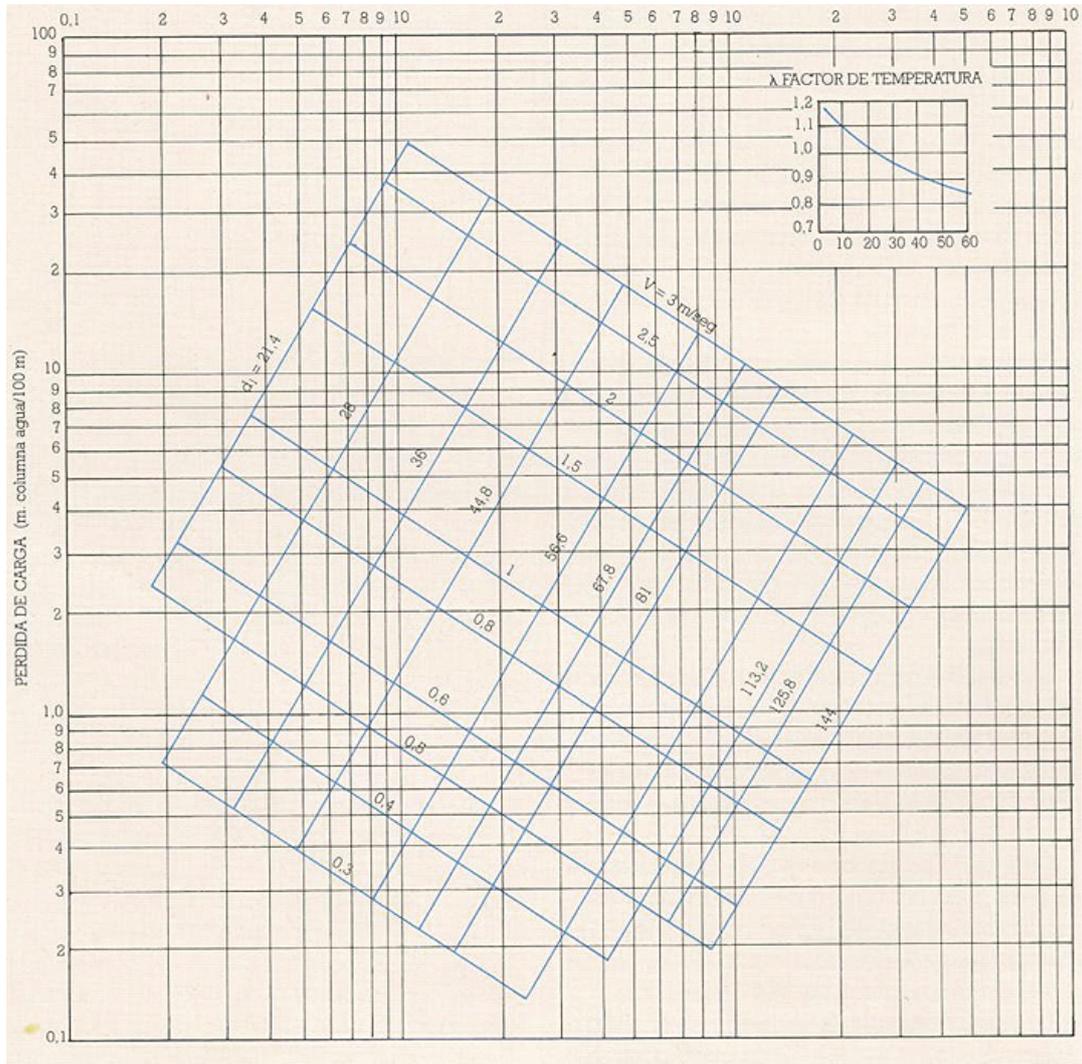
Tabla 10.2 longitudes equivalentes de las pérdidas de carga de elementos singulares

Clase de resistencia aislada	Diámetros de las tuberías (mm)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,69
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,98	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,43
	codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,94	3,99
	"te" de 45°	1,02	0,84	0,90	0,98	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,88	1,80	1,92	2,40	3,00	3,80	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,80	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
	válvula retención de batiente de pistón	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40	4,85	6,80	8,30
	válvula retención paso de escuadra	1,33	1,70	2,32	2,85	3,72	4,67	5,75	6,91	8,40	11,1	12,8	15,4
	válvula de compuerta abierta	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0	42,0	51,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09	1,44	1,70
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80	10,8	13,1
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,80	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
	válvula de asiento de paso recto	—	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	—	—	—	—	—
	intercambiador	—	—	—	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	—	—	—
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70	14,00	15,00
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00	11,00	12,00
	contador	general 4,5 m.c.d.a. individual o divisorio 10 m.c.d.a.											

Nota. Para tuberías lisas ($k = 0,05$ mm) multiplicar los valores del cuadro por 1,40.

VIII.ANEXOS

Tabla 10.3. Abaco para el cálculo de tuberías de plástico (agua fría y agua caliente sanitaria)



ANEXO 11.CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA DE LOS CERRAMIENTOS.

11.1. TRANSMITANCIA TERMICA

11.1.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los *cerramientos* en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. De la misma forma se calcularán los puentes térmicos integrados en los citados cerramientos cuya superficie sea superior a 0,5 m², despreciándose en este caso los efectos multidimensionales del flujo de calor.

La transmitancia térmica U (W/m² K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_t} \quad [11.1]$$

Siendo

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo [m² K/ W].

La resistencia térmica total RT de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R=R_{si}+R_1+R_2+\dots+R_n+R_{se} \quad [11.2]$$

siendo

R₁, R₂...R_n las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión [3]
R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla 2 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W]

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad [11.3]$$

Siendo

e el espesor de la capa [m]. En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de documentos Reconocidos, [W/m K].

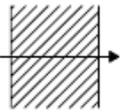
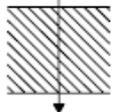
Considerando un cerramiento con caras isotermas, que separan dos ambientes ,también isotermos, el coeficiente total de transmisión térmica es el flujo de calor por unidad de superficie y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes; su fórmula es:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{h_i}} \quad [11.4]$$

Donde $\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$ es la resistencia térmica de los cerramientos en contacto con el aire exterior y cuyo valor viene dado en la siguiente tabla:

Tabla 11. 1. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²K/W

VIII.ANEXOS

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Las **cámaras de aire** pueden ser consideradas por su resistencia térmica, para ello se considerarán:

a) cámara de aire sin ventilar: aquella en la que no existe ningún sistema específico para el flujo del aire a través de ella. Una cámara de aire que no tenga aislamiento entre ella y el ambiente exterior pero con pequeñas aberturas al exterior puede también considerarse como cámara de aire sin ventilar, si esas aberturas no permiten el flujo de aire a través de la cámara y no exceden:

- i) 500 mm² por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
- ii) 500 mm² por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de las cámaras de aires sin ventilar viene definida en la tabla E.2 en función de su espesor. Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Los valores son aplicables cuando la cámara:

- esté limitada por dos superficies paralelas entre sí y perpendiculares a la dirección del flujo de calor y cuyas emisividades sean superiores a 0,8;
- tengan un espesor menor a 0,1 veces cada una de las otras dos dimensiones y no mayor a 0,3 m;
- no tenga intercambio de aire con el ambiente interior

Tabla 11.2. Resistencias térmicas de cámaras de aire en m² K/W

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

b) cámara de aire ligeramente ventilada: aquella en la que no existe un dispositivo para el flujo de aire limitado a través de ella desde el ambiente exterior pero con aberturas dentro de los siguientes rangos:

- i) $500 \text{ mm}^2 < S \text{ aberturas} \leq 1500 \text{ mm}^2$ por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
- ii) $500 \text{ mm}^2 < S \text{ aberturas} \leq 1500 \text{ mm}^2$ por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de una cámara de aire ligeramente ventilada es la mitad de los valores de la tabla anterior

c) cámara de aire muy ventilada: aquella en que los valores de las aberturas exceden:

- i) 1500 mm^2 por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
- ii) 1500 mm^2 por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.

Para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.

La transmitancia térmica U_{MD} (W/m²K) de las medianerías se calculará como un cerramiento en contacto con el exterior pero considerando las resistencias superficiales como interiores.

11.1.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

11.1.2.1.SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Para el cálculo de la transmitancia U_s ($W/m^2 K$) se consideran en este apartado:

CASO 1 soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste

CASO 2 soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

CASO 1

1. La transmitancia térmica U_s ($W/m^2 K$) se obtendrá de la **tabla 3** en función del ancho D de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante R_a calculada mediante la expresión [1] y la longitud característica B' de la solera o losa.

2 .Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal

Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{1/2 \cdot P} \quad [11.5]$$

Para soleras o losas sin aislamiento térmico, la transmitancia térmica U_s se tomará de la columna $R_a = 0$ $m^2 K/ W$ en función de su longitud característica B' .

Para soleras o losas con aislamiento continuo en toda su superficie se tomarán los valores de la columna $D \geq 1,5$ m.

La transmitancia térmica del primer metro de losa o solera se obtendrá de la fila $B' = 1$

Tabla 11.3. Transmitancia térmica U_s en $W/m^2 K$

VIII.ANEXOS

B'	R _a	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R _a (m ² K/W)					R _a (m ² K/W)					R _a (m ² K/W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_s podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 370:1999.

CASO 2

La transmitancia térmica U_s (W/m²K) se obtendrá de la **tabla 11.4** en función de la profundidad z de la solera o losa respecto el nivel del terreno, de su resistencia térmica R_f calculada mediante la expresión **[11.2]**, despreciando las resistencias térmicas superficiales, y la longitud característica B' calculada mediante la expresión **[11.4]**

Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Tabla 11. 4. Transmitancia térmica U_s en W/ m² K

VIII.ANEXOS

B'	0.5 m < z ≤ 1.0 m				1.0 m < z ≤ 2.0 m				2.0 m < z ≤ 3.0 m				z > 3.0 m			
	Rf (m² K/W)				Rf (m² K/W)				Rf (m² K/W)				Rf (m² K/W)			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_s podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 370:1999

11.1.2.2. MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

La transmitancia térmica U_T ($W/m^2 K$) de los muros o pantallas en contacto con el terreno se obtendrá de la **tabla 5** en función de su profundidad z , y de la resistencia térmica del muro R_m calculada mediante la expresión [11.2] despreciando las resistencias térmicas superficiales.

Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal

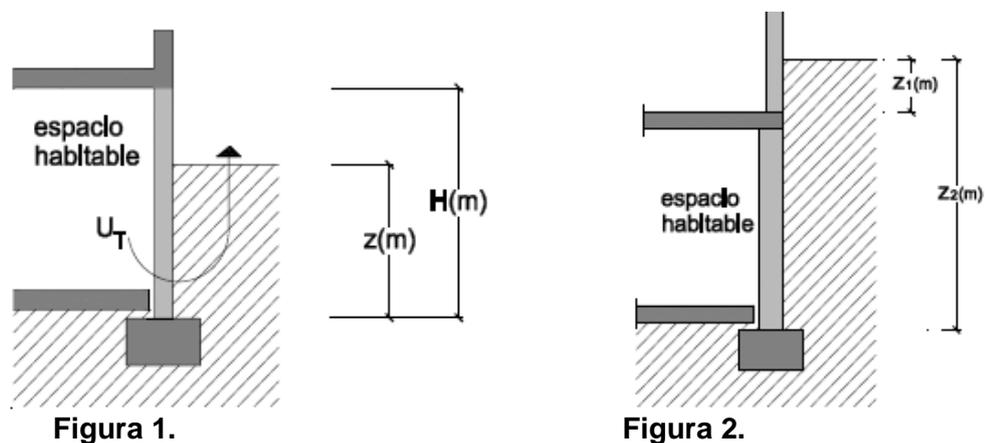


Figura 11.1. Muros en contacto con el terreno

Tabla 11.5. Transmitancia térmica de muros enterrados U_T en $W/m^2 K$

VIII.ANEXOS

Rm (m ² K/W)	Profundidad z de la parte enterrada del muro (m)					
	0,5	1	2	3	4	≥ 6
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

La transmitancia térmica para el primer metro del muro enterrado se obtendrá de la columna z =1m

11.1.2. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

Para el cálculo de la transmitancia U (W/m² K) se consideran en este apartado el caso de cualquier *partición interior* en contacto con un *espacio no habitable* que a su vez esté en contacto con el exterior.

La transmitancia térmica U (W/m² K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U=U_p \cdot b$$

siendo

U_p la transmitancia térmica de la *partición interior* en contacto con el *espacio no habitable*, calculada según el apartado 11.1.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la **tabla 11.6**.

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al *espacio no habitable*) obtenido por la **tabla 11.7** para los casos concretos que se citan o mediante el procedimiento descrito.

Tabla 11. 6. Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en W/m² K

VIII.ANEXOS

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal</i>	0,13	0,13
<i>Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente</i>	0,10	0,10
<i>Particiones interiores horizontales y flujo descendente</i>	0,17	0,17

Se distinguen dos grados de ventilación en función del nivel de estanqueidad del espacio definido en la tabla 11.8:

CASO 1 espacio ligeramente ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 1, 2 o 3;

CASO 2 espacio muy ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 4 o 5.

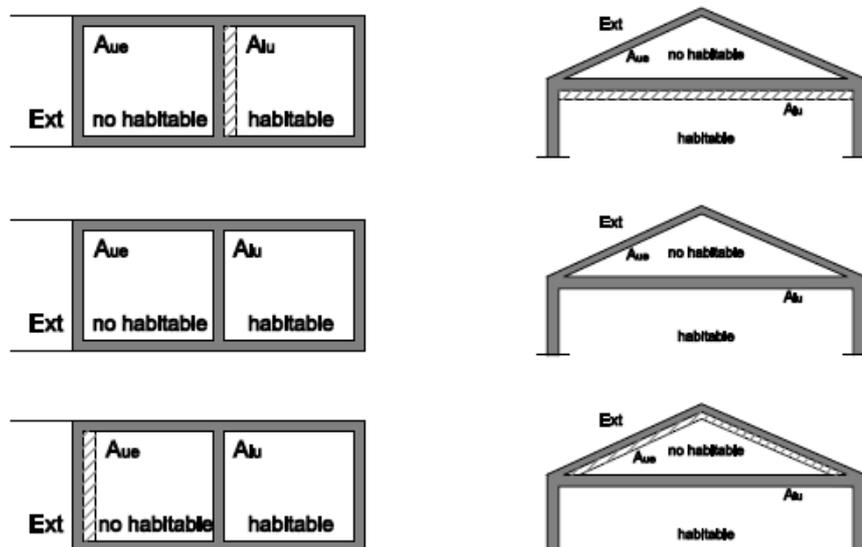


Figura 11.2. Diferentes casos de espacios no habitables

Tabla 11.7. Coeficiente de reducción de temperatura b

VIII.ANEXOS

A_{IU}/A_{Us}	No aislado _{Ue} - Aislado _{Iu}		No aislado _{Ue} -No aislado _{Iu}		Aislado _{Ue} -No aislado _{Iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Tabla 11. 8.Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h-1)

Nivel de estanqueidad		h ⁻¹
1	Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2	Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3	Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4	Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5	Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

11.1.2. HUECOS Y LUCERNARIOS.

La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m² K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} \quad [11.6]$$

Siendo:

$U_{H,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente (W/m² K)

$U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta (W/m² K)

FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

En ausencia de datos, la transmitancia térmica de la parte semitransparente $U_{H,v}$ podrá obtenerse según la norma UNE EN ISO 10 077-1:2001

ANEXO 12.CALCULO DE REFRIGERACION.

Las cargas que tendremos en cuenta serán:

12.1. CARGAS SENSIBLES

12.1.1 CALOR DEBIDO A LA RADIACION SOLAR A TRAVES DE VENTANAS, CLARABOYAS Y LUCERNARIOS

El calor debido a la radiación valdrá:

$$\dot{Q}_{SR} = S \cdot R \cdot f$$

Donde :

S:superficie del elemento transparente

R:radiación solar

f :producto de todos los factores de corrección a que hubiere lugar

VIII.ANEXOS

Para calcular la radiación solar hay que tener en cuenta la orientación de la ventana y elegir la hora solar de cálculo, generalmente entre las 12 y las 16 horas solar y un día determinado que generalmente es el 23 de Julio o el 24 de agosto.la hora solar debe ser la misma para el calculo de toda la carga térmica.

Elegiremos el 23 de Julio que suele ser más caluroso que el 24 de agosto; obtenemos la siguiente tabla de radiación solar:

Tabla 12.1.radiación solar en W/hm²

	Orientación	Hora solar				
		12	13	14	15	16
23 de Julio	S	217	197	138	81	41
	SO	131	258	346	394	374
	O	44	134	308	453	516
	NO	44	44	81	208	330
	horizontal	733	709	639	538	396
	N	44	44	44	40	33
	NE	44	44	44	40	33
	E	44	44	44	40	33
	SE	208	77	44	40	33

Nota: si la ventana tiene marco metálico hay que multiplicar por 1,17 los valores indicados en la tabla.

Se calcula la superficie en metros cuadrados del hueco de la ventana incluida el marco y los listones

Los factores de atenuación son debidos a persianas u otro tipo de parasoles;en nuestro caso no aplicamos ese factor de atenuación ya que no poseemos tales .

12.1.2. CALOR DEBIDO A LA RADIACION Y TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES Y TECHOS

Para calcular esta partida hay que aplicar la formula:

$$\dot{Q}_{STR} = K \cdot S \cdot DTE \quad [12.1]$$

VIII.ANEXOS

Dónde :

K es el coeficiente de transmisión de la pared o techo en W/m^2K

S es la superficie del cerramiento

DTE es la diferencia de temperatura equivalente

La diferencia de temperatura equivalente se trata de un salto térmico corregido para tener en cuenta el efecto de la radiación.

Para saber el DTE de una pared se emplea la tabla 12.2 , donde DE es el producto de la densidad por el espesor del muro:

Tabla 12.2.Diferencia de temperaturas equivalentes en muros

VIII.ANEXOS

Orientación del muro	DE kg/m ²	Hora solar				
		12	13	14	15	16
NE	100	7,4	6,9	6,4	6,9	7,4
	300	10,8	8,1	5,3	5,8	6,4
	500	8,5	8,1	7,4	6,4	5,3
	700	3	5,3	7,4	8,5	7,4
E	100	17,4	10,8	6,4	6,9	7,4
	300	16,9	10,2	7,4	6,9	6,4
	500	13,1	13,6	13,1	10,8	9,7
	700	5,3	8,1	9,7	10,2	9,7
SE	100	15,2	14,1	13,1	10,2	8,5
	300	15,2	14,1	13,6	11,3	9,7
	500	8,5	9,2	9,7	10,2	9,7
	700	3	5,8	7,4	8,1	8,5
S	100	11,9	14,7	16,4	15,2	14,1
	300	6,4	10,8	13,1	13,6	14,1
	500	1,9	4,1	6,4	8,1	8,5
	700	1,9	1,9	1,9	3,6	5,3
SO	100	3	10,2	14,1	18,6	21,9
	300	0,8	4,2	6,4	13,1	17,5
	500	3	3,6	4,2	6,4	7,4
	700	3	3	3	3,6	4,2
O	100	3	7,4	10,8	17,5	21,9
	300	1,9	3,6	5,3	10,2	14,1
	500	3	3,6	4,2	5,3	6,4
	700	4,2	4,7	5,3	5,3	5,3
NO	100	3	5,3	6,4	10,2	13,1
	300	0,8	3	4,2	5,3	6,4
	500	1,9	1,9	1,9	2,5	3
	700	3	3	3	3	3
N	100	1,9	4,2	5,3	6,4	7,4
	300	-0,3	1,3	3	4,2	5,3
	500	-0,3	0,2	0,8	1,3	1,9
	700	-0,3	-0,3	-0,3	0,2	0,8

Nota. Esta tabla es válida (no hay que corregir las DTE) para un $\Delta t = 8\text{ }^\circ\text{C}$, una $ET = 11\text{ }^\circ\text{C}$, para el mes de julio y para la Península Ibérica.

Para saber el DTE del suelo se necesita saber si el techo es soleado, el DE y la hora solar del proyecto, empleándose para ello la tabla 12.3

Tabla 12.3. diferencia de temperaturas equivalentes para techos.

VIII.ANEXOS

	DE kg/m ²	Hora solar				
		12	13	14	15	16
Techo soleado	50	8,1	13,1	17,5	20,8	23,6
	100	8,5	12,5	16,4	19,7	22,5
	200	8,5	12,5	15,2	18,12	0,8
	300	8,5	11,9	14,7	16,91	9,2
	400	8,5	11,9	14,11	5,2	17,5
Techo en sombra	100	3	4,7	6,4	6,9	7,4
	200	0,8	2,5	4,2	5,3	6,4
	300	-0,3	0,8	1,9	3	4,2

El valor de DTE de las tablas 12.2 y 12.3 hay que corregirlas en función de la variación o excursión térmica diaria y el salto térmico. Se dan unos valores que sumaremos o restaremos según el signo al valor del DTE obtenido antes.

Tabla 12. 4. valores de la diferencia de temperaturas equivalentes, DTE, para techos

Temperatura exterior menos temperatura interior, Δt	Excursión (variación) térmica diaria (ET)												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5	-7	-7,5
4	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5
5	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5
6	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5
7	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5
8	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5
9	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5
10	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5
11	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5
12	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5
13	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5
14	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5
15	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5
16	11,5	11	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5

12.1.3. CALOR OBTENIDO A LA TRANSMISION A TRAVES DE PAREDES, TECHOS NO EXTERIORES Y VIDRIOS.

En este apartado se calcula la transmisión de paredes y techos interiores, el suelo y las superficies vidriadas (en A1 solo se calculó la radiación)
Las puertas generalmente no se cuentan y su superficie se incluye en la pared

Este calor lo calcularemos mediante la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_{ST} = S \cdot K \cdot \Delta t \quad [12.2]$$

Donde :

S es la superficie del elemento en m²

K es el coeficiente global en W/m²K

Δt es el salto térmico en °C

Se se trata de una pared o techo colindante con un local refrigerado, esta pared o techo no se cuenta. Si son colindantes con un local no refrigerado, el salto térmico que se utiliza se rebaja en 3°C

12.1.4. CALOR SENSIBLE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACIONES

El local que se acondiciona debe estar exento de entradas de aire caliente del exterior. Sin embargo, cuando se abre puertas o ventanas, o bien a través de fisuras, es inevitable que algo de aire exterior entre en el local.

Para valorar el aire que entra por ventanas o por puertas pueden utilizarse diversas tablas

Este volumen suele estar dado por persona y puerta y/o ventana, el caudal

total, llamado \dot{V}_i

Aplicamos la fórmula:

$$\dot{Q}_{SI} = \dot{V}_i \cdot (\Delta t) \cdot 0,29 \quad [12.3]$$

donde

VIII.ANEXOS

\dot{Q}_{SI} = calor sensible debido a las infiltraciones [Kcal/h]

\dot{V} = volumen de infiltración [m³/h]

Δt =salto térmico [°C]

12.1.5.CALOR SENSIBLE GENERADO POR LAS PERSONAS QUE OCUPAN EL LOCAL.

Nos referiremos al número medio de personas que ocupan el local y no a las personas que pueda haber en un instante determinado.

Tomaremos el calor emitido, en W por las personas de esta manera:

	sensible	latente
Sentado en reposo	70	35
Persona en trabajo físico	150	270

Bastara multiplicar estos valores por el número de personas

A esta partida se la llamará \dot{Q}_{SP}

12.1.6. CALOR GENERADO POR LA ILUMINACION DEL LOCAL

En nuestro caso solo tendremos en cuenta la iluminación del local para el caso de la sala de baile.

La iluminación será fluorescente a la que hay que multiplicar por el factor 1,25 quedando como sigue:

$\dot{Q}_{SIL} = 1,25x$ Potencia eléctrica de iluminación

12.2. CARGAS LATENTES

Calculo de las perdidas latentes.

12.2.1. CALOR LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACIONES.

Con el mismo caudal obtenido en A4 aplicamos la siguiente formula:

$$\dot{Q}_{LI} = \dot{V}_i \cdot \Delta W \cdot 0,72 \quad [12.4]$$

Siendo \dot{V}_i el caudal de las infiltraciones en m³/h

VIII.ANEXOS

ΔW la diferencia de las humedades absolutas en g/kg del aire del exterior menos las del interior del local obtenido en los diagramas psicometricos

12.2.2. CALOR LATENTE GENERADO POR LAS PERSONAS QUE OCUPAN EL LOCAL

La obtenemos con la tabla dada en el apartado A5 y multiplicándolo por el numero de personas

12.2.3. CALOR LATENTE PRODUCIDO POR CUALQUIER OTRA CAUSA

Si consideremos cualquier otro calor latente producido en la instalación, aquí debemos incorporarlo.

La **carga sensible total** será

$$\dot{Q}_S = \dot{Q}_{SR} + \dot{Q}_{STR} + \dot{Q}_{ST} + \dot{Q}_{SI} + \dot{Q}_{SP} + \dot{Q}_{SIL} \quad [12.5]$$

La **carga latente total** será

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_{LI} + \dot{Q}_{LP} \quad [12.6]$$

CALCULO DE LAS PARTIDAS DEL AIRE DE VENTILACION

12.1.9. CALOR SENSIBLE PROCEDENTE DEL AIRE DE VENTILACION

Esta partida la designaremos por \dot{Q}_{SV} en [Kcal/h] y se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$\dot{Q}_{SV} = \dot{V}_V \cdot (\Delta t) \cdot f \cdot 0,29 \quad [12.7]$$

Donde

\dot{V}_V = es el caudal volumetrico de ventilación visto anteriormente [m3/h]

Δt =salto térmico [°C]

f= es el coeficiente de la bateria de refrigeración, llamado factor de by-pass

12.2.4. CALOR LATENTE PROCEDENTE DEL AIRE DE VENTILACION.

Esta partida es la carga correspondiente al aire de ventilación. Se calcula con la formula análoga:

$$\dot{Q}_{LV} = \dot{V}_V \cdot (\Delta W) \cdot f \cdot 0,72 \quad [12.8]$$

VIII.ANEXOS

\dot{Q}_{LV} = es la denominación de esta partida [Kcal/h]

ΔW = es la diferencia de humedades absolutas

f es el de coeficiente la batería de refrigeración, llamado factor de by-pass

La diferencia de humedades se calculan mediante los diagramas psicometricos del aire húmedo.

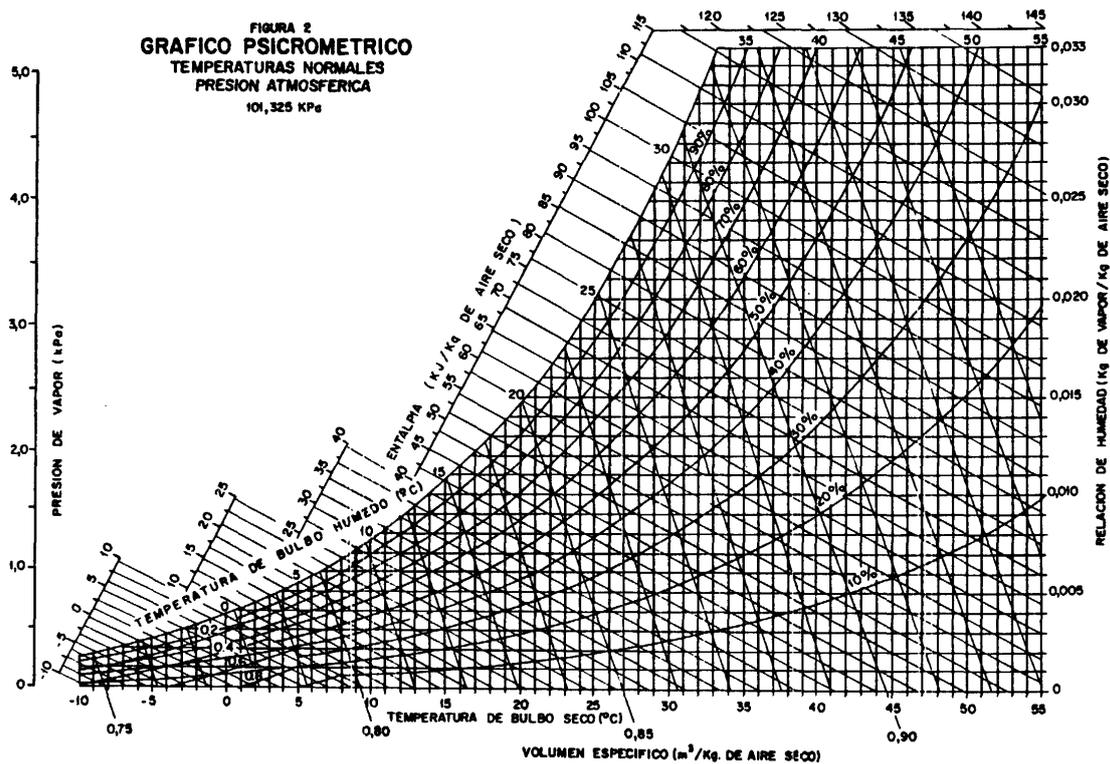


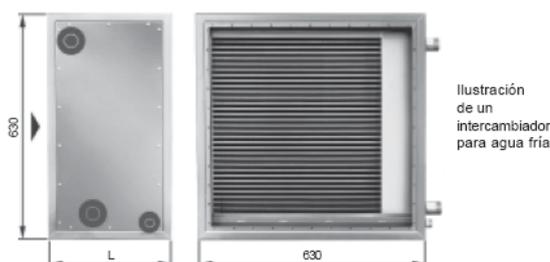
Figura 12.1. Diagrama psicométrico del aire húmedo

ANEXO 13: BATERIA DE FRIO, TABLAS DE POTENCIA KG 40 ESTÁNDAR



Batería de frío Tablas de potencia KG 40 Standard

Intercambiador para agua fría / evaporador directo
 Datos de potencia en evaporador directo para refrigerante R134a, para otros refrigerantes bajo pedido.



Dirección del aire: horizontal para los tipos 7 y 8: L = 500 mm
 horizontal para el tipo 12 L = 630 mm
 vertical: L = 800 mm

Conexiones: en la dirección del aire, a la derecha o a la izquierda

Equipamiento:

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de aluminio.
 Colector de acero.

Evaporador directo con tubos de cobre y láminas de aluminio, distribuidor del refrigerante.

Separador de gotas,
 bandeja de condensación con racor de drenaje lateral, rosca exterior 1/4", receptor de gotas para dirección de aire vertical.

Tipo	Conexiones	Volumen
7	1 1/4"	4,0 l
8	1 1/4"	7,5 l
12	1 1/4"	10,0 l
A	DN 22 Entrada del refriger. DN 28 Salida del refrigerante	3,5l
B	DN 22 Entrada del refriger. DN 30 Salida del refrigerante	5,0l

Presión de trabajo permitida 16 bar

Presión de prueba 30 bar

bajo pedido:

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de aluminio resistentes a la corrosión

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de cobre

Intercambiador para agua fría de acero galvanizado

Intercambiador para agua fría con conexiones de vaciado y purga

Nota:

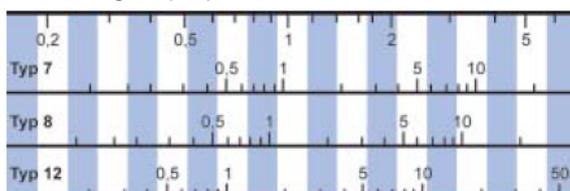
Es preciso dejar espacio suficiente para extraer el intercambiador. Montar un sifón junto al racor de drenaje de condensación.

Resistencia del agua (kPa)

$$w = \frac{0,86 \cdot \dot{Q}}{\Delta t_A} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad \dot{Q} = \text{Potencia en kW}$$

$$\Delta t_A = t_{EA} - t_{SA}$$

Cantidad de agua w (m³/h)



ṽ (m³/h)	1 600	2 400	3 200	4 000					
t _{EA} / t _{SA} °C / °C	t _{EA} °C	Ḡ t _{SA} °C	Ḡ t _{SA} °C	Ḡ t _{SA} °C					
	kW	kW	kW	kW					
Intercambiador para agua fría tipo 7									
4/8	32	15,7	11,9	21,2	13,7	26,1	15,0	30,5	16,0
	28	13,2	11,4	17,8	12,9	21,8	14,0	25,3	14,9
	26	11,6	10,8	15,7	12,2	19,2	13,2	22,3	14,0
	25	10,9	10,5	14,6	11,9	17,9	12,8	10,8	13,6
5/10	32	14,0	13,1	18,9	14,7	23,1	16,0	26,9	16,9
	28	11,5	12,6	15,4	14,0	18,8	15,0	21,8	15,8
	26	9,9	12,0	13,3	13,3	16,2	14,2	18,8	14,9
	25	9,2	11,7	12,3	12,9	15,0	13,8	17,4	14,4
6/12	32	12,2	14,1	16,4	15,7	20,1	16,8	23,3	17,7
	28	9,8	13,6	13,0	14,9	15,8	15,8	18,3	16,5
	26	8,2	13,0	10,9	14,1	13,3	14,9	15,3	15,6
	25	7,5	12,7	9,9	13,7	12,0	14,5	13,9	15,0
Tipo 8									
4/8	32	21,0	5,8	30,3	6,8	38,9	7,7	46,9	8,4
	28	18,1	5,9	25,9	6,8	33,4	7,6	40,0	8,3
	26	16,1	5,8	23,1	6,6	29,5	7,3	35,5	8,0
	25	15,1	5,8	21,7	6,6	27,7	7,2	33,3	7,8
5/10	32	19,4	7,1	27,8	8,1	35,5	8,9	42,7	9,7
	28	16,4	7,2	23,4	8,1	29,8	8,9	35,8	9,6
	26	14,4	7,1	20,5	7,9	26,1	8,6	31,3	9,2
	25	13,4	7,1	19,1	7,9	24,2	8,5	29,1	9,1
6/12	32	17,6	8,4	25,1	9,4	31,9	10,2	38,4	10,9
	28	14,6	8,5	20,7	9,4	26,3	10,1	31,4	10,8
	26	12,6	8,4	17,8	9,2	22,5	9,9	26,9	10,4
	25	11,6	8,4	16,3	9,1	20,6	9,7	24,6	10,3
Tipo 12									
4/8	32	20,8	5,6	30,1	6,4	38,7	7,1	46,8	8,2
	28	18,0	5,6	25,9	6,4	33,2	7,0	40,1	8,0
	26	16,1	5,6	23,2	6,2	29,7	6,8	35,8	7,7
	25	15,2	5,6	21,8	6,2	27,9	6,7	33,7	7,2
5/10	32	19,4	7,1	27,8	7,8	35,7	8,5	43,1	9,0
	28	16,5	7,1	23,6	7,8	30,2	8,4	36,4	8,9
	26	14,6	7,0	20,8	7,7	26,6	8,2	32,1	8,7
	25	13,6	7,0	19,5	7,6	24,8	8,1	29,9	8,5
6/12	32	17,8	8,5	25,5	9,3	32,6	9,9	39,2	10,4
	28	14,9	8,6	21,2	9,2	27,1	9,8	32,5	10,3
	26	13,0	8,5	18,4	9,1	23,4	9,6	28,1	10,0
	25	12,0	8,5	17,0	9,1	21,6	9,5	26,0	9,9
Evaporador directo Tipo A									
Temp. evap. °C	32	15,2	12,0	19,0	14,5	21,8	16,3	23,9	17,7
	28	13,4	10,9	16,8	13,1	19,2	14,7	21,1	15,9
	26	12,2	10,2	15,2	12,3	17,4	13,8	19,1	14,9
	25	11,6	9,9	14,4	11,9	16,5	13,3	18,1	14,3
2,0	32	13,7	13,3	17,2	15,5	19,8	17,1	21,7	18,3
	28	11,8	12,2	14,9	14,2	17,1	15,6	18,8	16,6
	26	10,6	11,6	13,3	13,4	15,3	14,6	16,8	15,6
	25	10,0	11,3	12,5	12,9	14,3	14,2	15,8	15,1
5,0	32	11,8	14,7	14,9	16,6	17,2	18,0	18,9	19,1
	28	10,0	13,8	12,6	15,4	14,5	16,6	15,9	17,5
	26	8,7	13,1	11,0	14,6	12,6	15,7	13,9	16,5
	25	8,1	12,8	10,2	14,2	11,7	15,2	12,9	16,0
Tipo B									
2,0	32	17,5	9,4	22,8	11,7	26,8	13,4	30,0	14,8
	28	15,5	8,7	20,1	10,7	23,7	12,2	26,4	13,4
	26	14,1	8,1	18,3	10,0	21,5	11,4	24,0	12,6
	25	13,4	7,9	17,4	9,7	20,4	11,0	22,8	12,1
5,0	32	15,7	11,0	20,5	13,0	24,2	14,5	27,2	15,7
	28	13,7	10,3	17,8	12,0	21,0	13,3	23,5	14,4
	26	12,2	9,8	15,9	11,4	18,7	12,6	21,0	13,5
	25	11,5	9,6	15,0	11,0	17,6	12,2	19,7	13,1
8,0	32	13,6	12,8	17,8	14,4	21,1	15,7	23,6	16,7
	28	11,5	12,1	15,0	13,5	17,7	14,6	19,9	15,5
	26	10,0	11,6	13,1	12,9	15,5	13,9	17,3	14,7
	25	9,3	11,4	12,2	12,6	14,3	13,5	16,1	14,3

Estado de entrada del aire: 32°C / 40 % h.r., 28°C / 47 % h.r., 26°C / 49 % h.r., 25°C / 50 % h.r.

Nota: temperatura mínima de evaporación 2°C.

ANEXO 14.CALCULO DEL AISLAMIENTO MINIMO EN TUBERIAS.

14.1.PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO

Es válido para potencias nominales instaladas menores o iguales a 70kW donde se facilitan los espesores mínimos de aislamiento térmico de las tablas 14.1 a 14. 5, estos espesores varían en función del diámetro exterior de la tubería o conducto sin aislar y de la temperatura del fluido o aire de la red. Estos espesores son válidos para materiales de aislamiento térmico con una conductividad térmica de referencia a 10 °C **de 0,040 W/(m.K).**

Si se deciden utilizar materiales de aislamiento térmico distintos se deberán calcular los espesores mínimos aplicando las ecuaciones incluidas en el RITE para superficies planas y circulares.

Para Superficie planas:

$$d = d_{ref} \cdot \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \right) \quad [14.1]$$

Para superficies de seccion circular:

$$d = \frac{D}{2} \cdot \left[EXP \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{D + 2 \cdot d_{ref}}{D} \right) - 1 \right] \quad [14.2]$$

λ_{ref} : conductividad térmica de referencia, igual a 0,04 W/(m.K) a 10° C

λ : conductividad térmica del material empleado, en W/(m.K)

d_{ref} : espesor mínimo de referencia, en mm

d : espesor mínimo del material empleado, en mm

D : diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería, en mm

\ln : logaritmo neperiano (base 2,7183...)

EXP : significa el número neperiano elevado a la expresión entre paréntesis

VIII.ANEXOS

Tabla 14.1 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 14.2. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Tabla 14.3 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	-10...0	> 0...10	> 10
$D \leq 35$	30	20	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Tabla 14.4 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios

VIII.ANEXOS

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	>10
$D \leq 35$	50	40	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

Tabla 14.5. Espesores de aislamiento de conductos

	En interiores mm	En exteriores mm
aire caliente	20	30
aire frío	30	50

Otras particularidades del procedimiento simplificado son las siguientes:

- Para los equipos, aparatos y depósitos se deberán de aislar como mínimo con los mismos espesores de aislamiento que los valores dados en las tablas 14.1 a 14.4, para las tuberías que tengan un diámetro exterior superior a 140 mm.
- Para aquellas redes de tuberías que tengan un funcionamiento continuo, como es el caso de redes de agua caliente sanitaria en hoteles y hospitales se incrementarán los espesores de aislamiento térmico 5 mm a los indicados en las tablas 14. 1 a 14.4
- En los casos donde las redes de tuberías que conduzcan alternativamente, fluidos calientes y fríos se obtendrán las condiciones de trabajo más exigente para incorporar el aislamiento térmico.
- En las redes de tuberías de retorno de agua se aislarán igual que las redes tuberías de impulsión.
- Para tuberías de diámetro exterior menor o igual que 20 mm y de longitud menor que 5 metros contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, deberán aislarse con un espesor de 10 mm, evitando, en cualquier caso, la formación de condensaciones. Por tanto en aquellas redes de tuberías de calefacción deberán estar aisladas térmicamente.
- Para evitar la congelación de agua en tuberías expuestas a temperaturas del aire menores que la de cambio de estado se podrá recurrir a estas técnicas:

VIII.ANEXOS

empleo de una mezcla de agua con anticongelante, circulación del fluido o aislamiento de la tubería calculado de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 12241, apartado 6.

- También se podrá recurrir al calentamiento directo del fluido y al calentamiento indirecto mediante «tracedo» de la tubería excepto en los subsistemas solares.
- Para conductos y tuberías que estén instalados en el exterior, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie.
- Para equipos con potencias entre 5 a 70 kW no se requiere una documentación técnica, únicamente la memoria técnica de un instalador autorizado

VIII.ANEXOS

ANEXO 15.TABLA DE CARACTERISTICAS ANTICONGELANTES MAS USUALES.

	VENTAJAS		DESVENTAJAS		OBSERVACIONES
ALCOHOLES					
METANOL	Baja viscosidad, necesitará una bomba de menor potencia	Tiene una alta transferencia de calor, los lazos serán mas cortos	Altamente volátil, inflamables y tóxicos	Mezclado con agua no es inflamable. No es corrosivo	Recomendado
ETANOL	Baja viscosidad, necesitará una bomba de menor potencia	Tiene una alta transferencia de calor, los lazos serán mas cortos	Muy volátil, inflamable. No toxico	Mezclado con agua no es inflamable. Solo puede usarse desnaturalizado y entonces es toxico y corrosivo del polietileno	No recomendado
GLICOLES					
ETILENGLICOL	Refrigeración de automóviles		Toxico		No recomendado
PROPILENGLICOL		Menos toxico que el etilenglicol	Coste 10 veces mas elevado que el metanol	Alta viscosidad, bajo coeficiente de transferencia de calor	Recomendado cuando no se permite el uso de metanol por regulaciones ambientales
SALES					
CLORURO SODICO	Utilizado en la industria		Muy corrosivo	Aditivos para inhibir la corrosión y mantener el pH	No recomendado
CLORURO CALCICO	Utilizado en la industria		Muy corrosivo	Aditivos para inhibir la corrosión y mantener el pH	No recomendado
ACETATO DE POTASIO	Utilizado en la industria		Baja tensión superficial	Fuga a través de empaquetaduras y juntas de las tuberías	No recomendado