



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA



“ESTUDIO DE INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES MEDIANTE BOMBA DE CALOR PARA LA CLIMATIZACIÓN DEL POLIDEPORTVO DE NAZARET.”

AUTOR:  LUIS NOBLEJAS ARNALDOS

TUTOR: ALFREDO QUIJANO LOPEZ

COTUTOR:  JUAN PABLO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ

Curso Académico: 2018-19 



INDICE GENERAL

- **MEMORIA**

ANEXO 1: CALCULOS

ANEXO 2: INVENTARIO

- **PLIEGO DE CONDICIONES**

- **PRESUPUESTO**

- **PLANOS**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Grado de Ingeniería de la Energía
Trabajo Final de Grado
LUIS NOBLEJAS ARNALDOS



MEMORIA

INDICE

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO	4
2. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA	5
2.1. Motivación	9
2.2. Antecedentes	10
2.3. Justificación	10
2.4. Alcance	11
3. NORMATIVA.....	12
3.1. Normativa europea	12
3.2. Normativa estatal	12
3.3. Normativa regional	15
4. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y SOLUCIONES AL PROBLEMA	16
4.1. Soluciones tradicionales al problema de la climatización	16
4.2. Ámbito de aplicación de energías renovables para climatización.....	16
4.3. Bomba de calor	17
4.3.1. <i>Definición y funcionamiento de una bomba de calor</i>	17
4.3.2. <i>Eficiencia de una bomba de calor (COP)</i>	18
4.3.3. <i>Tipos de bombas de calor</i>	19
4.4. Deshumectación mediante bomba de calor	20
4.5. Climatización mediante bomba de calor común o aerotermia	21
4.6. Climatización mediante bomba de calor con intercambiador de calor subterráneo o geotermia.....	23
4.7. Climatización mediante bomba de calor con intercambiador de calor en aguas residuales	26
5. CARGAS DEL POLIDEPORTIVO	29
5.1. Demandas de gas natural	29
5.2. Demandas de electricidad	30
5.3. Resumen de cargas	32
6. JUSTIFICACIÓN DE LA DECISIÓN TOMADA.....	33



7. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN	34
7.1. Potencias pico	34
7.2. Bomba de calor	34
7.3. Sondas.....	34
7.4. Sistema de calefacción.....	34
7.5. Sistema de frio	35
7.7. Sistema de deshumectación	35
8. VIABILIDAD DEL PROYECTO	36
8.1. Estudio técnico-económico.....	36
8.1.1. <i>Situación inicial</i>	36
8.1.2. <i>Situación futura</i>	37
8.1.3. <i>Resultados obtenidos</i>	38
8.2. Estudio medioambiental	39
8.3. Estudio social.....	39
9. CONCLUSION	40
10. BIBLIOGRAFÍA	41

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Actualmente nos encontramos en un proceso de renovación constante de numerosas infraestructuras que, con el paso del tiempo y la aparición de nuevas tecnologías, han quedado obsoletas ya sea desde el punto de vista económico, tecnológico o medioambiental.

Las energías renovables nos proporcionan una fuente de energía ilimitada, accesible para gran parte de los consumidores y respetuosa con el medio ambiente. A estas razones, se le añade el aumento del precio del kWh de la electricidad en nuestro país debido a los peajes de acceso a pagar por los consumidores.

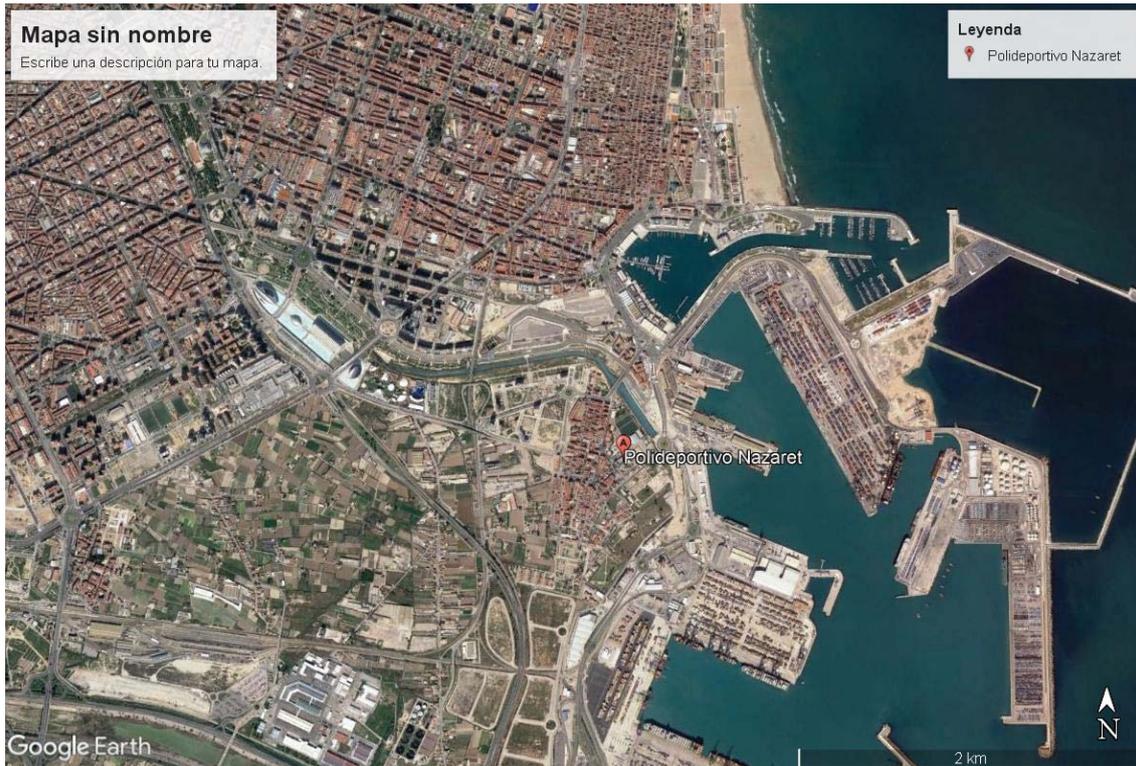
Consecuencia de todo lo anterior, cada vez más consumidores optan por las energías renovables, ya sea para conseguir un autoconsumo total o bien para reducir de forma sustancial determinados consumos.

El objetivo principal de este proyecto académico es el de estudiar la incorporación de geotermia e intercambiador de calor con aguas residuales mediante bomba de calor para satisfacer la demanda térmica del Polideportivo de Nazaret: calor, frío, deshumectación ambiental, ACS y calentamiento de piscina.

El proyecto incluirá la determinación de las distintas demandas térmicas, la forma de gestionar ambos recursos conjuntamente de la manera más eficiente, el dimensionado y diseño del sistema, y la definición de un programa de pruebas para la instalación una vez implementada.

2. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

El centro que se va a estudiar en este proyecto será el polideportivo del barrio de Nazaret, situado en Carrer de Fernando Morais de la Horra, s/n, 46024, situado al sur de la ciudad de Valencia.



*Imagen 2.1. Ubicación del Polideportivo Nazaret.
Fuente: Google Earth Pro*

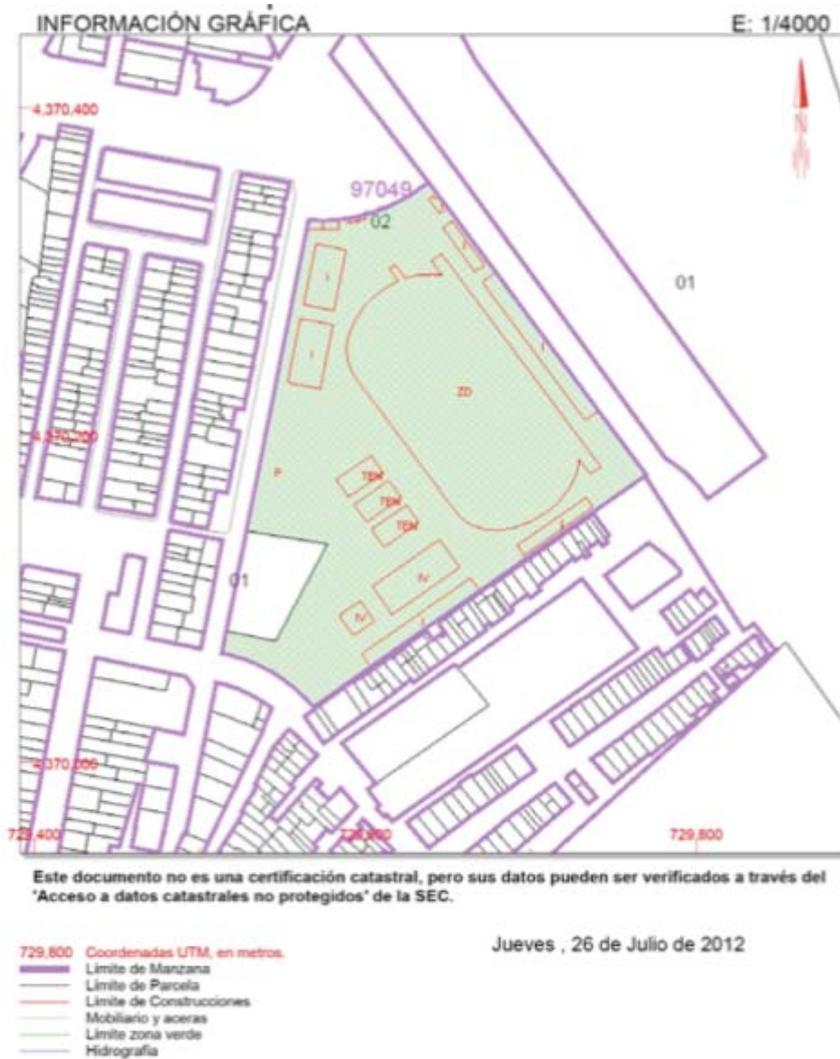


Imagen 2.2. Ubicación del Polideportivo Nazaret.
Fuente: Auditoría energética 2012 (Alvarez, 2012)

TIPOLOGÍA	Complex Esportiu
SITUACIÓN GEOGRÁFICA	Valencia. Zona climatológica B3
ORIENTACIÓN GENERAL	Según vista aérea adjunta
SUPERFICIES	S. Parcela: 41.132 m ² S. Construida: 20.469 m ² S. Habitable: 11.085,87 m ² S. Auditada: 20.469 m ²
TEMPORADA	Operación general durante todo el año

*Imagen 2.3. Características del polideportivo.
 Fuente: Auditoría energética 2012 (Alvarez, 2012)*

El Polideportivo de Nazaret cuenta con 4 edificios.

El primero es un pabellón cubierto que dispone de una pista polideportiva, gradas, vestuarios y una sala de judo.

El segundo edificio dispone de una pista techada, vestuarios, gimnasio, cafetería y sala de reuniones.

El tercer edificio dispone de una piscina cubierta, gimnasio, sala de reuniones, vestuarios y gradas.

El cuarto edificio dispone de una piscina de verano (sin climatizar), vestuarios y conserjería.



*Imagen 2.4. Vista general Polideportivo Nazaret.
Fuente: Goolzom 2012.*

La climatización de un recinto tan grande como el Polideportivo de Nazaret supone una demanda térmica muy importante. Dicha demanda se está cubriendo actualmente con 2 calderas de gas, las cuales son las encargadas de satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (ACS), sistemas de calefacción de todas las estancias del polideportivo y el calentamiento de los vasos de las piscinas.

El resto de las demandas térmicas, tanto la de deshumectación como la de frío, son cubiertas por una deshumectadora y splits de frío respectivamente, los cuales funcionan con electricidad.

La calefacción mediante caldera consiste en quemar el gas natural dentro de la caldera de modo que éste caliente los circuitos de agua que circulan por su interior, seguidamente el agua caliente será impulsada por una bomba de circulación hasta los distintos sistemas de calefacción de las zonas a climatizar.

La caldera de gas es una opción muy utilizada sobre todo en grandes recintos, ya que permite un calentamiento rápido y homogéneo del agua mediante la combustión del gas natural. Además, tenemos la posibilidad de regular la temperatura mediante un termostato con el fin de controlar el consumo.

Económicamente una caldera de gas presenta una solución bastante viable, ya que no supone una inversión inicial demasiado elevada en comparación con su vida útil, la cual es bastante superior al de otros sistemas de calefacción. La vida útil de una caldera de gas estándar es de unos 12 a 15 años. Hay que destacar también que es el recurso con el precio más bajo del mercado y que además su precio se mantiene estable.

En el aspecto medioambiental, la combustión del gas natural es una combustión limpia que no genera emisiones y es seguro.

Sin embargo, no todo son ventajas en lo que se refiere al gas natural, ya que se trata de un combustible fósil limitado que, al igual que otros como pueden ser el carbón o el petróleo, llegará el momento en el que se agotará.

Las calderas de gas, pese a ser bastante económicas, necesitan de un elevado mantenimiento y deben limpiarse habitualmente para evitar posibles atascos o averías. Un mal mantenimiento o una caldera sucia puede llegar a producir accidentes, fugas o un deterioro de la vida útil de la caldera.

Decir también, que la imprevisibilidad del entorno económico actual y el hecho de que sea un recurso limitado pueden hacer que varíe considerablemente el precio del gas natural en un periodo a medio o largo plazo.

2.1. Motivación

Como futuro ingeniero energético, la situación actual de la climatización del Polideportivo de Nazaret me dio que pensar. Este proyecto ha sido una oportunidad muy buena para poder aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del Grado de Ingeniería de la Energía, así como también me ha dado la oportunidad de poder adquirir un orden de magnitud de los problemas que se suelen dar en la vida real.

A pesar de que la climatización del polideportivo actualmente es cubierta de una forma bastante eficiente y medioambientalmente correcta (las únicas emisiones son las que se derivan de la producción de la electricidad que consumen) existía la posibilidad de realizar varias mejoras tanto en el aspecto energético, como económico y medioambiental.

Uno de los factores claves para la ejecución de este proyecto es la vida útil de las calderas actuales, la cual está llegando a su fin. Debido a esto, se nos presenta la oportunidad de sustituir esas calderas por otro sistema de climatización más eficiente, utilizando energía limpia, ya sea mediante una tecnología de aerotermia, geotermia o intercambiador de calor con aguas residuales.

La implementación de un sistema de climatización mediante intercambio de calor con el aire, la corteza terrestre o las aguas residuales se realiza mediante una bomba de calor. El único consumo energético de la bomba de calor es la energía eléctrica necesaria para el proceso de compresión. De esta forma suprimimos todo el consumo de gas natural por un aumento en el consumo eléctrico.

2.2. Antecedentes

En España, la climatización mediante sistemas de geotermia todavía no se ha asentado de forma estable. Pese a presentar unos resultados muy satisfactorios para calefacción, refrigeración, agua caliente e incluso para la generación de electricidad. Las instalaciones geotérmicas se reducen a viviendas particulares, unifamiliares o bien a sistemas de prueba para la toma de datos y la mejora de dichas instalaciones. Un ejemplo puede ser el intercambiador tierra-aire que se ha sido instalado en el complejo militar de Daoiz y Velarde de Madrid (Ramos, 2016). Este sistema de captación es el más grande de toda Europa, formado por 33 intercambiadores verticales de 157 metros de profundidad.

En segundo sistema propuesto en este proyecto consiste en la instalación de un intercambiador de calor que aproveche la temperatura de las aguas residuales, como pueden ser los sistemas de alcantarillado. Este sistema representa una novedad en nuestro país, ya que no hay precedentes de otros estudios realizados con estas instalaciones en España. Sin embargo, se tomará como punto de partida varios estudios realizados en Francia, en los cuales se utiliza la temperatura de las aguas circulantes por los sistemas de alcantarillado como fuente de energía para sistemas de climatización con bomba de calor.

2.3. Justificación.

El proyecto pretende abarcar la totalidad de los consumos generados por la climatización del polideportivo, tanto la demanda térmica de calor como es el ACS, el calentamiento de los vasos de la piscina, calefacción de las dependencias y calefacción de la zona de la piscina, como la demanda térmica de frío necesaria para la deshumectadora, el aire acondicionado de las dependencias y el aire acondicionado de la zona de la piscina.

Finalmente quiero mencionar que, el objetivo principal de este proyecto es el de la incorporación de energías renovables para la climatización, por tanto, cualquier otra alternativa que no incluya la implementación de energías renovables ha sido descartada, las opciones que se han elegido serán explicadas y evaluadas frente a otras opciones, también mediante el uso de energías renovables, con el fin de argumentar nuestra decisión.

2.4. Alcance

Las energías renovables suponen una fuente de energía limpia ya que no generan emisiones de ningún tipo, son recursos inagotables, es decir, se renuevan constantemente. El avance en las tecnologías para el aprovechamiento de energías renovables ha sido muy notable en los últimos años, si a este factor le añadimos que poco a poco las fuentes de energía convencionales como pueden ser el carbón, el petróleo, el gas natural y otros combustibles fósiles se están agotando y que el precio de la luz en España cada vez aumenta mas, las energías renovables entran en juego como una opción eficiente, económica y de larga duración.

El propósito de este proyecto es el de sustituir una fuente de energía fósil, como lo es el gas natural, por una fuente de energía renovable para satisfacer las demandas de climatización del polideportivo. Sería erróneo decir que las energías renovables sustituirán al gas natural en su totalidad, ya que la bomba de calor tiene un consumo eléctrico adicional. Sin embargo, precisamente la implantación de las energías renovables, como veremos mas adelante, reduce ese consumo eléctrico notablemente en comparación con otros sistemas de climatización eléctricos.

Finalmente, hay que mencionar que la Directiva Europea y la Ley del Cambio Climático están impulsando el sector de las energías renovables, fijándose en un 32 % de renovables respecto la energía total producida en Europa par 2030. A nivel nacional, este porcentaje aumenta a un 35 %. (Europea, 2018)

3. **NORMATIVA**

3.1. Normativa europea

- 2007. El Consejo Europeo de Jefes de Estado y Gobierno, de marzo, decide establecer objetivos obligatorios para la UE a fin de que en el año 2010 se cubra el 20% del consumo de energía a partir de fuentes renovables.
- 2008. La Comisión Europea presenta el 23 de enero, el paquete de energía y cambio climático que incluye la Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables
- 2008. El Parlamento Europeo aprueba el 17 de diciembre una propuesta de Directiva relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables que reconoce la geotermia como una energía renovable más. Dispone que la energía geotérmica captada por las bombas de calor se incluirá dentro del cálculo de consumo final bruto de energía procedente de fuentes renovables para calefacción y refrigeración.
- Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables. Se reconoce a las tecnologías geotérmicas en los términos aprobados por el Parlamento Europeo.
- 2010. Directiva 2010/3/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo, relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios

3.2. Normativa estatal

- Ley 54/1980, de 5 de noviembre, de modificación de la Ley de Minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos.
- Instrucción Técnica Complementaria ITC 06.0.01. Trabajos especiales, prospecciones y sondeos. Prescripciones Generales
- Instrucción Técnica Complementaria ITC 06.0.02. Trabajos sísmicos.
- Instrucción Técnica Complementaria ITC 06.0.03. Ejecución de sondeos con torre
- Instrucción Técnica Complementaria ITC 06.0.06. Aprovechamiento de recursos geotérmicos.

- Instrucción Técnica Complementaria ITC 06.0.07. Seguridad en la prospección y explotación de aguas subterráneas.
- Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba del Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía de régimen especial
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- UNE-EN 378-1:2017. Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales. Parte 1: Requisitos básicos, definiciones, clasificación y criterios de elección.
- UNE-EN 378-2:2017. Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales. Parte 2: Diseño, fabricación, ensayos, marcado y documentación.
- UNE-EN 378-3:2017. Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales. Parte 3: Instalación in situ y protección de las personas.
- UNE-EN 378-4:2017. Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales. Parte 4: Operación, mantenimiento, reparación y recuperación.
- UNE-EN 1751:2014. Ventilación de edificios. Unidades terminales de aire. Ensayos aerodinámicos de compuertas y válvulas.

- UNE-EN ISO 7730:2006. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).
- UNE-EN 12097:2007. Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de los sistemas de conductos.
- UNE-CEN/TR 12108:2015 IN. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- UNE-EN 12237:2003. Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica.
- UNE-EN 12502-3:2005. Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua. Parte 3: Factores que influyen para materiales férricos galvanizados en caliente.
- UNE-EN 12599:2014. Ventilación de edificios. Procedimientos de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados.
- UNE-EN 13053:2007+A1:2012. Ventilación de edificios. Unidades de tratamiento de aire. Clasificación y rendimientos de unidades, componentes y secciones.
- UNE-EN 13779:2008. Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.
- UNE-EN 14336:2005. Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- Real Decreto 742/2013, de 27 de septiembre, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas.
- UNE 100030:2017. Prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.

- UNE-EN 13451-3:2012+A3:2016. Equipamiento para piscinas. Parte 3: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo específicos adicionales para los dispositivos de entrada y salida de agua/aire y para los elementos de ocio acuático que utilicen agua/aire.

3.3. Normativa regional

- Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.

Toda esta normativa se ha obtenido de las siguientes fuentes: (BOE, Boletín Oficial del Estado, s.f.) (BOE, Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, 2013).

4. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y SOLUCIONES AL PROBLEMA

4.1. Soluciones tradicionales al problema de la climatización

Actualmente, la climatización y la demanda de ACS de edificios y estancias se puede llevar a cabo mediante distintas tecnologías.

La climatización se puede llevar a cabo mediante electricidad, a través de calentadores eléctricos o radiadores eléctricos. Este tipo de climatización permite un mayor calentamiento del agua y del aire, proporcionando un confort térmico muy bueno. Su principal inconveniente, es el elevado precio del kilovatio eléctrico en nuestro país, siendo el recurso más caro de todos, además su precio depende de otros factores externos que hacen que su precio sea bastante inestable.

Otro sistema de climatización muy utilizado es la calefacción mediante calderas de gas. El principio de funcionamiento de una caldera de gas consiste en generar calor mediante la combustión del propio gas, dicho calor es transmitido por el edificio a través de un circuito de agua. La calefacción por caldera de gas ya sea gas natural, butano o propano, nos proporciona un calentamiento rápido debido a las altas temperaturas que se dan en la combustión de los gases. Tanto el precio del gas natural, como el butano, como de las mismas calderas de gas son bastante asequibles por lo que o hace una opción bastante económica para obtener una climatización rápida. Los principales problemas de estas calderas son su elevado mantenimiento y el riesgo que puede suponer el uso del gas butano.

Cabe citar, que también existen otras calderas que utilizan biomasa para generar calor, pero han sido descartadas por la enorme cantidad de biomasa requerida y el elevado coste de mantenimiento de una caldera de este tipo.

4.2. Ámbito de aplicación de energías renovables para climatización.

En el ámbito de la climatización, las temperaturas requeridas para obtener un grado de confort térmico aceptable no son muy elevadas, ya que el confort térmico de una estancia puede oscilar entre los 20°C – 25°C. En cuanto al ACS, una temperatura óptima sería de unos 40°C.

Estas temperaturas son fácilmente alcanzables mediante energías renovables si se combinan con la tecnología adecuada.

4.3. Bomba de calor

4.3.1. Definición y funcionamiento de una bomba de calor.

La tecnología más adecuada para este tipo de casos es la bomba de calor.

Una bomba de calor es una máquina térmica que cede calor desde un foco frío a un foco caliente mediante el trabajo aportado por un compresor (Herrero, 2016).

El calor cedido por el foco frío llega al evaporador donde calienta el fluido refrigerante hasta que éste se evapora. Una vez en estado gaseoso se comprime, aumentando así su presión y su temperatura. El gas, comprimido y caliente pasa por el condensador, donde cede calor al foco caliente hasta condensarse por completo. Finalmente, el líquido condensado se expande a través de una válvula de expansión y vuelve al evaporador.

Actualmente los sistemas más utilizados son las llamadas bombas de calor reversibles, las cuales funcionan tanto como una bomba de calor como una máquina frigorífica. Esto se consigue mediante la incorporación de una válvula inversora, cuya función es la de cambiar el sentido del fluido refrigerante de forma que se revierta el ciclo mencionado anteriormente, dando lugar al ciclo de refrigeración en el que el evaporador de la bomba de calor haga la función del condensador y el condensador realiza la función del evaporador.

Este hecho hace de la bomba de calor un sistema muy útil y versátil, ya que tiene la capacidad de realizar una doble función con una sola máquina. Por tanto, a partir de ahora se entenderá la bomba de calor como una máquina térmica reversible.

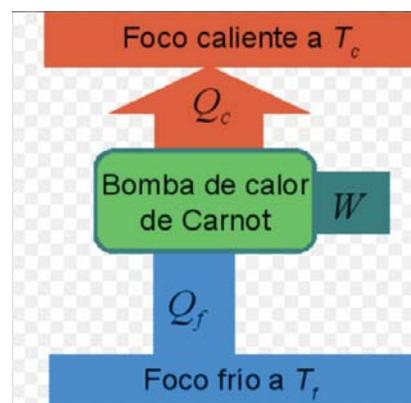


Imagen 4.1. Funcionamiento básico de una Bomba de Calor.

Fuente: Laplace.us.es.

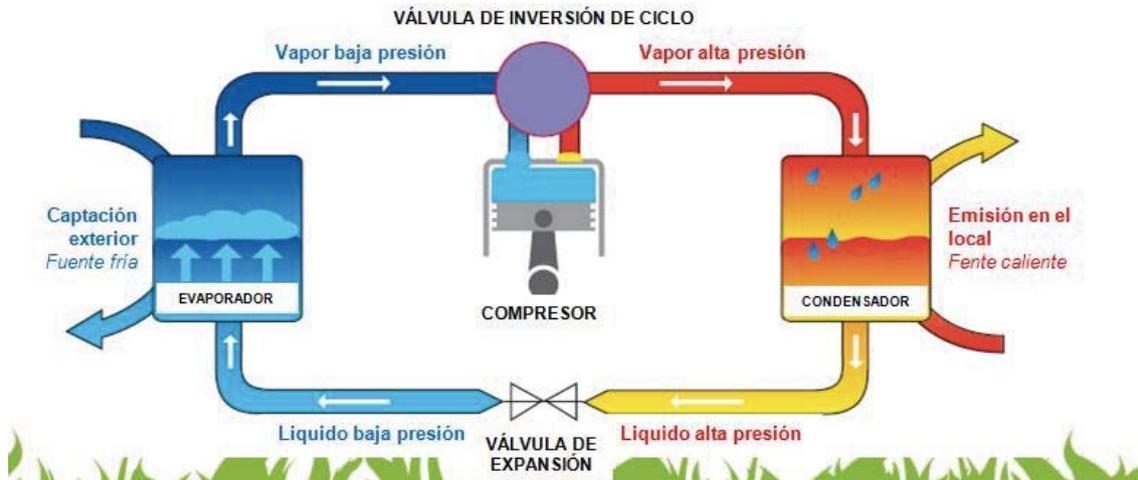


Imagen 4.2. Ciclo de la Bomba de Calor reversible.
 Fuente: ClimatiMadrid.com

4.3.2. Eficiencia de una bomba de calor (COP)

En una bomba de calor no existe un rendimiento propiamente dicho, ya que no son máquinas que generen o transformen energía, sino que simplemente la transportan de un foco a otro (efENERGIA, s.f.). Es por eso por lo que el rendimiento de una bomba de calor suele alcanzar valores mayores al 100%, lo que técnicamente no se debe definir como un rendimiento sino como una eficiencia. Es decir, si una bomba de calor tiene una eficiencia de 4 significa que por 1 kWh de electricidad genera 4 kWh de calor.

Para las bombas de calor reversibles, el coeficiente de eficiencia recibe el nombre de COP (Coefficient of Performance). En el caso de las bombas de calor reversibles, tenemos dos eficiencias, COP de frío, COP de calor.

$$COP_{calor} = \frac{Q_c}{W} = \frac{Q_c}{Q_c - Q_f} = \frac{T_c}{T_c - T_f} = \frac{1}{1 - \frac{T_f}{T_c}} \quad (4.1.)$$

$$COP_{frío} = \frac{Q_f}{W} = \frac{Q_f}{Q_c - Q_f} = \frac{T_f}{T_c - T_f} = \frac{1}{\frac{T_c}{T_f} - 1} \quad (4.2.)$$

Como vemos en las ecuaciones 4.1. y 4.2. el COP de la bomba de calor depende de la diferencia de temperaturas entre el foco caliente y el foco frío. Por lo tanto, para el funcionamiento como bomba de calor generalmente se utilizará como foco caliente el ambiente exterior. Mientras que para el funcionamiento como máquina frigorífica, el foco caliente será el ambiente interior, del cual se pretende disipar el calor al exterior.

Concluimos que, para optimizar al máximo posible la eficiencia de la bomba de calor, debemos encontrar una fuente de energía externa que presente una temperatura ni muy fría ni muy caliente y que además permanezca constante a lo largo de todo el año.

Dependiendo del fabricante, el COP de una bomba de calor reversible oscila entre 4 y 5.

4.3.3. Tipos de bombas de calor

Las bombas de calor no solo toman como fuente de energía el aire exterior del ambiente, sino que también pueden aprovechar la energía del subsuelo, de corrientes de agua subterráneas o de aguas residuales. A su vez, el condensador puede ceder calor a distintos fluidos dependiendo del sistema de climatización de cada zona o del tipo de demanda que se quiera satisfacer. Con todas estas consideraciones, podemos distinguir los siguientes tipos (negriza.com, 2014):

- ***Bomba de calor aire-aire:*** utiliza el aire exterior como fuente de energía y el condensador aporta calor a una corriente de aire interior de la zona a climatizar. Este tipo de bombas de calor son las más comunes ya que presentan un precio asequible en comparación a las demás y la fuente de energía tiene una disponibilidad total.
- ***Bomba de calor aire-agua:*** utiliza el aire exterior como fuente de energía y el condensador aporta calor a una corriente de agua que circula hasta los sistemas de climatización por agua. Es muy utilizada para sistemas de calefacción mediante fancoils agua-aire, radiadores de agua caliente o sistemas de suelo radiante.
- ***Bomba de calor agua-aire:*** utiliza como fuente de energía una corriente de agua cercana, como puede ser un río o una corriente de agua subterránea o un sistema de alcantarillado y el condensador aporta calor a una corriente de aire que se distribuye por el interior de la zona a climatizar.
- ***Bomba de calor agua-agua:*** utiliza como fuente de energía una corriente de agua superficial, subterránea o aguas residuales y el condensador aporta calor a una corriente de agua que circula hasta llegar a los sistemas de climatización por agua. Las bombas de calor que utilizan agua como fuente de energía presentan un mejor COP, puesto que la temperatura de las corrientes de aguas permanece casi constante a lo largo de todo el año.

- **Bomba de calor tierra-aire:** utiliza como fuente de energía el calor interno del subsuelo y el condensador aporta calor a una corriente de aire que se distribuye por el interior de la zona a climatizar.
- **Bomba de calor tierra-agua:** utiliza como fuente de energía el calor interno del subsuelo y el condensador aporta calor a una corriente de agua que circula hasta los sistemas de climatización. Al igual que las bombas de calor de agua, éstas presentan la ventaja de que la temperatura del subsuelo presenta una variabilidad muy pequeña a lo largo de todo el año. Estas bombas de calor se utilizan en las llamadas instalaciones de climatización geotérmicas.

4.4. Deshumectación mediante bomba de calor

En el polideportivo nos encontramos con una demanda extra capaz de solventarse mediante una bomba de calor, esta es la demanda del equipo de deshumectación del edificio C, donde se ubica el recinto de la piscina.

En los recintos de piscinas, el nivel de humedad en el ambiente es muy elevado. Una zona con una humedad demasiado elevada puede provocar problemas de proliferación de moho u hongos entre otros, lo cual no parece una situación ideal para una zona de uso público como puede ser una piscina. Actualmente, el polideportivo cuenta con una deshumectadora para controlar la humedad del recinto de este edificio (Zamora Garcia, 2014).

En este caso el equipo de deshumectación funciona mediante la recuperación del calor de condensación del aire.

La deshumectadora absorbe el aire húmedo del ambiente a climatizar y lo lleva a un evaporador, éste realiza la función de enfriar el aire facilitando la condensación del vapor de agua contenido en el mismo, el aire que sale del evaporador es un aire más frío, pero seco. A continuación, el aire frío y seco pasa por un condensador, el cual calienta el aire hasta una temperatura mas o menos similar a la de la corriente de aire entrante del exterior. Una vez calentado el aire seco, éste es impulsado a la zona mediante unos ventiladores.

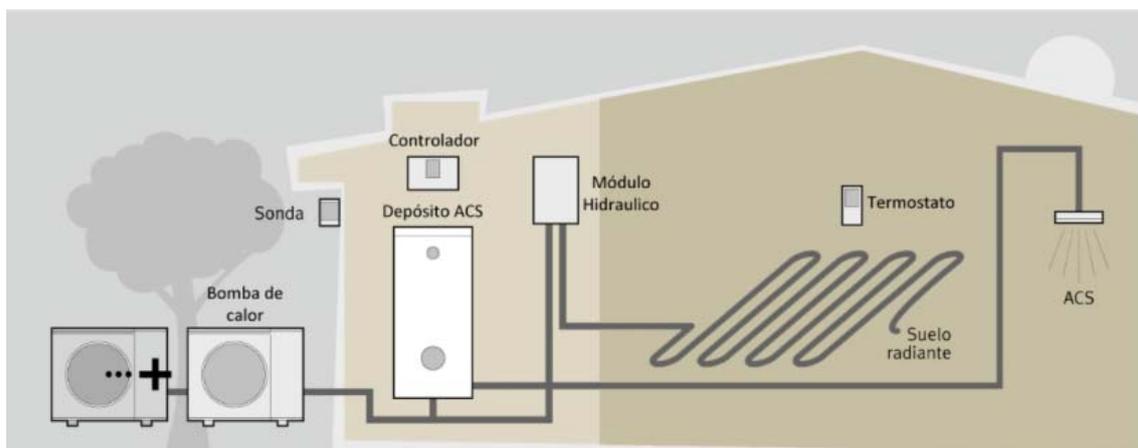
La deshumectadora actual tiene incorporada un ciclo frigorífico interno, este ciclo frigorífico es el encargado de refrigerar el aire y condensar el vapor de agua del caudal de aire entrante. Como se ha visto en el apartado anterior, la bomba de calor puede desempeñar la función de máquina frigorífica, por tanto, se sustituirá la deshumectadora actual con maquina frigorífica incorporada por otra deshumectadora que conecte las baterías de frío y calor con los focos frío y caliente respectivamente de la propia bomba de calor.

4.5. Climatización mediante bomba de calor común o aerotermia

La primera solución a estudiar para resolver el problema presentado en el polideportivo será la implantación de un sistema de climatización mediante bomba de calor común, también conocido como aerotermia. La climatización mediante bomba de calor común es el sistema más utilizado debido a que su fuente principal de energía es el aire exterior, lo que no supone ningún coste de acceso a esta energía, además de ser una fuente de energía ilimitada y limpia.

En este tipo de sistemas se toma el calor del aire para calentar el líquido refrigerante del evaporador de la bomba de calor y así dar lugar al ciclo de la bomba de calor que se ha mencionado anteriormente (Imagen 4.2.).

En el caso del ACS el líquido refrigerante del condensador, que se encuentra en estado gaseoso, a alta presión y temperatura, cede calor a una corriente de agua de circulación que se calienta y se envía a un acumulador desde el cual se realiza toda la distribución de agua caliente hasta los distintos puntos de consumo, como pueden ser duchas, lavabos y piscinas.



*Imagen 4.5.1. Sistema de ACS con bomba de calor común.
 Fuente: Arsenalsumpremo.com*

En el caso de la climatización, el sistema puede ser parecido al de ACS, es decir, desde el mismo acumulador se puede distribuir agua a los distintos terminales de climatización siempre que estos funcionen con agua caliente. Como se ha visto previamente, también existe la posibilidad de que caliente una corriente de aire en lugar de agua, es el caso de las bombas de calor aire-aire mencionadas con anterioridad. Los sistemas mas comunes de calefacción mediante bomba de calor son los fancoils agua-aire, radiadores de agua caliente o suelo radiante.

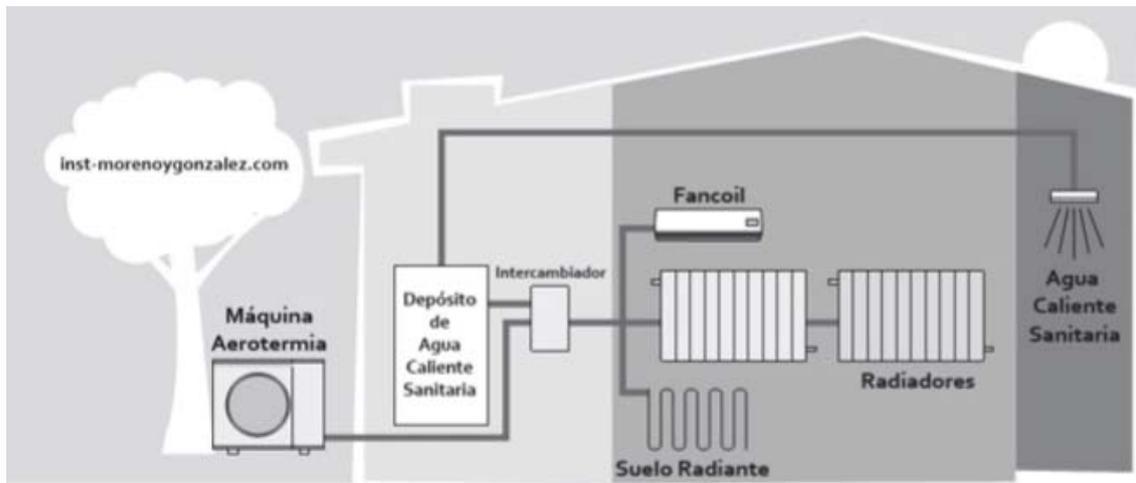


Imagen 4.5.2. Sistema de ACS y calefacción con bomba de calor común.
 Fuente: sacobacmb.com

Las principales ventajas de una bomba de calor frente a un sistema de climatización tradicional son:

- El uso de una fuente de energía limpia e ilimitada.
- Elevada eficiencia o COP, el cual nos permite ahorrar en la factura eléctrica.

Las principales desventajas de un sistema de calefacción mediante bomba de calor son:

- La inversión inicial suele ser elevada.

- Para temperaturas frías del exterior, el COP de la bomba de calor disminuye considerablemente. Este hecho supone un problema sobre todo en días de invierno en los que la temperatura ambiente sea del orden de algunos grados sobre cero. En estos casos el COP de algunas bombas de calor se puede ver reducido incluso a la mitad, por lo que supondrá el doble de consumo eléctrico para conseguir el mismo calor que se obtendría en condiciones más templadas.

4.6. Climatización mediante bomba de calor con intercambiador de calor subterráneo o geotermia.

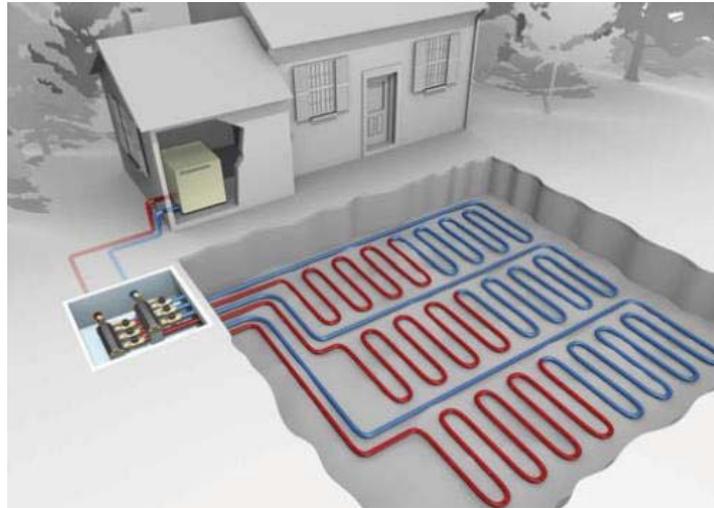
La bomba de calor geotérmica presenta el mismo sistema de funcionamiento que la bomba de calor común. Sin embargo, utiliza como fuente de energía el calor de la corteza terrestre. En ocasiones también se puede utilizar como fuente de energía masas de agua que se encuentren por debajo del nivel freático. Esta fuente de energía es un recurso inagotable (Vaillant, s.f.).

Este sistema de climatización requiere de un intercambiador de calor subterráneo que puede ser horizontal o vertical. Dicho intercambiador es recorrido por un fluido caloportador, como puede ser el agua, que es el encargado de absorber el calor del suelo y llevarlo hacia el evaporador de la bomba de calor.

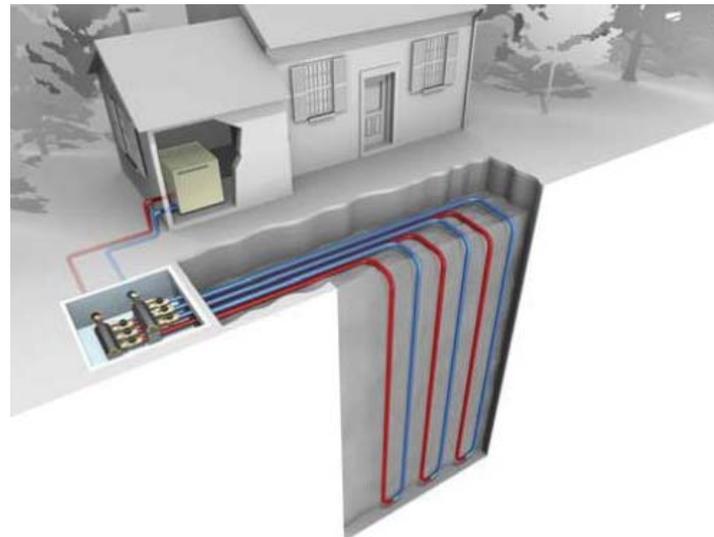
Los intercambiadores de calor para el aprovechamiento de energía geotérmica suelen ser horizontales o verticales.

El intercambiador horizontal es el menos utilizado, ya que necesita de una mayor superficie para el intercambio de calor. En edificios ya construidos, una instalación de este tipo supone un gran problema debido a la existencia de otras infraestructuras como pueden ser, tuberías de agua, gas, cableado, las cuales pueden suponer un obstáculo a la hora de la implantación del intercambiador.

El intercambiador vertical presenta varias ventajas respecto al intercambiador horizontal. En primer lugar, la superficie necesaria para su implantación es mucho menor que el sistema anterior. Al ser un sistema vertical y necesitar muy poca superficie, el resto de las instalaciones ya existentes en el edificio no suponen demasiados problemas a la hora de la implantación.

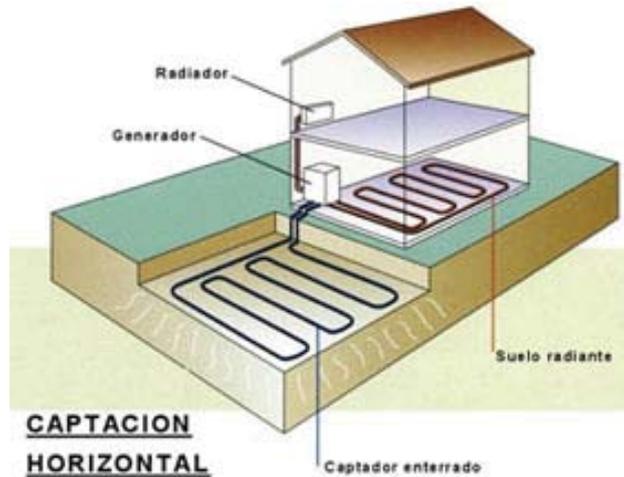


*Imagen 4.3.. Intercambiador geotérmico horizontal
Fuente: energiarenovablegeotermica.blogspot.com*

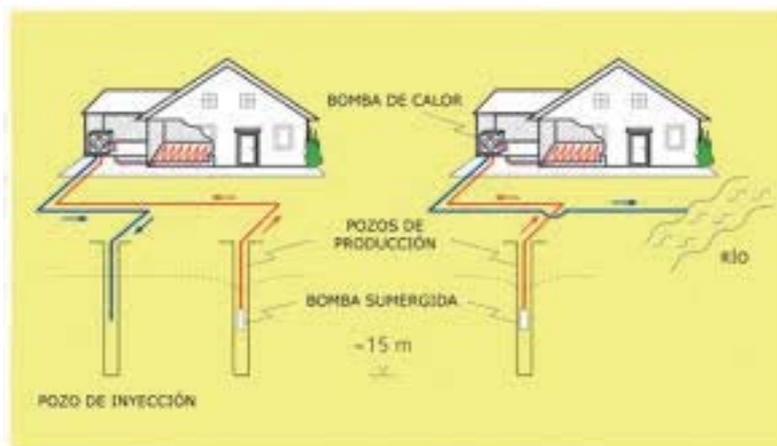


*Imagen 4.4. Intercambiador geotérmico vertical o sonda geotérmica.
Fuente: energiarenovablegeotermica.blogspot.com*

Los intercambiadores de calor de este tipo de instalaciones también se distinguen en función del tipo de lazo, es decir, pueden ser de lazo abierto o cerrado.



*Imagen 4.5. Intercambiador geotérmico de lazo cerrado.
Fuente: grupovisiona.com.*



*Imagen 4.6. Intercambiador geotérmico de lazo abierto.
Fuente: Promoeener.com*

En cuanto al funcionamiento de este tipo de bombas de calor, es similar al de la bomba de calor común. El fluido caloportador procedente del subsuelo llega al evaporador y cede calor al líquido refrigerante, el cual se evapora y da lugar al ciclo de la bomba. El tipo de bombas que suelen utilizarse en instalaciones geotérmicas son las de tipo agua-aire, agua-agua, tierra-agua o tierra-aire.

En cuanto a la distribución de ACS se utiliza el mismo sistema que en el caso anterior, la corriente de agua caliente se envía a un acumulador desde el cual se realiza toda la distribución de agua caliente hasta los distintos puntos de consumo. Al igual que en el caso anterior los sistemas más utilizados para calefacción mediante bomba de calor geotérmica son los fancoils agua-aire, radiadores de agua caliente y suelo radiante.

Las principales ventajas de un intercambiador geotérmico son:

- La gran estabilidad de la temperatura del suelo. La temperatura del suelo, a unos 15 metros de profundidad es de unos 15°C o 17°C y presenta una variabilidad muy baja a lo largo de todo el año. Esta estabilidad en la temperatura supone un aumento considerable en el COP con respecto a la aerotermia principalmente en los días fríos, en los cuales la bomba de calor geotérmica seguirá funcionando con un COP elevado gracias a la estabilidad de las temperaturas del suelo. Por tanto, la geotermia supone una fuente de energía más eficiente que el aire exterior.
- La energía geotérmica es una fuente de energía limpia e ilimitada.

Como principales inconvenientes de esta opción no encontramos con:

- Una bomba de calor supone una inversión inicial elevada.
- Coste que supondría un intercambiador subterráneo.
- Coste de las perforaciones necesarias para su instalación.

4.7. Climatización mediante bomba de calor con intercambiador de calor en aguas residuales

Las corrientes de agua circulante como pueden ser ríos o los sistemas de aguas residuales presentan una estabilidad térmica bastante buena. En el caso de las aguas residuales se encuentran prácticamente aisladas del exterior. Por tanto, pese a ser una fuente de energía poco conocida puede utilizarse en un sistema de calefacción y ACS mediante bomba de calor. El intercambiador en estos sistemas es parecido al que se utiliza en intercambiadores geotérmicos, salvo que esta vez, utiliza como foco principal de energía el agua, por lo que se utilizarán bombas de calor de tipo agua-agua o agua-aire (Golisowicz, 2016).

En cuanto al funcionamiento de un sistema de climatización mediante intercambiador de calor con en aguas residuales, es similar al de la bomba de calor común y geotérmica que ya hemos mencionad con anterioridad. En este caso el fluido caloportador absorbe el calor de las corrientes de agua, llega al evaporador y cede ese calor al liquido refrigerante, el cual se evapora y da lugar al ciclo de la bomba.

En cuanto a la distribución de ACS se utiliza el mismo sistema que en los casos anteriores, la corriente de agua caliente se envía a un acumulador desde el cual se realiza toda la distribución de agua caliente hasta los distintos puntos de consumo. Los sistemas calefacción más comunes vuelven a ser los citados anteriormente, es decir, fancoils agua-aire, radiadores de agua caliente y suelo radiante.

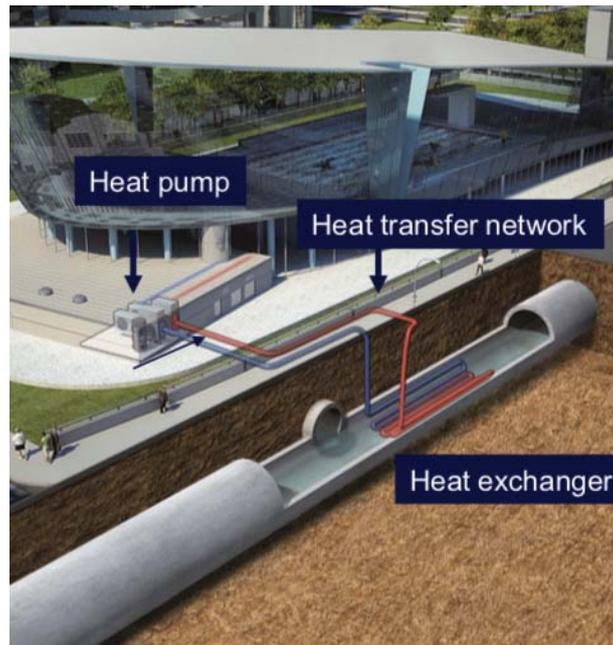


Imagen 4.7. Intercambiador en aguas residuales vertical.
Fuente: Energy4powerlive.com.

Al igual que en el caso de la geotermia, la principal ventaja de estos sistemas es la poca variabilidad en la temperatura de la fuente de energía, en este caso la temperatura de las aguas residuales, además de ser una fuente ilimitada de energía.

En nuestro caso, la fuente de energía sería la red de aguas residuales del sistema de alcantarillado de Nazaret. Las aguas residuales tienen una temperatura estable de unos 21,1 °C, siendo sus valores máximos y mínimo durante el año de 23,1 °C en verano y de 19,1 °C en invierno.

Las principales ventajas de este sistema son:

- Fuente de energía limpia e inagotable.
- Pese a presentar una variación de temperaturas algo mayor que en el caso de la geotermia, sigue siendo una opción más eficiente en el aspecto energético que la bomba de calor convencional, pues el COP sigue siendo más alto debido a la menor diferencia de temperaturas entre el foco frío y el foco caliente en comparación con la bomba de calor convencional.

Sin embargo, esta opción presenta más desventajas que las anteriores:

- Su implantación está limitada a las zonas donde sistemas de alcantarillado de aguas residuales.
- Inversión inicial elevada.
- Costes adicionales por perforaciones necesarias para la implantación del intercambiador.
- En el caso de la implantación de un intercambiador de calor en las aguas residuales, existe la posibilidad de que durante la instalación se produzca algún tipo de rotura en el sistema de alcantarillado, lo que supondría un grave problema.

5. CARGAS DEL POLIDEPORTIVO

Para el correcto dimensionado de la instalación es de vital importancia conocer los consumos energéticos del polideportivo. En este apartado se han obtenido las demandas tanto de gas natural como de electricidad.

Se tomarán como referencia para la obtención de dichas demandas los datos de las facturas del año 2017 (ANEXO CALCULOS).

5.1. Demandas de gas natural

Como se ha mencionado en la descripción del polideportivo, éste está provisto de dos calderas de gas de la marca YGNIS EMR 600/6PT la cual abarca la totalidad de la demanda de gas natural del polideportivo. Las calderas representan la unidad de producción de toda la demanda térmica de calor, siendo estas ACS, calentamiento de vasos de la piscina, calentamiento del ambiente de la piscina y calentamiento del ambiente de las distintas salas y dependencias.

Tras analizarse las facturas de gas del año 2017 hemos obtenido un consumo total de 1.103.342 kWh/año. El precio del gas natural se ha estimado como la media anual de todas las facturas y se ha obtenido un precio de 0,04482 €/kWh, lo que supone un coste anual de unos 57.567 € anuales.

De la auditoria realizada en 2012 se pueden obtener los porcentajes de consumo de las distintas unidades terminales que consumen gas natural. De esta forma se realizará la siguiente desagregación de los consumos.

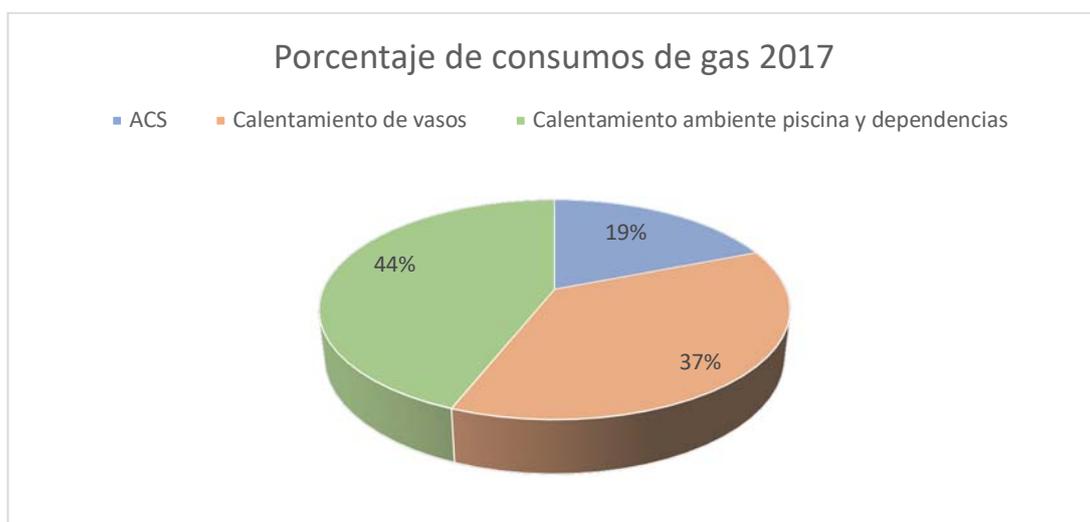


Gráfico 5.1. Desagregación de consumos de gas natural (térmico calor).

El primer consumo es el correspondiente al ACS (Agua Caliente Sanitaria) el cual se satisface a partir de distintos depósitos de acumulación directamente conectados con la caldera. De la misma forma se realiza el calentamiento de los vasos de la piscina.

Para el tercer consumo y el más significativo, el polideportivo dispone de fancoils como unidades terminales de calefacción, los fancoils están distribuidos por las distintas estancias del polideportivo (ANEXO INVENTARIO). Finalmente cabe decir que la unidad terminal para climatización del ambiente de la piscina es la deshumectadora, la cual utiliza agua caliente como fuente de energía para calentar el aire seco antes de enviarlo de nuevo a la estancia, por tanto, una parte del consumo de la deshumectadora es cubierto por la caldera.

5.2. Demandas de electricidad

Le electricidad en el ámbito de la climatización del polideportivo, en comparación con el gas natural, no supone un porcentaje muy elevado respecto al consumo total de electricidad del polideportivo. Las unidades terminales de climatización que consumen electricidad son los distintos splits de frío y calor que se encuentran distribuidos por algunas de las dependencias del polideportivo (ANEXO INVENTARIO) y las baterías de frío de la deshumectadora.

Tras analizarse las facturas de luz del año 2017 hemos obtenido un consumo total de 419.248 kWh/año. El polideportivo tiene una tarifa 3.1.A de tres periodos, con un precio determinado en cada uno de los periodos (punta, llano, valle). La potencia contratada es de 250 kW en los tres periodos. La actual empresa distribuidora de electricidad del polideportivo es Iberdrola la cual cuenta con las siguientes tarifas:



Imagen 5.2.. Detalle tarifa 3.1.A.

Para determinar el precio medio del kWh eléctrico se ha tomado la media anual de los tres periodos obteniéndose un precio de 0,11996 €/kWh, lo que supone un coste anual de 57.487 € anuales.

Se han obtenido los porcentajes de los consumos desagregados de luz de la auditoria de 2012.

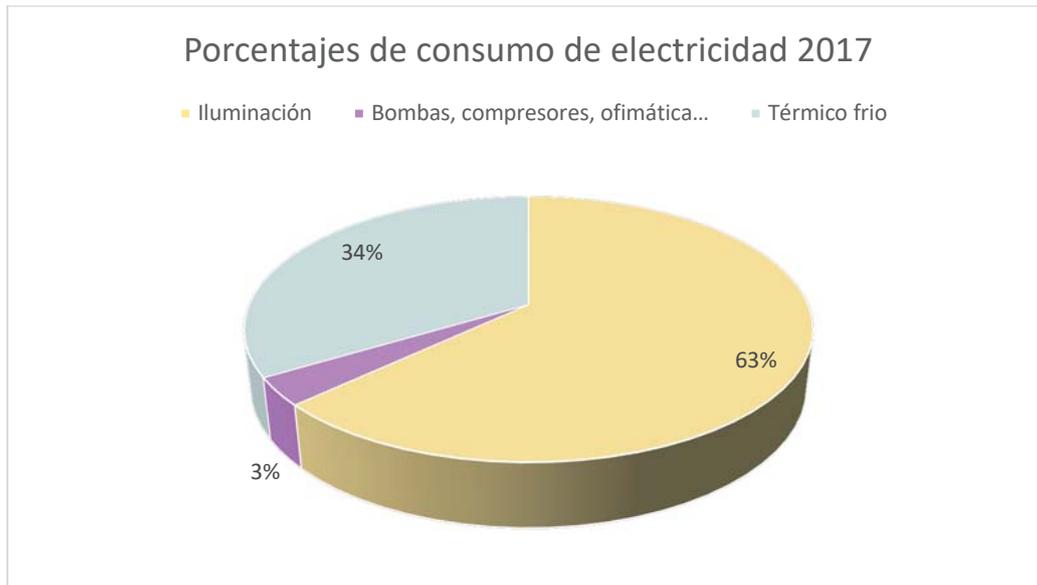


Gráfico 5.3. Desagregación de consumos de electricidad.

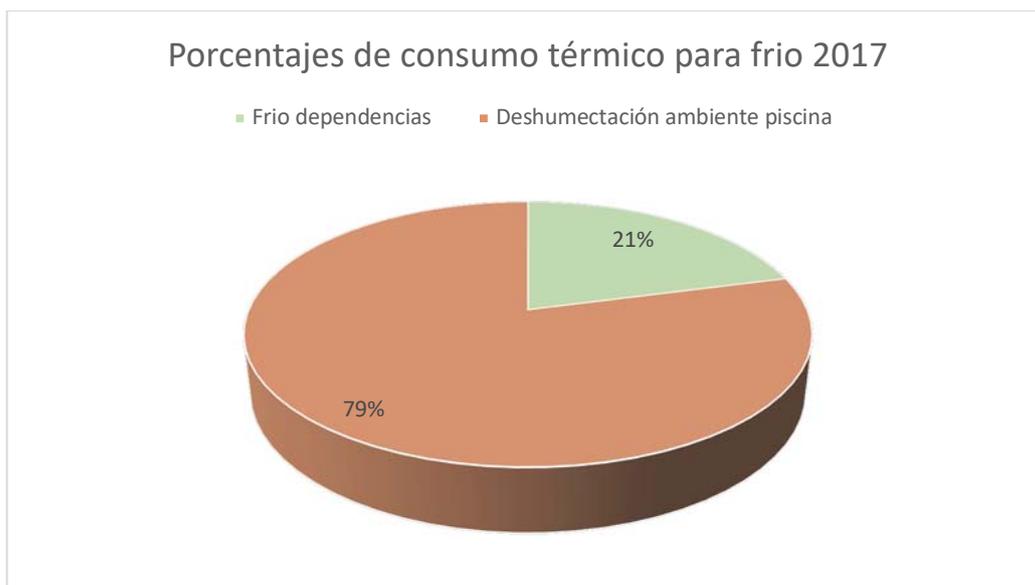


Gráfico 5.4. Desagregación de consumos de electricidad (térmico frio).

Dentro de los dos grupos desagregados en la auditoria, el único consumo que será trascendente en el proyecto es el de los splits de aire y las baterías de frío de la deshumecadora.

5.3. Resumen de cargas

CONSUMOS MENSUALES (kWh)				
		ELECTRICIDAD	GAS	
ENERO	31	42725	183379	
FEBRERO	28	41101	175412	
MARZO	31	37397	162317	
ABRIL	30	32699	121626	
MAYO	31	32816	89469	
JUNIO	30	30271	48134	
JULIO	31	30140	14677	
AGOSTO	31	28291	12117	
SEPTIEMBRE	30	28504	27047	
OCTUBRE	31	36997	48371	
NOVIEMBRE	30	38026	89708	
DICIEMBRE	31	40282	131085	
TOTAL (kWh)		419.248	1.103.342	1.522.590
TOTAL SIN IVA (€)		50.291	49.455	99.746,45
Precio del gas natural (€/kWh)	0,04482			
Precio de la electricidad (€/kWh)	0,11996			

Tabla 5.5. Resumen consumos 2017.

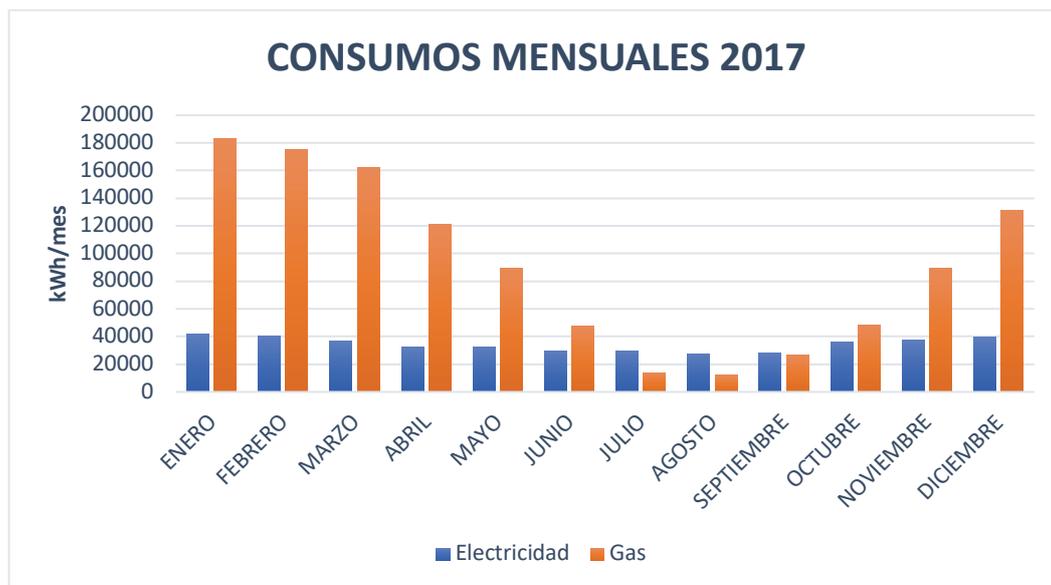


Gráfico 5.6. Consumos mensuales 2017.

6. JUSTIFICACIÓN DE LA DECISIÓN TOMADA

Pese a que la potencia de la bomba de calor en las tres opciones estudiadas con anterioridad será muy parecida, la tecnología de éstas variaría en función del tipo de fuente de energía utilizada.

La implantación de sondas geotérmicas tanto en el subsuelo como en el sistema de alcantarillado supone un aumento considerable del coste de inversión, sin embargo, esto será compensado por un aumento en la eficiencia de la bomba de calor.

Sin embargo, debido al carácter académico de este proyecto y tras los cálculos realizados en el estudio de viabilidad, nos hemos decantado por una opción combinada entre geotermia e intercambiador de aguas residuales por la elevada eficiencia que presenta y pese a suponer una inversión inicial más cara, supone una opción más eficiente a largo plazo, ya que, como se mostrará a continuación en el estudio de viabilidad, esta instalación supondrá un elevado ahorro energético y económico para el polideportivo.

La forma de combinar esta solución se llevará a cabo mediante la instalación de una arqueta principal, donde llegará el caudal circulante de todas las sondas, tanto las geotérmicas como las instaladas en el sistema de alcantarillado con el fin de obtener una temperatura del foco uniforme e igual a la media de ambos focos.

7. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

7.1. Potencias pico

Para dimensionar la bomba de calor es necesario disponer de los picos de demanda que se darán a lo largo del año en el polideportivo, es decir, la potencia máxima demandada instantáneamente por las instalaciones de los edificios.

Los datos de las demandas pico han sido proporcionados por el polideportivo, ya que en la auditoría no aparecían. Los datos obtenidos han sido los siguientes:

- Batería de apoyo deshumectadora: 86 kW
- Climatizaciones locales: 30 kW (calor) y 40 kW (frío)
- Calentamiento vaso grande: 80 kW
- Calentamiento vaso pequeño: 14 kW
- Producción ACS: 130 kW

Por tanto, para el dimensionado de la bomba de calor se ha supuesto el caso más desfavorable, el cual se da en invierno, siendo la potencia total demandada simultánea, la suma de la potencia demandada por la deshumectadora, la climatización de calor de los locales, el calentamiento de ambos vasos y la producción de ACS, obteniéndose una potencia total de 340 kW.

7.2. Bomba de calor

Por tanto, para satisfacer los picos de demanda del polideportivo se instalarán dos bombas de calor de la marca Terra, modelo SW Max con una potencia nominal de 170 kW cada una y una potencia total de 340 kW, las bombas se instalarán en cascada (Enertres, 2018).

7.3. Sondas

Se instalarán 17 sondas DCL de 20 kW, 9 de ellas en el interior del suelo y 8 de ellas en el sistema de alcantarillado (Itecon, s.f.) a una profundidad de 30 metros.

7.4. Sistema de calefacción

El sistema de calefacción de las distintas estancias seguirá siendo el mismo, es decir, fancoils agua-aire.

7.5. Sistema de frío

Se reemplazarán los actuales splits de frío y calor por fancoils agua-aire capaces de producir tanto frío como calor. Se instalarán un total de 7 fancoils agua-aire con unas potencias de frío y calor de 4 y 5 kW respectivamente (Hitecsa, 2014).

7.7. Sistema de deshumectación

Se reemplazará el sistema actual de deshumectación por uno de potencia calorífica similar pero capaz de utilizar el foco frío de la bomba de calor como batería de frío (CIAT, 2014).

8. VIABILIDAD DEL PROYECTO

Para evaluar la factibilidad de la instalación objeto del proyecto, se han realizado una serie de estudios.

El objetivo de los siguientes estudios es el de determinar si el proyecto es viable. Para esto, se ha procedido a realizar un estudio de viabilidad tecnológica, económica y medioambiental.

8.1. Estudio técnico-económico

8.1.1. Situación inicial

SITUACIÓN INICIAL						CONSUMO (kWh)	TOTAL (kWh)	IMPORTE SIN IVA	IMPORTE SIN IVA (Incluido Término de Potencia)	IMPORTE CON IVA
GAS	Termico Calor	ACS	19,00%	209.635	1.103.342	49.455,24 €	49.455,24 €	59.840,84 €		
		Calentamiento de vasos	37,00%	408.237						
		Calentamiento ambiente piscina y dependencias	44,00%	485.470						
LUZ	Termico Frio	Frio dependencias	7,03%	29.468	419.248	50.309,80 €	66.979,99 €	81.045,79 €		
		Deshumectación ambiente piscina	26,60%	111.526						
	Otros	Iluminación	63,00%	264.126						
		Bombas, compresores, ofimática...	3,37%	14.129						
				TOTAL	1.522.590	99.765,04 €	116.435,23 €	140.886,63 €		

Tabla 8.1. Situación inicial consumos polideportivo.

8.1.2. Situación futura

	CONSUMOS ACTUALES (kW)		CONSUMOS FUTUROS (kW)
	LUZ	GAS	LUZ
ENERO	42.725	183.379	82.006
FEBRERO	41.101	175.412	77.869
MARZO	37.397	162.317	71.351
ABRIL	32.699	121.626	59.103
MAYO	32.816	89.469	52.811
JUNIO	30.271	48.134	41.751
JULIO	30.140	14.677	34.959
AGOSTO	28.291	12.117	32.553
SEPTIEMBRE	28.504	27.047	36.669
OCTUBRE	36.997	48.371	50.501
NOVIEMBRE	38.026	89.708	59.668
DICIEMBRE	40.282	131.085	70.202
TOTAL (kW/año)	419.248	1.103.342	669.443
	1.522.590		

Tabla 8.2. Cálculo de consumos futuros.

	IMPORTES ACTUALES		IMPORTES FUTUROS
	LUZ	GAS	LUZ
ENERO	6.606,15 €	8.219,61 €	10.889,59 €
FEBRERO	6.401,29 €	7.862,52 €	10.158,71 €
MARZO	5.943,04 €	7.275,56 €	9.313,51 €
ABRIL	5.365,47 €	5.451,64 €	7.943,13 €
MAYO	5.288,28 €	4.010,28 €	7.655,27 €
JUNIO	4.967,20 €	2.157,52 €	5.736,41 €
JULIO	4.950,77 €	657,89 €	4.673,23 €
AGOSTO	4.717,43 €	543,14 €	5.439,52 €
SEPTIEMBRE	4.744,33 €	1.212,34 €	5.276,62 €
OCTUBRE	5.815,65 €	2.168,14 €	6.358,78 €
NOVIEMBRE	5.950,43 €	4.020,97 €	8.145,97 €
DICIEMBRE	6.229,96 €	5.875,62 €	8.775,61 €
TOTAL SIN IVA	66.979,99 €	49.455,24 €	90.366,36 €
	116.435,23 €		
TOTAL CON IVA	81.045,79 €	59.840,84 €	109.343,30 €
	140.886,63 €		

Tabla 8.3. Calculo de importes actuales y futuros.

8.1.3. Resultados obtenidos

COSTE DE LA IVERSIÓN	309.268,39 €
AHORRO CONSUMO ENERGÉTICO (kW)	840.948
AHORRO (€/año)	31.543,33 €
TIEMPO DE RETORNO (años)	9,80

8.2. Estudio medioambiental

La viabilidad medioambiental de este proyecto se medirá en el ahorro de kg de CO₂ anuales.

	EMISIONES CO ₂	
	Electricidad	Gas natural
Consumo actual (kW/año)	419.248	1.103.342
Consumo futuro (kW/año)	669.443	0
Factor de emisión (kg de CO₂ eq/kW)	0,385	0,2016
Emisiones actuales (kg CO₂/año)	161.411	222.434
Emisiones futuras (kg CO₂/año)	257.735	0
TOTAL Emisiones actuales (kg CO₂/año)	383.844	
TOTAL Emisiones futuras (kg CO₂/año)	257.735	
AHORRO Emisiones (kg CO₂/año)	126.109	

Tabla 8.4. Calculo de emisiones.

8.3. Estudio social

Una instalación de este tipo puede producir un impacto muy positivo entre la sociedad, ya que mucha gente hoy en día ha oído hablar alguna vez de este tipo de instalaciones, pero nunca han llegado a verlas funcionar realmente.

El hecho de realizar una instalación de climatización de estas dimensiones mediante bombas de calor utilizando fuentes de energía renovables puede llegar a suponer un enorme incremento en la credibilidad en las energías renovables entre las personas de a pie.

El único aspecto negativo podría derivar de las densas obras necesarias para la implementación del sistema de sondas geotérmicas. Sin embargo, si se piensa en el futuro y en el medio ambiente, una instalación de este tipo es una de las mejores opciones para este tipo de edificios.

9. CONCLUSION

Hoy en día, las energías renovables se encuentran en una clara dinámica ascendente, cada vez son más las instalaciones que se realizan utilizando fuentes de energía renovables, ya sea geotérmica o intercambio de calor con aguas subterráneas como es nuestro caso o bien otro tipo de recursos como puede ser el recurso solar, aprovechado mediante la implantación de instalaciones fotovoltaicas, o la biomasa.

Centrándonos en el proyecto realizado, hemos podido observar que la situación actual de la instalación, pese a satisfacer todas las demandas requeridas, no es la más óptima en cuanto a consumo energético y emisiones. Las calderas de gas se encargan de cubrir la totalidad de las demandas de climatización del polideportivo (calefacción, frío, calentamiento de vasos, ACS y climatización de la piscina). La cantidad de gas que necesitan las calderas para cubrir las demandas del polideportivo son muy elevadas. Esto no supone un gran problema en cuanto al coste de la energía que procede del gas, ya que éste tiene un precio más barato que el de la electricidad. Sin embargo, como se ha podido observar en el estudio medioambiental, la mayor parte de las emisiones de CO₂ del polideportivo se deben al proceso de combustión del gas en las calderas.

Para resolver el problema que se ha planteado, hemos optado por eliminar el total del consumo de gas natural del polideportivo prescindiendo de las calderas de gas. Dichos equipos se han sustituido por dos bombas de calor de gran potencia capaces de satisfacer los picos de demanda derivados de la climatización del polideportivo (demandas que anteriormente eran cubiertas por las calderas). Las bombas de calor han sido combinadas con un sistema de sondas geotérmicas y sondas instaladas en el sistema de alcantarillado con el fin de aprovechar la poca variabilidad de las temperaturas tanto del subsuelo como de las aguas residuales del sistema de alcantarillado para garantizar un COP elevado durante todo el año.

Como resultado de el estudio de viabilidad realizado, donde se ha tenido en cuenta el nuevo consumo energético derivado de las bombas de calor y el aumento de la potencia contratada necesario para el funcionamiento de las bombas, hemos obtenido unos ahorros muy elevados tanto en energía consumida como en ahorro de emisiones de CO₂. Por tanto, pese a ser una instalación bastante cara, el periodo de retorno es relativamente bajo por lo que este proyecto es bastante viable tanto en términos económicos como en términos medioambientales.

10. BIBLIOGRAFÍA

Antecedentes:

Ramos, M. S. (15 de Enero de 2016). *efeverde.com*. Obtenido de <https://www.efeverde.com/noticias/proyectos-de-geotermia-aun-puntuales-en-espana-pero-viables-y-de-referencia/>

Alcance:

Europea, D. (2018). *appa.es*. Obtenido de <https://www.appa.es/directiva-europea-y-ley-de-cambio-climatico-impulsan-al-sector-renovable-nacional/>

Normativa:

BOE. (Septiembre de 2013). *Regamento de Instalaciones Térmicas en Edificios*. Obtenido de *idae.es*: <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>

BOE. (s.f.). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de <https://www.boe.es/legislacion/boe.php>

Bomba de Calor:

Herrero, M. (2016). *afec.es*. Obtenido de *bombadecalor.org*: <http://www.bombadecalor.org/noticias/wp-content/uploads/2016/05/Cualidades-Beneficios-BdC.pdf>

negriza.com. (26 de Febrero de 2014). Obtenido de <https://negriza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado>

efENERGIA. (s.f.). *efenergia.com*. Obtenido de <https://www.efenergia.com/instalaciones-eficiencia-energetica/termicas/bombas-de-calor/>

Deshumectación:

García, M. Z. (s.f.). *grupociat.es*. Obtenido de <https://docplayer.es/33337731-Deshumectacion-con-bomba-de-calor-y-recuperacion-de-calor-en-gimnasios-y-piscinas-miguel-miguel-zamora-zamora-garcia.html>

Geotermia e intercambiadores con sistema de alcantarillado:

Vaillant. (s.f.). Obtenido de vaillant.es: <https://www.vaillant.es/usuarios/te-ayudamos-a-elegir/distintas-fuentes-de-energia/geotermia-y-aerotermia/>

Golisowicz, M. (15 de Noviembre de 2016). *Energy4PowerLive*. Obtenido de energy4powerlive.com: http://www.energy4powerlive.co.uk/sites/default/files/Heat%20Recovery%20from%20sewers_Energy4PowerLive%202016.pdf

Datos auditoria:

Alvarez, J. L. (2012). *Informe de Auditoría Energética en Poliesportiu Nazaret*. Valencia: Bureau Veritas.

[../Auditoria energética polidep nazaret.pdf](#)

Equipos:

CIAT. (2014). Obtenido de grupociat.es: http://www.grupociat.es/infos/catalogues/CATALOGO_CIAT_2013-14.pdf

Enertres. (2018). Obtenido de enertres.com: <https://enertres.com/wp-content/uploads/2018/05/Tarifa-Enertres-AIT.pdf>

Hitecsa. (2014). Obtenido de hitecsa.com: <http://www.hitecsa.com/wp-content/uploads/2013/04/es/FPW%20200343%20Rev101.pdf>

Itecon. (s.f.). Obtenido de itecon.es: http://www.coacv.org/docs/noticias/11503/NUEVA_GEOTERMIA_DCL.pdf



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Grado de Ingeniería de la Energía
Trabajo Final de Grado
LUIS NOBLEJAS ARNALDOS



ANEXO 1: CALCULOS

INDICE

1. FACTURACIÓN	3
1.1. Facturas eléctricas.....	3
1.2. Facturas de gas.....	3
2. OBTENCIÓN DE LAS CARGAS DEL POLIDEPORTIVO	4
2.1. Condiciones del terreno	4
2.2. Demandas de calor y frío.....	5
2.3. Consumo de gas natural.....	7
2.4. Consumo de electricidad	8
2.5. Potencias pico	9
3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN	10
3.1. Dimensionado de la bomba de calor.....	10
3.2. Dimensionado del circuito de sondas térmicas.....	10
3.3. Dimensionado del sistema de frío	12
3.4. Dimensionado de la deshumectadora	13
4. ESTUDIO DE VIABILIDAD	15
4.1. Obtención del COP de la bomba	15
3.2. Obtención consumos.....	16

1. FACTURACIÓN

1.1. Facturas eléctricas

ELECTRICIDAD																			
Descripción Punto de Suministro	Fecha de Emisión	Fecha Desde Factura	Fecha Hasta Factura	Día lim	Días Factura	CAP (kWh)	CAP/día (kWh)	CAP1 (kWh)	CAP2 (kWh)	CAP3 (kWh)	CERP1 (kVArh)	CERP2 (kVArh)	CERP3 (kVArh)	PMAXP 1 (kW)	PMAXP 2 (kW)	PMAXP3 (kW)	T.Potencia (€)	RATIO (€/kW)	
Pabellón Nazaret	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabellón Nazaret	27/1/17	28/12/16	25/1/17	25	28	37.391	1335,39	10.614	11.282	15.495	2	5	54	143	100	79	1.217	0,0790	
Pabellón Nazaret	28/2/17	26/1/17	20/2/17	20	25	38.918	1556,72	11.108	11.572	16.238	4	18	11	143	111	76	1.217	0,0789	
Pabellón Nazaret	27/3/17	21/2/17	23/3/17	23	30	37.375	1245,83	11.186	11.192	14.997	20	13	44	145	103	81	1.226	0,0794	
Pabellón Nazaret	27/4/17	24/3/17	25/4/17	25	32	34.970	1092,81	5.330	13.550	16.090	9	9	3	148	120	75	1.241	0,0768	
Pabellón Nazaret	31/5/17	26/4/17	19/5/17	19	23	24.741	1075,70	3.105	10.316	11.320	13	5	24	58	121	63	1.149	0,0766	
Pabellón Nazaret	22/6/17	20/5/17	19/6/17	19	30	30.945	1031,50	3.659	11.883	15.403	5	13	155	60	103	71	1.149	0,0757	
Pabellón Nazaret	27/7/17	20/6/17	25/7/17	25	35	33.957	970,20	5.334	11.970	16.653	1	1	0	65	94	70	1.149	0,0762	
Pabellón Nazaret	18/8/17	26/7/17	16/8/17	16	21	20.599	980,90	2.937	7.070	10.592	1	33	66	61	70	70	1.149	0,0759	
Pabellón Nazaret	25/9/17	17/8/17	20/9/17	20	34	28.551	839,74	3.488	11.762	13.301	4	34	29	54	83	68	1.149	0,0764	
Pabellón Nazaret	25/10/17	21/9/17	23/10/17	23	32	37.469	1170,91	4.160	16.197	17.112	17	7	34	53	121	74	1.149	0,0765	
Pabellón Nazaret	21/11/17	24/10/17	17/11/17	17	24	30.199	1258,29	8.123	10.144	11.932	0	1	10	125	131	73	1.154	0,0792	
Pabellón Nazaret	26/12/17	18/11/17	20/12/17	20	32	40.948	1279,63	11.384	12.367	17.197	0	7	10	129	106	71	1.149	0,0788	
						396.063											14.098	0,0776	

1.2. Facturas de gas

GAS							
Descripción Punto de Suministro	Fecha de Emisión	Fecha Desde Factura	Fecha Hasta Factura	Día lim	Días Factura	CAP (kWh)	CAP/día (kWh)
Nazaret	-	-	-	-	-	-	-
Nazaret	31/1/17	28/12/16	30/1/17	30	33	194.658	5.898,73
Nazaret	28/2/17	31/1/17	24/2/17	24	24	154.006	6.416,92
Nazaret	31/3/17	25/2/17	28/3/17	28	31	165.897	5.351,52
Nazaret	4/5/17	29/3/17	27/4/17	27	29	120.589	4.158,24
Nazaret	2/6/17	28/4/17	26/5/17	26	28	87.295	3.117,68
Nazaret	4/7/17	27/5/17	28/6/17	28	32	53.820	1.681,88
Nazaret	4/9/17	29/6/17	25/7/17	25	26	13.541	520,81
Nazaret	5/9/17	26/7/17	24/8/17	24	29	8.010	276,21
Nazaret	3/10/17	25/8/17	22/9/17	22	28	21.954	784,07
Nazaret	9/11/17	23/9/17	24/10/17	24	31	37.966	1.224,71
Nazaret	5/12/17	25/10/17	23/11/17	23	29	78.623	2.711,14
Nazaret	4/1/18	24/11/17	26/12/17	26	32	125.035	3.907,34

2. OBTENCIÓN DE LAS CARGAS DEL POLIDEPORTIVO

2.1. Condiciones del terreno

Se toman como referencia, la media de las temperaturas del aire registradas en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) de la estación del aeropuerto de Valencia. Los datos resgistrados son los siguientes:

Para la temperatura del suelo, se ha estimado una temperatura media y constante ya que se considerará que su variabilidad durante todo el año es mínima.

En cuanto a la temperatura de las aguas residuales, se ha medido mediante sondas térmicas. Al igual que en caso de la temperatura del suelo, la variabilidad es muy baja a lo largo de todo el año, por tanto, se considerará constante y de valor igual a la media obtenida. Los únicos valores obenidos en las mediciones fueron de 23,1 °C el día 12/06/2018 y de 19,1 °C el día 11/12/2018. Por tanto, el valor estimado es la media de estos dos valores.

	T ^a aire (°C)	T ^a suelo (°C)	T ^a agua residual (°C)
Enero	11,8	18,3	21,1
Febrero	12,5	18,3	21,1
Marzo	14,4	18,3	21,1
Abril	16,2	18,3	21,1
Mayo	19	18,3	21,1
Junio	22,9	18,3	21,1
Julio	25,6	18,3	21,1
Agosto	26,1	18,3	21,1
Septiembre	23,5	18,3	21,1
Octubre	19,7	18,3	21,1
Noviembre	15,3	18,3	21,1
Diciembre	12,6	18,3	21,1

Tabla 2.1. Temperaturas

2.2. Demandas de calor y frío

Las demandas de calor y frío han sido estimadas a partir de las horas de funcionamiento de los equipos tanto de frío como de calor. Los datos de las horas han sido facilitados por los operarios del polideportivo. De esta forma se han obtenido los siguientes resultados:

	Demanda calor (kWh)	Demanda frío (kWh)	Horas calor	Horas frío
Enero	45.216	0	240	0
Febrero	37.469	0	240	0
Marzo	30.684	0	180	0
Abril	23.899	0	180	0
Mayo	15.494	0	120	0
Junio	5.165	2.783	45	60
Julio	0	5.565	0	120
Agosto	0	5.565	0	120
Septiembre	5.165	5.565	45	120
Octubre	16.152	0	120	0
Noviembre	25.519	0	180	0
Diciembre	37.469	0	240	0
TOTAL	242.232	19.478	1.590	420

Tabla 2.2. Demandas frío, calor y horas equivalente

	Demanda calor (kWh)	Horas calor
Enero	67.850	300
Febrero	64.902	300
Marzo	60.057	300
Abril	45.001	240
Mayo	33.104	240
Junio	17.810	120
Julio	5.431	40
Agosto	4.483	40
Septiembre	10.007	120
Octubre	17.897	120
Noviembre	33.192	180
Diciembre	48.501	240
TOTAL	408.237	2.240

Tabla 2.3. Demandas calentamiento de los vasos y horas equivalente

	Demanda calor (kWh)	Horas calor
Enero	34.842	240
Febrero	33.328	240
Marzo	30.840	240
Abril	23.109	180
Mayo	16.999	120
Junio	9.145	60
Julio	2.789	30
Agosto	2.302	30
Septiembre	5.139	30
Octubre	9.190	60
Noviembre	17.044	120
Diciembre	24.906	180
TOTAL	209.635	1.530

Tabla 2.4. Demandas de producción de ACS y horas equivalente

	Demanda calor (kWh)	Demanda frío (kWh)	Horas calor	Horas frío
Enero	40.435	11.365	240	60
Febrero	38.678	10.933	240	60
Marzo	35.791	9.948	240	60
Abril	26.818	8.698	180	60
Mayo	19.728	8.729	180	60
Junio	10.614	8.052	60	60
Julio	3.236	8.017	30	60
Agosto	2.672	7.525	30	60
Septiembre	5.964	7.582	30	60
Octubre	10.666	9.841	60	60
Noviembre	19.781	10.115	120	60
Diciembre	28.904	10.715	240	60
TOTAL	243.287	111.520	1.650	720

Tabla 2.5. Demandas de climatización piscina y horas equivalente

2.3. Consumo de gas natural

Las demandas de gas natural se han obtenido mediante el análisis de las facturas proporcionadas por los responsables del polideportivo.

Una vez obtenidos los consumos totales de gas natural, se ha procedido a la desagregación de dichos consumos. Este procedimiento se ha realizado mediante los porcentajes obtenidos en la auditoria energética que se adjuntará en la bibliografía, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

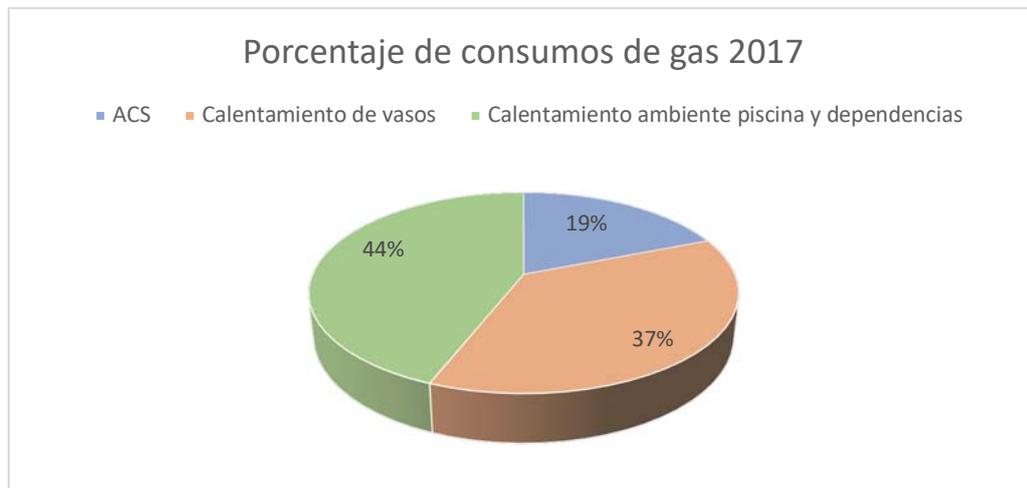


Gráfico 2.6. Desagregación de consumos de gas natural (térmico calor).

2.4. Consumo de electricidad

De la misma forma que se han obtenido las demandas de gas natural se obtienen las demandas de electricidad, es decir, mediante el análisis de las facturas proporcionadas por los responsables del polideportivo.

Una vez obtenidos los consumos totales de electricidad, se ha procedido a la desagregación de dichos consumos. Este procedimiento se ha realizado mediante los porcentajes obtenidos en la auditoria energética que se adjuntará en la bibliografía, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

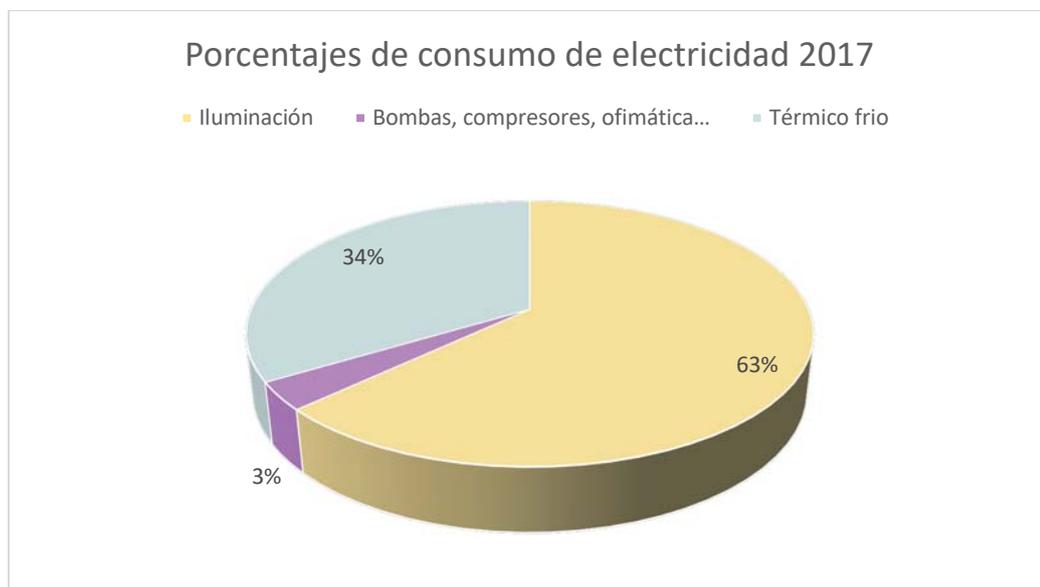


Gráfico 2.7. Desagregación de consumos de electricidad.

2.5. Potencias pico

Para el correcto dimensionamiento de la instalación de climatización se han obtenido tanto las potencias máximas en invierno y en verano. Los datos obtenidos se han leído de los máxímetros, siendo las potencias máximas registradas las siguientes:

- Batería de apoyo deshumectadora: 86 kW
- Climatizaciones locales: 30 kW (calor) y 40 kW (frío)
- Calentamiento vaso grande: 80 kW
- Calentamiento vaso pequeño: 14 kW
- Producción ACS: 130 kW

Por tanto, para el dimensionado de la bomba de calor se ha supuesto el caso más desfavorable, el cual se da en invierno, siendo la potencia total demandada simultánea, la suma de la potencia demandada por la deshumectadora, la climatización de calor de los locales, el calentamiento de ambos vasos y la producción de ACS, obteniéndose una potencia total de 340 kW.

3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

3.1. Dimensionado de la bomba de calor

La bomba de calor que se va a instalar debe de ser capaz de satisfacer tanto la demanda pico de frío como la de calor. Esto es debido a que, el pico de demanda térmica de frío se alcanza cuando la deshumectadora de la piscina está trabajando y puesto que ésta última trabajará tanto en verano como en invierno, la demanda pico total se dará en invierno, cuando estén trabajando los sistemas de climatización de calor y además la deshumectadora al mismo tiempo.

Por tanto, la potencia nominal de la bomba de calor seleccionada debe ser de unos 340 kW.

Las características de la bomba de calor seleccionadas serán las siguientes:

DATOS TÉCNICOS TERRA SW MAX													
Tipo	Potencia nominal	Cons. eléctrico	COP	Potencia nominal	Cons. eléctrico	EER	Nº compresores / circuitos / arranadores	Clase energética	Caudales mínimos		Caudales mínimos		Conexiones Solel / calefacción e Hidráulicas
CIRCUITO CERRADO Con 50°C/W35°C de acuerdo a norma ENI 4511				FRÍO ** de acuerdo a norma ENI 4511					Agua: frédica	Calefacción frío	Circuito Cerrado	Calefacción frío	
MAX 55	57,87 kW	12,50 kW	4,63	59,65 kW	10,37 kW	5,47	2	A++	12,0 m³/h	16,3 m³/h	10,0 m³/h	14,2 m³/h	2"
MAX 70	73,19 kW	15,91 kW	4,60	81,25 kW	12,40 kW	6,55	2	A++	15,0 m³/h	15,2 m³/h	12,6 m³/h	13,4 m³/h	2"
MAX 85	84,82 kW	18,32 kW	4,63	101,43 kW	14,35 kW	7,07	2	*	17,2 m³/h	17,4 m³/h	14,6 m³/h	15,6 m³/h	2"
MAX 110	113,42 kW	24,55 kW	4,62	132,86 kW	19,91 kW	6,67	2	*	23,1 m³/h	18,6 m³/h	19,5 m³/h	16,7 m³/h	DN80
MAX 140	137,79 kW	29,89 kW	4,61	151,33 kW	24,96 kW	6,06	2	*	27,9 m³/h	28,1 m³/h	23,7 m³/h	20,3 m³/h	DN80
MAX 170 DUO	169,64 kW	36,64 kW	4,63	171,53 kW	31,53 kW	5,44	4	*	34,4 m³/h	27,8 m³/h	29,2 m³/h	25,0 m³/h	DN80
MAX 220 DUO	226,84 kW	49,10 kW	4,62	229,52 kW	43,43 kW	5,28	4	*	45,1 m³/h	37,2 m³/h	39,1 m³/h	33,4 m³/h	DN100
MAX 280 DUO	275,59 kW	59,78 kW	4,61	286,58 kW	52,44 kW	5,27	4	*	55,8 m³/h	45,0 m³/h	47,5 m³/h	40,5 m³/h	DN100

*Tabla 3.1. Características bomba de calor Terra SW Max
 Fuente. Catálogo enertres*

3.2. Dimensionado del circuito de sondas térmicas

Las sondas geotérmicas se han dimensionado en función de la potencia de la bomba de calor y del caudal que puede circular por la misma.

En lo que se refiere a la potencia, se instalarán un total de 17 sondas de 20 kW cada una, lo que nos supondrá un total de 360 kW (potencia de la bomba).

El tipo de sonda que se ha seleccionado son las sondas DCL de polietileno de alta densidad, cuyas propiedades son las siguientes:

Sonda	Puls. Chd. (kW)	Puls. Frai (kW)	Diam. (mm)	Débit carcasse (l/s)	Débit tubing (l/s)	Perte pression tubing (bar)	Perte pression carcasse (bar)
DCL P10/90	15	12	90	0.70	0.68	0.28	0.38
DCL P15/90	20	17	100	0.95	0.90	0.31	0.45
DCL P10/100	25	21	90	1.20	1.14	0.51	0.41
DCL P10/100M	25	21	90	1.20	1.14	0.51	0.41
DCL P15/100	30	26	100	1.50	1.36	0.65	0.49
DCL P15/100 M	30	26	100	1.50	1.36	0.65	0.49
DCL M2/125	35	30	125	1.75	1.58	0.35	0.49
DCL M2/125M	35	39	125	1.75	1.58	0.35	0.49
DCL M3/125	45	39	125	2.25	2.00	0.46	0.74
DCL M3/125M	45	39	125	2.25	2.00	0.46	0.74

Tabla 3.2. Características sondas DCL
Fuente. Itecon (DCL energía)

Propiedades polietileno de alta densidad (PE100) DCL			
CARACTERÍSTICA	NORMA	UNIDADES	VALOR
DENSIDAD	UNE EN ISO 1183	g/cm ³	> 0.94
PUNTO REBLANDECIMIENTO VICAT	UNE-EN ISO 306	°C	> 110
INDICE DE FLUIDEZ (190°C/2.16 Kg)	UNE EN ISO 1133	g/ 10 min	< 0.5
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	EN ISO 6259	MPa	≥ 15
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	EN ISO 6259	%	≥ 350
COMPORTAMIENTO AL CALOR	EN ISO 2505	%	< 3

Tabla 3.3. Propiedades polietileno de alta densidad
Fuente. Itecon (DCL energía)

En cuanto al dimensionado considerando el caudal, puesto que las bombas de calor permiten circular un caudal de 6,94 l/s por bomba, las dos bombas en conjunto trasegarán un caudal de 13,88 l/s , como se instalarán un total de 17 sondas el caudal mínimo circulante por cada una de las sondas deberá ser de 0,82 l/s, por tanto, el tipo de sonda seleccionada será el tipo DCL P15/90.

3.3. Dimensionado del sistema de frío

Para el dimensionado de los nuevos fancoils agua-aire, se ha tomado como referencia las potencias de frío y de calor que tenían los equipos a los que van a sustituir, en nuestro caso los splits. Estos datos han sido obtenidos de la auditoria energética que se adjuntará como bibliografía, siendo las potencias de frío y calor, 4 y 5 kW respectivamente.

Se instalarán un total de 7 fancoils agua-aire, el mismo numero que splits hay actualmente. Las características de los fancoils son las siguientes:

- Potencia frigorífica total: 4000 W.
- Potencia térmica (T^a entrada = 50°C): 4920 W.
- Potencia térmica (T^a entrada = 70-60°C): 8280 W.
- Caudal máximo: 686 l/h.
- Pérdida de carga máxima: 21,6 kPa.
- Caudal de aire máximo: 620 m³/h.
- Potencia sonora máxima: 56 dB.
- Alimentación: 230 V/50 Hz.
- Potencia ventiladores máxima: 51 W.
- Corriente ventiladores máxima: 0,3 A.
- Contenido en agua: 1,85 l.

Para la instalación de los conductos que suministrarán agua a los fancoils se utilizarán tuberías de PPR.TB 50 de las siguientes características:

Referencia	DN x Esp. (mm)	L (m)	U/B	m/B
PPR.TB16 ▲	16 x 2.7	4.0	25	100
PPR.TB20	20 x 3.4	4.0	25	100
PPR.TB25	25 x 4.2	4.0	20	80
PPR.TB32	32 x 5.4	4.0	10	40
PPR.TB40	40 x 6.7	4.0	5	20
PPR.TB50	50 x 8.4	4.0	4	16
PPR.TB63	63 x 10.5	4.0	3	12
PPR.TB75	75 x 12.5	4.0	2	8
PPR.TB90	90 x 15.0	4.0	1	4
PPR.TB110	110 x 18.3	4.0	1	4
PPR.TB125 ▲	125 x 20.8	4.0	1	4
PPR.TB160 ▲	160 x 26.6	4.0	1	4

Tabla 3.4. Características tuberías PPR.
Fuente. www.egbgroup.com

3.4. Dimensionado de la deshumectadora

Al igual que con el sistema de frío, la deshumectadora se dimensionará partiendo de los datos de la deshumectadora actual, pero con la excepción de que el nuevo equipo será capaz de utilizar como baterías de frío y calor, los focos frío y caliente de la boba de calor. La potencia de la deshumectadora será la misma que el sistema actual de climatización de la piscina. Las características de la nueva deshumectadora serán las siguiente:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Deshumidificación			Recuperación condensador de agua				Potencia calorífica				Otras potencias		Intensidad máx. abs. 400 V III ph [A]	
	Caudal aire nominal [m³/h]	Alto caudal [opc.] [m³/h]	Presión disp. [mm.c.a.]	Potencia calorífica [2] [kW]	Caudal nominal [m³/h]	Pérdida de carga [m.c.a.]	Conex. hidráu.	Recup. circuito de aire potencia calorífica [kW]	Potencia calorífica [3] [kW]	Caudal [m³/h]	Pérdida de carga [m.c.a.]	Conex. hidráu.	Pot. frig. [4] [kW]		Pot. abs. [4] [kW]
BCP 320	16.000	24.000	19,1	39,7	6,8	0,6	DN-50 pvc rosca	69,5	130,2	6,8	1,6	2"	92,1	22,6	87,1
BCP 360	18.000	27.000	17,5	43,1	7,4	0,8	DN-50 pvc rosca	85,5	138,4	7,2	1,8	2"	109,8	26,3	99,1
BCP 400	20.000	30.000	19,7	42,8	7,4	0,8	DN-50 pvc rosca	94,0	145,1	7,5	1,2	2"	115,0	29,3	102,2
BCP 440	22.000	33.000	16,6	44,0	7,6	0,7	DN-50 pvc rosca	111,9	165,3	8,6	1,2	2"	132,2	31,2	102,2
BCP 480	24.000	36.000	17,2	54,2	9,3	0,8	DN-50 pvc rosca	109,7	179,3	9,4	1,4	2"	138,4	33,1	102,2
BCP 555	27.775	41.625	16,5	65,1	11,2	0,7	DN-63 pvc rosca	124,2	211,3	11,0	1,7	2"	140,0	36,9	120,2
BCP 610	30.000	43.000	18,8	65,2	11,2	0,8	DN-63 pvc rosca	148,7	216,7	11,3	1,6	2"	179,9	45,0	144,5

Tabla 3.5. Datos técnicos deshumectadora BCP
Fuente. Catálogo CIAT 2013/2014

Se deberá instalar también un sistema de tuberías de PVC de diámetro nominal 63 mm de rosca. Las características de estas tuberías son las siguientes:

TUBOS DE PVC. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL TUBO A CORTO PLAZO			
Características	Valores	Método de ensayo	Observaciones
Densidad.	De 1,35 a 1,46 kg/dm	UNE 53020/73 método A	De la pared del tubo
Coeficiente de dilatación térmica.	De 60 a 80	UNE 53126/79	En probeta obtenida del tubo
	-6	UNE 53126/79	
Temperatura de reblandecimiento VICAT mínima.	10 por grados C	UNE 53118/78	Bajo peso de 5 kg
	79 grados C		
Módulo de elasticidad lineal a 20°C, mínimo	28.000 kp/cm ²	Del diagrama tensión - deformación del ensayo a tracción.	Módulo tangente inicial
Resistencia a tracción simple mínima.	500 kp/cm ²	UNE 53112/81	Se tomará el menor de las 5 probetas
Alargamiento en la rotura a tracción	80%	UNE 53112/81	Se tomará el menor de las 5 probetas
Absorción de agua, máxima.	40 g/m ²	UNE 53112/81	En prueba a presión hidráulica interior
Opacidad máxima.	0,2%	UNE 53039/55	

Tabla 3.6. Propiedades PVC.
Fuente. www.elorrios.es

CUADRO NUM. 1						
Medida Nominal	Diámetro Exterior mm	Tolerancia mm	Espesor mm	Tolerancia mm	Diámetro Interior Mínimo mm	Longitud Mínima de Embocadura mm
40	40	+ 0,3	1,0	+ 0,5	37	60
50	50	+ 0,3	1,0	+ 0,5	47	75
63	63	+ 0,4	1,3	+ 0,6	59	90
75	75	+ 0,4	1,5	+ 0,7	71	105
90	90	+ 0,5	1,8	+ 0,8	85	115
110	110	+ 0,6	1,9	+ 0,8	105	120
125	125	+ 0,7	2,0	+ 0,8	119	125
140	140	+ 0,8	2,3	+ 0,9	134	125
160	160	+ 0,8	2,5	+ 1,0	153	125

Tabla. 3.7. Características nominales tuberías PVC
Fuente. www.elorrios.es

4. ESTUDIO DE VIABILIDAD

4.1. Obtención del COP de la bomba

Dado que no se disponía de datos de temperaturas de las dependencias interiores del polideportivo, se ha supuesto una temperatura de foco frío en invierno y caliente en verano constante, por lo que el COP de la bomba también se estimara constante a lo largo de todo el año.

A partir del COP de frío y calor de las bombas se ha obtenido el consumo eléctrico de las mismas para cada uno de los meses del año.

	Tª media foco (°C)	COP calor	COP frío	Consumo BC calor (kW)	Consumo BC frío (kW)
ENERO	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
FEBRERO	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
MARZO	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
ABRIL	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
MAYO	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
JUNIO	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
JULIO	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
AGOSTO	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
SEPTIEMBRE	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
OCTUBRE	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
NOVIEMBRE	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
DICIEMBRE	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50
VALOR MEDIO	19,2	4,63	5,44	73,43	62,50

Tabla. 4.1. Tabla COP y consumo BC mensuales

3.2. Obtención consumos

Para la obtención de los consumos futuros se ha procedido a ajustar la demanda total futura de cada uno de los meses con la demanda total obtenida de los datos aportados por el personal del polideportivo. El ajuste se ha llevado a cabo igualando las demandas actuales obtenidas previamente a las demandas que necesitará cubrir las bombas de calor.

De este forma también se han obtenido las horas de requeridas por las bombas de calor y los kW consumidos por las bombas para cada uno de los meses.

DEMANDA TOTAL A CUBRIR									
	Demanda calor (kWh)	Demanda frío (kWh)	Horas calor	Horas frío	Generación BC calor (kWh)	Generación BC frío (kWh)	Consumo BC calor (kWh)	Consumo BC frío (kWh)	Consumo BC TOTAL (kWh)
ENERO	188.343	11.365	554	33	188.343	11.365	40.679	2.089	42.768
FEBRERO	174.378	10.933	513	32	174.378	10.933	37.663	2.010	39.672
MARZO	157.373	9.948	463	29	157.373	9.948	33.990	1.829	35.818
ABRIL	118.828	8.698	349	26	118.828	8.698	25.665	1.599	27.264
MAYO	85.325	8.729	251	26	85.325	8.729	18.429	1.605	20.033
JUNIO	42.733	10.835	126	32	42.733	10.835	9.230	1.992	11.221
JULIO	11.456	13.582	34	40	11.456	13.582	2.474	2.497	4.971
AGOSTO	9.458	13.090	28	39	9.458	13.090	2.043	2.406	4.449
SEPTIEMBRE	26.275	13.147	77	39	26.275	13.147	5.675	2.417	8.092
OCTUBRE	53.906	9.841	159	29	53.906	9.841	11.643	1.809	13.452
NOVIEMBRE	95.536	10.115	281	30	95.536	10.115	20.634	1.859	22.493
DICIEMBRE	139.780	10.715	411	32	139.780	10.715	30.190	1.970	32.160
TOTAL	1.103.390	130.998	3.245	385	1.103.390	130.998	238.313	24.080	262.394

Tabla. 4.2. Tabla para la obtención de los consumos totales de las bombas

Una vez obtenidos los consumos totales de las bombas de calor se añadirán a los consumos de luz calculados en la situación actual.

Cabe destacar que los datos de la siguiente tabla solo reflejan valores de consumos, es decir, no incluyen el término de potencia.

	CONSUMOS ACTUALES (kW)		CONSUMOS FUTUROS (kW)
	LUZ	GAS	LUZ
ENERO	42.725	183.379	82.006
FEBRERO	41.101	175.412	77.869
MARZO	37.397	162.317	71.351
ABRIL	32.699	121.626	59.103
MAYO	32.816	89.469	52.811
JUNIO	30.271	48.134	41.751
JULIO	30.140	14.677	34.959
AGOSTO	28.291	12.117	32.553
SEPTIEMBRE	28.504	27.047	36.669
OCTUBRE	36.997	48.371	50.501
NOVIEMBRE	38.026	89.708	59.668
DICIEMBRE	40.282	131.085	70.202
TOTAL (kW/año)	419.248	1.103.342	669.443
	1.522.590		

Tabla. 4.3. Tabla comparación de consumos actuales y futuros

Dado que no se dispone del precio del kW contratado, para la obtención del termino de potencia futuro se ha estimado un aumento en el coste del termino de potencia de un 36%, que se corresponde al aumento de la potencia contratada necesario para la instalación de las bombas de calor.

	IMPORTES ACTUALES		IMPORTES FUTUROS
	LUZ	GAS	LUZ
ENERO	6.606,15 €	8.219,61 €	10.889,59 €
FEBRERO	6.401,29 €	7.862,52 €	10.158,71 €
MARZO	5.943,04 €	7.275,56 €	9.313,51 €
ABRIL	5.365,47 €	5.451,64 €	7.943,13 €
MAYO	5.288,28 €	4.010,28 €	7.655,27 €
JUNIO	4.967,20 €	2.157,52 €	5.736,41 €
JULIO	4.950,77 €	657,89 €	4.673,23 €
AGOSTO	4.717,43 €	543,14 €	5.439,52 €
SEPTIEMBRE	4.744,33 €	1.212,34 €	5.276,62 €
OCTUBRE	5.815,65 €	2.168,14 €	6.358,78 €
NOVIEMBRE	5.950,43 €	4.020,97 €	8.145,97 €
DICIEMBRE	6.229,96 €	5.875,62 €	8.775,61 €
TOTAL SIN IVA	66.979,99 €	49.455,24 €	90.366,36 €
	116.435,23 €		
TOTAL CON IVA	81.045,79 €	59.840,84 €	109.343,30 €
	140.886,63 €		

Tabla. 4.4. Tabla comparación de importes actuales y futuros



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Grado de Ingeniería de la Energía
Trabajo Final de Grado
LUIS NOBLEJAS ARNALDOS



ANEXO 2: INVENTARIO



INDICE

1. INVENTARIO ACTUAL	3
2. INVENTARIO NUEVA INSTALACION	6

1. INVENTARIO ACTUAL

REFERENCIA	ZONA	CONCEPTO	TEMPERATURA / HUMEDAD	UNIDAD TERMINAL	UNIDAD DE PRODUCCIÓN
1.1	Vestuarios y aseos edificios A, B, C y D	Producción ACS	Invierno y verano: 45±1 °C / NA	DUCHAS Y LAVABOS	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario raqueta 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario raqueta 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario raqueta 3	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario raqueta 4	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario personal 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario personal 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario vaso grande 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario vaso grande 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario vaso pequeño 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario vaso pequeño 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOILI	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT

1.4	Vestuario árbitro 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.4	Vestuario árbitro 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.2	Vasos piscina	Calentamiento o vasos	Invierno y verano 28-1 °C (grande) 30-1 °C (peq.)	-	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
1.3	Ambiente piscina	Calefacción ambiente	Invierno y verano: 30±1 °C / 65±5 %	DESHUMEC. (1) COMPISA UD-60C+FRF	CALDERA (2) YGNIS EMR600/6PT
3	Ambiente piscina	Deshumec. ambiente	Invierno y verano: 30±1 °C / 65±5 %	DESHUMEC. (1) COMPISA UD-60C+FRF	DESHUMECT ADORA (1) COMPISA UD-60C+FRF
2	Sala de musculación	Renovación aire ambiente		RENOVACIÓN AIRE	=
2	Cafetería	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	CLIMATIZ TECNIVEL KHS 3B	<u>Antiguamente</u> BOMBA DE CALOR REVERSIBLE (1) CLIMAVENET A HPAN/B0252 <u>Actualmente</u> MULTISPLIT (1) MITSUBISHI PUH-P140YHA
4.1	Recepción	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	SPLIT MITSUBISHI PUH-4VKSA-UD / PKH-4FKSA E	SPLIT MITSUBISHI PUH-4VKSA-UD / PKH-4FKSA E
4.2	Dirección	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	SPLIT MITSUBISHI MUH-XU12UV E / MSH-XVI2UV E	SPLIT MITSUBISHI MUH-XU12UV E / MSH-XVI2UV E
4.3	Oficinas recepción	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	SPLIT MITSUBISHI MUH18RVE2 / MSH-18RV E1	SPLIT MITSUBISHI MUH18RVE2 / MSH-18RV E1
4.4	Cuadros eléctricos	Climatización ambiente (solo frío)	Invierno: NA / NA Verano: 26±1 °C / 50±5 %	SPLIT MITSUBISHI MXZ18TV E2 / MSC-18TV E2	SPLIT MITSUBISHI MXZ18TV E2 / MSC-18TV E2

4.5	Sala polivalente	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	SPLIT MITSUBISHI MXZ18TV E2 / MSC-18TV E2	SPLIT MITSUBISHI MXZ18TV E2 / MSC-18TV E2
4.6	Despacho tiro con arco	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	SPLIT MITSUBISHI MUH-09RV E4 / MSC-09RV E4	SPLIT MITSUBISHI MUH-09RV E4 / MSC-09RV E4
4.7	Socorristas	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	SPLIT MITSUBISHI MUH-09RV E4 / MSC-09RV E4	SPLIT MITSUBISHI MUH-09RV E4 / MSC-09RV E4

2. INVENTARIO NUEVA INSTALACION

ZONA/ESPACIO	CONCEPTO	TEMPERATURA / HUMEDAD	UNIDAD TERMINAL	UNIDAD DE PRODUCCIÓN
Vestuarios y aseos edificios A, B, C y D	Producción ACS	Invierno y verano: 45±1 °C / NA	DUCHAS Y LAVABOS	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario raqueta 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario raqueta 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario raqueta 3	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario raqueta 4	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario personal 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario personal 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario vaso grande 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario vaso grande 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario vaso pequeño 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)

Vestuario vaso pequeño 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario arbitro 1	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vestuario arbitro 2	Calefacción ambiente	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: NA / NA	FANCOIL	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Vasos piscina	Calentamiento vasos	Invierno y verano 28-1 °C (grande) 30-1 °C (peq.)	-	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Ambiente piscina	Calefacción ambiente	Invierno y verano: 30±1 °C / 65±5 %	NUEVO CLIMATIZADOR (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Ambiente piscina	Deshumec. ambiente	Invierno y verano: 30±1 °C / 65±5 %	NUEVO CLIMATIZADOR (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Sala de musculación	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	NUEVO CLIMATIZADOR (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Cafetería	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	CLIMATIZADOR TECNIVEL KHS 3B	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Recepción	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	NUEVO FANCOIL (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Dirección	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	NUEVO FANCOIL (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)

Oficinas recepción	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	NUEVO FANCOIL (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Cuadros eléctricos	Climatización ambiente (solo frío)	Invierno: NA / NA Verano: 26±1 °C / 50±5 %	NUEVO FANCOIL (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Sala polivalente	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	NUEVO FANCOIL (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Despacho tiro con arco	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	NUEVO FANCOIL (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)
Socorristas	Climatización ambiente (frío y calor)	Invierno: 21±1 °C / 50±5 % Verano: 26±1 °C / 50±5 %	NUEVO FANCOIL (1)	NUEVAS BOMBAS DE CALOR REVERSIBLES (2)

EQUIPOS DE NUEVA INSTALACIÓN

EQUIPOS QUE SE MANTIENEN (salvo indicación de modificación del técnico)



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Grado de Ingeniería de la Energía
Trabajo Final de Grado
LUIS NOBLEJAS ARNALDOS



PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	4
1.1. Generalidades	4
1.2. El Contratista	4
1.3. El proyectista	6
1.4. El director de obra	7
1.5. Documentación	8
1.5.1. Principios generales	8
1.5.2. Definición de las obras	8
1.5.3. Compatibilidad y prelación de documentos	9
1.6. El director de obra	10
1.6.1. Normas generales	10
1.6.2. Replanteos	11
1.6.3. Programa de trabajo	11
1.6.4. Condiciones de ejecución y recepción de las obras	13
1.6.5. Obras defectuosas o mal ejecutadas	13
1.6.6. Obras urgentes	14
1.6.7. Modificaciones del proyecto	14
1.6.8. Documentación final de la obra	14
1.7. Condiciones económicas	15
1.7.1. Principios generales	15
1.7.2. Fianzas	15
1.7.3. Precio de ejecución de obra	16
1.7.3.1. Composición de los precios unitarios	16
1.7.3.2. Beneficio industrial	17
1.7.3.3. Precio de ejecución material	17
1.7.3.4. Precio de contrata	17
1.7.4. Materiales	19
1.7.5. Obras por administración	19
1.7.5.1. Obras por administración directa	19
1.7.5.2. Obras por administración indirecta	19
1.7.6. Abonos y pagos	22
1.7.7. Indemnizaciones	24
1.8. Otras condiciones	25
1.8.1. Seguro de obras	25
1.8.2. Garantías	26
1.8.3. Responsabilidad civil	27

2. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS	29
2.1. Generalidades	29
2.2. Materiales y equipos	34
2.2.1. Bomba de calor	34
2.2.2. Kit de frio	35
2.2.3. Acumulador de inercia	35
2.2.4. Sondas geotérmicas	36
2.2.5. Fancoils	37
2.2.6. Deshumectadora	38
2.2.7. Tuberías	40
2.2.8. Cámara de registro	43
2.2.9. Válvulas	43
2.2.10. Sistema de purgas	43
2.2.11. Colector de caudal	44
2.2.12. Monitorización	45
2.3. Obras	46
2.3.1. Descripción de la obra	46
2.3.2. Ejecución de la obra	46
2.3.2.1. Perforaciones	46
2.3.2.2. Encamisado	47
2.3.2.3. Cimentación y cierre	48

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

1.1. Generalidades

Art.1. Los Pliegos de Condiciones Técnicas que se desarrollan en este proyecto tienen por objeto la regulación de la ejecución de las obras e instalaciones del “Estudio de incorporación de energías renovables mediante bomba de calor para la climatización del Polideportivo de Nazaret”.

Art.2. En función del artículo 66 del Reglamento General de Contratos del Estado, se establecen los contenidos de los Pliegos de Condiciones Técnicas Generales de aplicación, y además los del Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Art.3. Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el Contratista a quien se adjudique la obra el cual deberá hacer constar que las conoce por escrito y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas, en la propuesta que formule y que sirva de base para la adjudicación.

1.2. El Contratista

Las empresas ofertantes de los trabajos a realizar en las instalaciones de climatización de los locales en cuestión deberán atenerse a las condiciones, tanto de características administrativas como técnicas que se reflejan en el articulado siguiente:

Art. 1. La empresa contratista deberá poseer el documento de calificación empresarial de "Empresa Instaladora, Mantenedora y Reparadora", concedido por el Ministerio de Industria y Energía, en las condiciones que expone el "Reglamento e Instrucciones Técnicas de las Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria”.

Así mismo, deberá velar por el seguimiento del planing de ejecución de obra especificado en el apartado correspondiente del presente proyecto.

Art.2. El cuerpo normativo que constituye el contenido del presente Pliego de Condiciones Técnicas Generales es el formado por toda la LEGISLACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO que sea de aplicación al presente proyecto en la fecha de la firma del Contrato de adjudicación de las obras. Con carácter complementario será de aplicación:

- El Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura vigente.
- El Pliego de Condiciones de la Edificación, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Ingenieros y Arquitectos, y adoptado en las obras de la Dirección General de Arquitectura vigente.
- El Pliego de Condiciones Generales de índole facultativa compuesto por el Centro de Estudios de la Edificación, vigente.

Art.3. Si entre la normativa de aplicación existiese contradicción, será la Dirección Facultativa quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el Libro de Ordenes.

Art.4. Será responsabilidad del Contratista, cualquier decisión tomada en todos los supuestos anteriores, si ésta no está firmada en el libro de Ordenes por la Dirección Facultativa, y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que deriven de las órdenes, que debe tomar la Dirección Facultativa para corregir la situación creada.

Art.5. Cualquier condición técnica comentada en el presente pliego se entenderá como mínima y será debidamente concretada en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Art.6. El Contratista antes de proceder a la ejecución de los trabajos presentará a la Dirección Facultativa toda la información técnica, referente a planos de taller, detalles constructivos muestras de los materiales, catálogos actualizados con las características técnicas y de detalle, de los equipos de producción en serie o no, a instalar, siendo de su responsabilidad cualquier decisión tomada, sin la autorización previa de la Dirección Facultativa, que será reflejada en el Libro de Ordenes.

Art.7. El Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa, los impresos normalizados, con justificante de liquidación, modelo TC1 y TC2 de cotización de la Seguridad Social, en el que figuren datos de alta todos los operarios que trabajen en la obra, el retraso u omisión, será objeto de sanción, de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

Art.8. El Contratista deberá cumplir con lo dispuesto en las Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ordenanzas Laborales y acuerdos de Convenios Colectivos del Sector.

1.3. El proyectista

Art.1. 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.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

1.4. El director de obra

Art.1. 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 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.
- 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 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 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 obra, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la obra y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro de la obra, y será entregada a los usuarios finales de la obra.

1.5. Documentación

1.5.1. Principios generales

Art.1. Los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares se establecen para la regulación de los trabajos de suministro y colocación de las unidades de obra afectas a la instalación.

Art.2. Si entre el Pliego de Condiciones Generales y el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que, por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el Libro de Ordenes.

Art.3. Si entre el Pliego de Condiciones Generales y el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares existiese contradicción será la Dirección Facultativa, quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el libro de Ordenes.

Art.4. Será responsabilidad del contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores, si ésta no está firmada en el libro de Ordenes por la Dirección Facultativa, y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias, que se deriven de las ordenes que deba tomar la Dirección Facultativa, para corregir la situación creada.

1.5.2. Definición de las obras

Art.4. Las obras e instalaciones del proyecto quedan definidas en los documentos: Memoria, Cálculos justificativos, Pliegos de condiciones, Cuadro de Precios, Estado de Mediciones, Presupuesto y Planos, referidos a tales obras.

Art.5. Las interpretaciones técnicas del proyecto y sus anexos corresponden únicamente a la Dirección Facultativa, a la que el Contratista debe obedecer en todo momento. Cuando se juzgue conveniente las interpretaciones se comunicarán por escrito al Contratista, quedando este 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 e instrucciones que reciba por escrito, tanto de los encargados de la vigilancia delegados como de la Dirección Facultativa.

1.5.3. Compatibilidad y prelación de documentos

Art.6. En el caso de contradicciones o incompatibilidad entre los documentos del presente proyecto, se tendrá en cuenta lo siguiente.

Art.7. El Contratista tendrá la obligación de recalcular el proyecto, y en el caso de existir discrepancias, comunicarlos a la Dirección Facultativa antes de comenzar los trabajos, igualmente deberá confeccionar cuantos documentos, planos de detalle y montaje sean necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, a juicio y bajo la tutela de la Dirección Facultativa.

Art.8. Los documentos correspondientes a **PLIEGOS DE CONDICIONES, CUADRO DE PRECIOS Y PRESUPUESTO**, tienen prelación sobre los demás documentos del proyecto en lo que se refiere a los materiales a emplear y su ejecución.

Art.9. El documento **PLANOS** tiene prelación sobre los demás documentos del proyecto en lo que se refiere a dimensionamiento en caso de incompatibilidad entre los mismos.

Art.10. El documento **CUADRO DE PRECIOS y ESTADO DE MEDICIONES**, tienen prelación sobre cualquier otro documento, en lo que se refiere a precios de las unidades de obra, así como el criterio de medición de las mismas.

Art.11. Debido a la presentación esquemática en algunos de los documentos del proyecto, el Contratista debe estudiar, cuidadosamente, los elementos no básicos pero si necesarios y fundamentales, que no se detallan en dichos planos, y que en la buena práctica de la **INGENIERÍA**, son necesarios para la realización correcta de las obras e instalaciones, los cuales se dan por incluidos en los precios de las unidades de obra; todos los elementos especificados y no dibujados, o dibujados y no especificados, se darán por incluidos en los precios de la unidades de proyecto, como si hubieran sido especificado y dibujado.

1.6. El director de obra

1.6.1. Normas generales

Salvo que en el resto de los documentos contractuales (Contrato, Pliego de Cláusulas Administrativas, etc..) se establezca expresamente lo contrario:

Art.1. El Contratista deberá gestionar a su costa todas las condiciones técnicas y administrativas necesarias para la ejecución de las obras y entrega de la misma a la Propiedad en condiciones de legalidad y uso inmediato. Especialmente deberá hacerse cargo de:

- Licencia de Obras
- Coste de redacción de los proyectos de legalización de las instalaciones y expedición de los certificados finales de obra ante la delegación de Industria.
- Coste de redacción de los proyectos de legalización de las instalaciones y expedición de los certificados finales de obra ante la delegación de Industria.

Art.2. Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de ejecución de muestras tanto a petición de la Dirección Facultativa como por iniciativa del Contratista, los de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de energía y los gastos originados por la liquidación, así como los de la retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

Art.3. El Contratista realizará a su costa y entregará una copia en color de tamaño veinticuatro por dieciocho centímetros (24 x 18 cm) de una colección de como mínimo doce (12) fotografías, de la obra ejecutada cada mes, o reportaje audiovisual de duración > a 20 minutos.

Los negativos serán también facilitados por el Contratista a la Dirección Facultativa.

Art.4. El Contratista presentará un Plan de Control de Calidad que se ajuste a los criterios de realización de ensayos y análisis fijados por los Pliegos de Condiciones Técnicas del Proyecto para la aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

Una vez aprobado se elegirá el laboratorio o laboratorios (nacionales o extranjeros) que sea capaz de asumirlo con la única condición, de ser admitido por la Dirección Facultativa.

1.6.2. Replanteos

Art.5. Como actividad previa a cualquier otra de la obra, por la Dirección de la misma, se procederá en presencia del Contratista y Dirección Facultativa a efectuar la comprobación del replanteo hecho previamente a la iniciación de las obras extendiéndose acta del resultado que será firmada por las partes interesadas.

Art.6. Cuando de dicha comprobación se desprenda la viabilidad del Proyecto a juicio del Director de las obras y sin reserva por el Contratista, se dará comienzo a las mismas, empezándose a contar a partir del día siguiente a la firma del acta de comprobación del replanteo, el plazo de ejecución de las obras.

Art.7. Durante el curso de las obras se ejecutarán todos los replanteos parciales que se estimen precisos. El suministro, gasto del material y de personal que ocasionen los replanteos corresponden siempre al Contratista que está obligado a proceder en estas operaciones, obedeciendo las instrucciones de la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán continuar los trabajos.

1.6.3. Programa de trabajo

Art.8. El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa en el plazo máximo de una semana, a contar desde la firma del Contrato, un programa de trabajo método GANDTT en el que se especifiquen los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras compatibles con los meses fijados y plazo total de ejecución por parte del Contratista.

Art.9. Aprobado el programa según método GANDTT por la Dirección Facultativa, deberá el contratista desarrollar su contenido en un plan de trabajo exhaustivo con red de precedencias, tipo PERT. Para ello dispondrá de un mes a partir de la aprobación del método GANDTT.

Art.10. Este plan, una vez aprobado por la Administración se incorporará al Pliego de Condiciones de Proyecto y adquirirá, por tanto, carácter contractual y en consecuencia se constituirá en referencia básica para la aplicación de las bonificaciones o penalizaciones en el caso de que éstas estén previstas en el resto de la documentación contractual.

Art.11. Adjunto al Plan de Trabajo el Contratista deberá aportar el equipo de trabajo que deberá hacerse cargo de la obra haciendo constar nombre y apellidos y DNI como mínimo de:

- Jefe de Obra
- Jefe de Ejecución de Instalaciones
- Encargado de Obra

El Jefe de Ejecución de Instalaciones será un Ingeniero Industrial o Ingeniero Técnico Industrial de probada experiencia según curriculum. La titulación será necesaria pero no suficiente, pudiendo ser rechazada la propuesta del Contratista si la Dirección Facultativa lo estima oportuno.

Art.12. El equipo presentado deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa y la Contrata no podrá cambiarlo ni adscribirlo parcialmente a obra diferente sin el consentimiento expreso de la Dirección Facultativa, que en su caso lo hará constar el Libro de Ordenes de Dirección de la Obra; las incidencias surgidas, y en general todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización de las obras, se harán constar en el Libro de Ordenes de la Dirección de Obra.

Art.13. A tal efecto, a la formalización del Contrato se diligenciará dicho libro, el cual se entregará a la contrata en la fecha de comienzo de las obras para su conservación en la oficina de obra, donde estará a disposición de la Dirección Facultativa.

Art.14. El Director de la Obra y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las obras, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación del Proyecto, así como de las órdenes que necesiten dar al Contratista respecto a la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.

Art.15. También estará dicho libro, con carácter extraordinario, a disposición de cualquier autoridad que debidamente designada para ello tuviera que ejecutar algún trámite e inspección en relación con la obra.

Art.16. Las anotaciones en el Libro de Ordenes, Asistencias e Incidencias, darán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del Contrato. Sin embargo, cuando el Contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que apoyen su postura aportando las pruebas que estime pertinentes. El efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este libro no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Ordenes.

1.6.4. Condiciones de ejecución y recepción de las obras

Art.17. Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los Planos y Pliegos de Condiciones o que, por uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario, deberán ser ejecutados a su costa como si hubieran sido completa y correctamente especificados en Planos y Pliego de Condiciones.

Art.18. En los anexos a este Pliego se desarrollan las condiciones específicas de recepción de materiales y unidades de obra y las pruebas necesarias para la recepción de la obra en su conjunto.

1.6.5. Obras defectuosas o mal ejecutadas

Art.19. Cuando por cualquier causa, alguna de las unidades de obra, bien debido a los materiales que la componen, bien debido a la ejecución de la misma, no cumpliera las condiciones establecidas en los Pliegos de Condiciones del presente Proyecto, el Director de las obras determinará si se rechaza o acepta la unidad de obra defectuosa.

Art.20. Cuando la unidad de obra defectuosa sea objeto de rechazo por la Dirección, los gastos de demolición y reconstrucción de la misma serán de cuenta del Contratista.

Art.21. Si la Dirección estima que la unidad de obra defectuosa es, sin embargo, admisible, el Contratista queda obligado a aceptar una rebaja del precio de dicha unidad, consistente en un veinticinco por ciento (25%), de descuento sobre el precio resultante de la licitación, salvo que se manifieste porcentaje distinto de descuento en los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares adicionales del proyecto.

1.6.6. Obras urgentes

Art.22. El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales, cuando la Dirección de las Obras lo disponga la ejecución de apeos, apuntalamiento, derribos, recalzos o cualquier otra obra urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será asignado al ejecutarse la unidad de obra completa correspondiente.

1.6.7. Modificaciones del proyecto

Art.23. El Contratista, a petición de la Propiedad, está obligado a la ejecución de modificaciones que produzcan bien aumento o reducción y aún supresión de las unidades de obra comprendidas en el Proyecto, o bien introducción de unidades no comprendidas en la contrata, no teniendo el Contratista derecho alguno a reclamar ninguna indemnización sin perjuicio de lo que se establece en los Art. 157 y 161 del Reglamento General de Contratación del Estado.

Art.24. Cuando las modificaciones del Proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en el cuadro de precios, de la fecha de licitación, los precios de las unidades se confeccionarán con las alzas o bajas realizadas, objeto del contrato, tomando como referencia las bases estadísticas del IVE en la fecha de licitación.

Art.25. La aplicación de las condiciones establecidas en el presente párrafo y anterior, vacía de contenido la parte del Art. 150 del Reglamento General de Contratación del Estado que permite al Contratista quedar exonerado de ejecutar nuevas unidades de obra a los precios aprobados por la Administración, sin perjuicio de los límites establecidos en el artículo nº 157 del RCE.

1.6.8. Documentación final de la obra

Art.26. El Contratista está obligado a la actualización global del documento de Proyecto según se desarrolle la obra a fin de entregar a la propiedad en la fecha de la recepción provisional de las obras un ejemplar reproducible y siete (7) copias debidamente encuadernadas del documento de Proyecto actualizado, una (1) copia visada de cada uno de los expedientes de legalización de las instalaciones, certificados de pruebas, ajustes de los equipos, homologaciones, listado de materiales fundamentales, con registro de procedencia de fabricación, almacenistas distribuidores, con sede central y delegado en la Comunidad Valenciana, catálogos técnicos de detalle, puesta en marcha, cuadrantes de mantenimiento preventivo, vidas medias de los equipos, índices de averías, listado de repuestos y manuales de formación al personal, conducción y mantenimiento.

Art.27. Estos documentos deberán contar con la aprobación y la conformidad de la Dirección Facultativa para entrega a la propiedad.

1.7. Condiciones económicas

1.7.1. Principios generales

Art.1. 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.

1.7.2. Fianzas

Art.2. 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 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.

Art.3. 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 el 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 deposito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

Art.4. Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra de Obra, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho la Propiedad, 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.

Art.5. 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...

Art.6. Si la Propiedad, con la conformidad del Director de Obra de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.7.3. Precio de ejecución de obra

1.7.3.1. Composición de los precios unitarios

Art.7. 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:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) 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.

- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) 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.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- a) 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:

- b) 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).

1.7.3.2. 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.

1.7.3.3. Precio de ejecución material

Se denominará Precio de Ejecución Material el resultado es la suma de los costes directos e indirectos.

1.7.3.4. 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.

Art.8. 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.

Art.9. Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de Obra de Obra, 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 Director de Obra de Obra 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 precios contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Art.10. 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.

Art.11. 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 Técnicas Particulares.

Art.12. 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 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.

1.7.4. Materiales

Art.13. 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 la Propiedad son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista

1.7.5. Obras por administración

Art.14. Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente la Propiedad, bien por sí o por un representante suyo, o bien por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa
- b) Obras por administración delegada o indirecta

1.7.5.1. Obras por administración directa

Art.15. Se denomina “Obras por Administración Directa” aquellas en las que la Propiedad por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Director de Obra de Obra, 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 Contratista, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente de la Propiedad , 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.

1.7.5.2. Obras por administración indirecta

Art.16. Se entiende por “Obra por Administración delegada o indirecta” la que conviene un Propietario y un Contratista 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 de la Propiedad, la obligación de abonar directamente o por mediación del Contratista todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose la Propiedad la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Director de Obra de Obra 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 Contratista, 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 de la Propiedad un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Contratista.

Art.17. 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 Económicas” vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Contratista a la Propiedad, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Director de Obra de Obra o la Asistencia Técnica en su caso:

- 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 la 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, 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 Contratista, ya que su abono es siempre por cuenta de la Propiedad.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Contratista 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 Contratista originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Art.18. Salvo pacto distinto, los abonos al Contratista de las cuentas de Administración delegada los realizará la Propiedad mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por la Propiedad o por su delegado representante.

Independientemente, el Director de Obra de Obra o la Asistencia Técnica en su caso, 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 Contratista salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Art.19. No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva la Propiedad para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Contratista se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar a la Propiedad, o en su representación al Director de Obra de Obra, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Art.20. Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista al Director de Obra de Obra, 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 Contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de Obra de Obra.

Si hecha esta notificación al Contratista, 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 Contratista 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.

1.7.6. Abonos y pagos

Art.21. 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:

- a) 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.
- b) 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.
- c) Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable 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.
- d) 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 Director de Obra. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- e) Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente “Pliego General de Condiciones económicas” determina.
- f) Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Art.22. Salvo lo preceptuado en el “Pliego de Condiciones Particulares Económicas”, 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:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

- c) 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 Director de Obra 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.

Art.23. 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 la Propiedad 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.

Art.24. Los pagos se efectuarán por la Propiedad en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director de Obra o, en su caso la Asistencia Técnica, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

Art.25. Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- a) 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 Director de Obra 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.

- b) Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso de la obra, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

- c) 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.

1.7.7. Indemnizaciones

Art.26. 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.

Art.27. Si la Propiedad 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.

1.8. Otras condiciones

1.8.1. Seguro de obras

Art.28. 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 de la Propiedad, 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, la Propiedad 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 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 Director de Obra.

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 de la obra 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 de la Propiedad, al objeto de recabar de ésta 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.

Art.29. Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que la obra no haya sido ocupado por la Propiedad antes de la recepción definitiva, el Director de Obra, en representación de la Propiedad, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la vigilancia, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista la obra, 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 Director de Obra fije.

Después de la recepción provisional de la obra y en el caso de que la conservación de ésta corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su vigilancia y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no la obra, está obligado el Contratista a revisar y reparar ésta, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente “Pliego de Condiciones Económicas”.

1.8.2. Garantías

Art.30. 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:

- a) 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.
- b) 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.

- c) 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 de la obra.

Art.31. 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).

Art.32. 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 y el Director de Obra marcará al Contratista 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.

1.8.3. Responsabilidad civil

Art.33. 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.

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 Contratista responderá directamente de los daños materiales causados en la obra 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 Contratista subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente 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 que suscriba el certificado final de obra será responsable 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.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

2.1. Generalidades

Art.1. El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares de Instalaciones tiene por objeto la regulación y control de los materiales y de las unidades de obra intervinientes.

Art.2. Si por omisión o por decisión de la Dirección Facultativa se tuviera que hacer uso de algún material o ejecutar alguna unidad de obra no contempladas en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, será de obligado cumplimiento por parte del Contratista de las obras, las condiciones referentes a los conceptos antes citados contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales, y en las Fichas correspondientes de los Libros de Control de Calidad.

Art.3. Si entre las condiciones de aplicación existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el Libro de Ordenes.

Art.4. Si entre las condiciones de aplicación existiesen contradicciones será la Dirección Facultativa quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el Libro de Ordenes.

Será responsabilidad del Contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores, (Art.3 y 4) si esta no esta firmada en el Libro de Ordenes por la Dirección Facultativa y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que se deriven de las órdenes que debe tomar la Dirección Facultativa para corregir la situación creada.

Art.5. Todos los materiales y equipos suministrado por el Contratista serán nuevos, normalizados en lo posible y de marcas de reconocida calidad y garantía.

Art.6. La maquinaria, materiales o cualquier otro elemento, en el que sea definible una calidad, será el indicado en el Proyecto, si el contratista propusiese uno de calidad similar, deberá ser aprobado por escrito, por la Dirección Facultativa y anotado en el Libro de Ordenes.

Por lo tanto, todo elemento especificado o no, deberá ser aprobado, explícitamente por la Dirección Facultativa. Si el Contratista lo ejecutase sin esta aprobación de la Dirección Facultativa, esta se reserva el derecho de aceptación, en el caso de no aceptación, será retirado sin ningún coste o perjuicio, dado que ellos serán responsabilidad única y exclusiva del Contratista. En cualquiera de los casos, se dejará constancia de la incidencia en el Libro de Ordenes de la Dirección de Obra.



Art.7. Dichos materiales y equipos llevarán rótulos fijos con las características principales y marca del fabricante.

Art.8. Todos los trabajos serán realizados por personal de conocimientos adecuados de su especialidad, siguiendo las técnicas más modernas en cuanto a la fabricación de equipos de alta calidad e instalaciones.

Art.9. Si el contratista subcontratase alguno de los trabajos descritos en los documentos del presente proyecto, estará obligado a presentar a la Dirección Facultativa, una relación de las empresas propuestas para la realización de dichos trabajos antes del inicio de los mismos, teniendo esta la potestad para rechazar cualquiera de las empresas por causa justificada, entendiéndose por ellas: que no sean homologadas, que no sean autorizadas por las Corporaciones que regulen los trabajos o que no puedan realizar a criterio de la Dirección Facultativa correctamente los trabajos correspondientes.

Art.10. El Contratista deberá garantizar a la Dirección Facultativa el libre acceso a todas las áreas de los talleres donde se fabriquen los componentes del suministro para inspeccionar los materiales, construcción y pruebas. Esta facilidad de inspección no relevará al Contratista de su responsabilidad en el cumplimiento de las obligaciones de control, debiendo facilitar a la Dirección Facultativa los certificados de inspección de los ensayos en taller o los certificados de homologación de los equipos de serie normalizados.

Art.11. El hecho de que la Dirección Facultativa haya testificado las pruebas o no haya rechazado cualquier parte del equipo o instalación, no eximirá al Contratista de la responsabilidad de suministrar los equipos de acuerdo con este Pliego de Condiciones y los requisitos del Contrato.

Art.12. Todos los equipos se transportarán adecuada y cuidadosamente embalados. Los embalajes serán aptos para resistir los golpes que puedan originarse en las operaciones de carga, transporte, descarga y manipulación. Las piezas que puedan sufrir corrosión se protegerán adecuadamente, antes de su embalaje, con grasa u otro producto adecuado. Todas las superficies pulidas y mecanizadas se revestirán con un producto anticorrosivo.

Se prestará especial atención al embalaje de instrumentos, equipos de precisión, motores eléctricos, etc., por los daños que puedan producirles el no mantenerlos en una atmósfera libre de polvo y humedad.

Art.13. Para la implantación y disposición de los equipos, véanse los planos correspondientes. Estos planos no intentan definir el equipo a ser suministrado, sino que son únicamente ilustrativos para mostrar la disposición general del mismo. El Contratista realizará el transporte, la descarga, el montaje y la instalación de acuerdo con las instrucciones escritas del Fabricante. El Contratista será responsable de los alineamientos, ajustes, inspección, ensayos en obra y en general de todo aquello relacionado con la calidad de la instalación.

Art.14. El Contratista se responsabilizará de suministrar, instalar y ensayar cualquier equipo, material, trabajo o servicio que sea necesario para el buen funcionamiento de las instalaciones, se indique o no explícitamente en el presente Pliego, de tal modo que, una vez realizadas las operaciones de montaje y pruebas, queden todos los equipos e instalaciones en condiciones definitivas de entrar en funcionamiento normal de servicio.

Art.15. Cualquier limitación, exclusión, insuficiencia o fallo técnico a que dé lugar el incumplimiento de lo especificado en el párrafo anterior, será motivo de la total responsabilidad del Contratista.

Art.16. Además del suministro y montaje de los distintos equipos y aparatos, el Contratista deberá suministrar en su caso las herramientas especiales necesarias para entretenimiento y conservación, así como todos los elementos y utillajes especiales para el desmontaje de las piezas o conjuntos que así lo requieran durante la explotación.

Art.17. Los aparatos, materiales y equipos que se instalen, se protegerán durante el período de construcción con el fin de evitar los daños que les pudiera ocasionar el agua, basura, sustancias químicas o de cualquier otra clase. Los extremos abiertos de los tubos se limpiarán por completo antes de su instalación, en todos los tramos de tubería, accesorios, llaves, etc. La Dirección Facultativa se reserva el derecho de eliminar cualquier material que, por un inadecuado acopiaje, juzgase defectuoso.

Sólo se admitirán modificaciones por los siguientes conceptos:

- a) Mejoras en calidad, cantidad o montaje de los diferentes elementos, siempre que no afecten al presupuesto o en todo caso disminuya de la posición correspondiente, no debiendo nunca repercutir el cambio en otros materiales.

- b) Variaciones en la arquitectura del edificio, siendo la variación de instalaciones definida por la Dirección Facultativa. Estas posibles variaciones, deberán realizarse por escrito acompañadas por la causa, material eliminado, material nuevo, modificación al presupuesto con las certificaciones de precios correspondientes a fechas de entrega, no pudiéndose efectuar ningún cambio si el anterior documento no ha sido aprobado por la Propiedad y Dirección Facultativa y reflejado en el Libro de Ordenes.

Art.18. Será con cargo al Contratista la realización y tramitación del proyecto de las instalaciones para presentar en las Compañías Suministradoras, Delegaciones del Ministerio de Industria y en donde proceda en el Ayuntamiento de la localidad, así como los diversos certificados que se deban presentar en los distintos Organismos Locales, debiendo entregar a la finalización de obra todas las autorizaciones, permisos y licencias del edificio.

Art.19. El Contratista deberá cumplir cuanto se determina en la vigente Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, siendo responsable de cuantos accidentes, daños y perjuicios se produzcan por su negligencia en este aspecto.

Art.20. El Contratista preparará y someterá a aprobación planos de taller completos y detallados de la disposición general del equipo y accesorios suministrados en virtud de estas especificaciones y en las Condiciones Generales.

Art.21. La aprobación de los planos de taller no implica la aprobación de cambios en planos de oferta y especificaciones que no hayan sido claramente incorporados y definidos en los planos de taller presentados para la aprobación.

Art.22. Cualquier modificación de los planos o especificaciones requiere planos de taller. Los planos indicarán detalles de fijación a las estructuras del edificio.

Art. 23. El Contratista establecerá un periodo de aprendizaje para empleados de la Propiedad, al objeto de conocer las operaciones de las instalaciones completas. Las instrucciones serán entregadas o aportadas por el Contratista o por el fabricante en cuestión.

Art. 24. Dará amplia información a los representantes de la Propiedad sobre localización, operación y conservación de la maquinaria, aparatos y trabajos suministrados e instalados por él.



Art. 25. En caso de fallo de cualquier instalación o de algún componente o de su funcionamiento durante el periodo de garantía, el Contratista dispondrá de un servicio competente listo para acudir prontamente a la restauración de todos los elementos y equipos, dejándolos en condiciones de funcionamiento. Si la naturaleza de la avería o fallo es tal que requiera urgencia a criterio de la Propiedad, tal persona quedará disponible inmediatamente a cualquier hora del día y día de la semana. Si el fallo no está cubierto por esta garantía, el coste del servicio recaerá en el Contratista. Si éste no proporciona el servicio en breve tiempo, la Propiedad puede realizarlo con personal contratado por ella., cargando los costos a las retenciones por garantía establecidas.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Bomba de calor

Se instalarán dos bombas de calor geotérmicas de la marca Terra, modelo SW Max 170 DUO, de una potencia nominal de 170 kWp por bomba y una potencia total de 340 kW, en cascada.

Tensión de red / frecuencia: 3~/PE/400V/50Hz. Posibilidad de trabajar en cascada de hasta 4 unidades.

Posibilidad de impulsar a una temperatura máxima de 70 °C. Temperatura mínima de circuito de pozos -5°C. Dispone de todos los elementos de seguridad necesarios y refrigerante R407C libre de CFC. Para ajustar la potencia de salida, las bombas de calor SW Max disponen de dos compresores. Todos los modelos integran de serie la regulación.

Las bombas de calor de la serie profesional se pueden ensamblar en horizontal cuando trabajan en cascada. De esta manera, se facilita el acceso para cualquier tipo de intervención en la parte delantera, ya que las conexiones de la bomba se encuentran todas en la parte posterior. Se trata de una solución ideal para instalaciones con elevadas necesidades energéticas como instalaciones residenciales, comerciales e industriales.

DATOS TÉCNICOS TERRA SW MAX													
Tipo	Potencia nominal	Cons. eléctrico	COP	Potencia nominal	Cons. eléctrico	EER	N° compresores / circuitos / arrancadores	Clase energética	Caudales mínimos		Caudales mínimos		Conexiones Sole/ calefacción e Hidráulicas
									Agua freática	Calefacción frío	Grupo Cerrado	Calefacción frío	
	CIRCUITO CERRADO Con 50°C/W35°C de acuerdo a norma EN14511			FRÍO ** de acuerdo a norma EN14511									
MAX 55	57,87 kW	12,50 kW	4,63	59,65 kW	10,37 kW	5,47	2	A++	12,0 m³/h	16,3 m³/h	10,0 m³/h	14,2 m³/h	2"
MAX 70	73,19 kW	15,91 kW	4,60	81,25 kW	12,40 kW	6,55	2	A++	15,0 m³/h	15,2 m³/h	12,6 m³/h	13,4 m³/h	2"
MAX 85	84,82 kW	18,32 kW	4,63	101,43 kW	14,35 kW	7,07	2	*	17,2 m³/h	17,4 m³/h	14,6 m³/h	15,6 m³/h	2"
MAX 110	113,42 kW	24,55 kW	4,62	132,86 kW	19,91 kW	6,67	2	*	23,1 m³/h	18,6 m³/h	19,5 m³/h	16,7 m³/h	DN80
MAX 140	137,79 kW	29,89 kW	4,61	151,33 kW	24,96 kW	6,06	2	*	27,9 m³/h	28,1 m³/h	23,7 m³/h	20,3 m³/h	DN80
MAX 170 DUO	169,64 kW	36,64 kW	4,63	171,53 kW	31,53 kW	5,44	4	*	34,4 m³/h	27,8 m³/h	29,2 m³/h	25,0 m³/h	DN80
MAX 220 DUO	226,84 kW	49,10 kW	4,62	229,52 kW	43,43 kW	5,28	4	*	45,1 m³/h	37,2 m³/h	39,1 m³/h	33,4 m³/h	DN100
MAX 280 DUO	275,59 kW	59,78 kW	4,61	286,58 kW	52,44 kW	5,27	4	*	55,8 m³/h	45,0 m³/h	47,5 m³/h	40,5 m³/h	DN100

Tabla 2.1. Características bomba de calor SW Max
 Fuente. Catálogo alpha enertres

2.2.2. Kit de frío

Se instalará un kit de frío activo y pasivo sin intercambiadores de la marca Terra modelo SW Max 170 DUO.

2.2.3. Acumulador de inercia

La instalación de la bomba de calor contará con un acumulador de inercia necesario para la producción de frío activo y pasivo de la marca Alpha Innotec modelo DPI-500 F.

Barrera de estratificación horizontal en modelos para calefacción.

Modelos calefacción: Aislado en poliuretano rígido de 50 mm de espesor modelos DPI-200N - DPI-500N y forrado en SKY gris. Aislamiento poliuretano flexible 100 mm modelos DPI-800N a DPI-5000.

Conexiones: 8 conexiones hidráulicas de 1”1/2, 4 conexiones para sondas de 1/2” y toma para purgador y vaciado.

Modelos frío: Aislado en poliuretano rígido de 50 mm modelos DPI-200F - DPI-500F - DPI-750F - DPI-2000F - aislamiento PEXL 30 mm con sistema especial para evitar condensaciones y forrado en SKY gris.

Conexiones: 6 conexiones hidráulicas (DPI-100 F 1”1/4, DPI-200 F 1”1/2, DPI-300 F 2”, DPI-500 F 2”1/2, DPI- 750 F y DPI-1000F 3”, DPI-1500 F y DPI-2000 F 4”), 3 conexiones para sondas de 1/2” y toma para purgador y vaciado.

Temperatura máxima: 95C° Fabricado en acero al carbono.

Acumuladores DPI para CALEFACCIÓN							
Modelo	Artículo	ALT / Ø (mm)*	DIAGONAL (mm)*	PESO (Kg)	P.MÁX (bar)	Precio €	ERP
DPI-100 F	17 20 12 01	1095/500	1250	35	6 bar	454,00 €	C
DPI-200 F	17 20 12 02	1395/550	1550	45	6 bar	692,00 €	C
DPI-300 F	17 20 12 03	1560/600	1700	55	6 bar	851,00 €	C
DPI-500 F	17 20 12 05	1840/700	2000	100	6 bar	1.164,00 €	D
DPI-750 F	17 20 12 07	1725/850	1840	170	3 bar	1.696,00 €	G
DPI-1000 F	17 20 12 10	1975/850	2200	190	3 bar	1.795,00 €	G
DPI-1500 F	17 20 12 15	2090/1060	2110	240	3 bar	2.989,00 €	G
DPI-2000 F	17 20 12 20	2405/1160	2530	330	3 bar	3.140,00 €	G

*Tabla 2.2. Características acumulador de inercia
 Fuente. Catalogo alpha innotec*

2.2.4. Sondas geotérmicas

Las sondas geotérmicas a instalar serán de tipo DCL y estarán compuestas de polietileno de alta densidad (PE-100).

Se instalarán un total de 6 sondas DCL modelo P15/90 con una longitud de 30 m por sonda.

Sonde	Puls. ChdL (kW)	Puls. Frai (kW)	Diam. (mm)	Débit carcasse (l/s)	Débit tubing (l/s)	Perte pression tubing (bar)	Perte pression carcasse (bar)
DCL P10/90	15	12	90	0.70	0.68	0.28	0.38
DCL P15/90	20	17	100	0.95	0.90	0.31	0.45
DCL P10/100	25	21	90	1.20	1.14	0.51	0.41
DCL P10/100M	25	21	90	1.20	1.14	0.51	0.41
DCL P15/100	30	26	100	1.50	1.36	0.65	0.49
DCL P15/100 M	30	26	100	1.50	1.36	0.65	0.49
DCL M2/125	35	30	125	1.75	1.58	0.35	0.49
DCL M2/125M	35	39	125	1.75	1.58	0.35	0.49
DCL M3/125	45	39	125	2.25	2.00	0.46	0.74
DCL M3/125M	45	39	125	2.25	2.00	0.46	0.74

*Tabla 2.3. Características sondas DCL
 Fuente. Itecon (DCL energía)*

Propiedades polietileno de alta densidad (PE100) DCL			
CARACTERÍSTICA	NORMA	UNIDADES	VALOR
DENSIDAD	UNE EN ISO 1183	g/cm ³	> 0,94
PUNTO REBLANDECIMIENTO VICAT	UNE-EN ISO 306	°C	> 110
INDICE DE FLUIDEZ (190°C/2.16 Kg)	UNE EN ISO 1133	g/ 10 min	< 0,5
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	EN ISO 6259	MPa	≥ 15
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	EN ISO 6259	%	≥ 350
COMPORTAMIENTO AL CALOR	EN ISO 2505	%	< 3

*Tabla 2.4. Propiedades polietileno de alta densidad
 Fuente. Itecon (DCL energía)*

2.2.5. *Fancoils*

Se instalarán 7 fancoils de la marca HITECSA modelo FPWS 40 de las siguientes características:

- Potencia frigorífica total: 4000 W.
- Potencia térmica (T^a entrada = 50°C): 4920 W.
- Potencia térmica (T^a entrada = 70-60°C): 8280 W.
- Caudal máximo: 686 l/h.
- Pérdida de carga máxima: 21,6 kPa.
- Caudal de aire máximo: 620 m³/h.
- Potencia sonora máxima: 56 dB.
- Alimentación: 230 V/50 Hz.
- Potencia ventiladores máxima: 51 W.
- Corriente ventiladores máxima: 0,3 A.
- Contenido en agua: 1,85 l.

2.2.6. *Deshumectadora*

- Se instalará una deshumectadora modelo BCP-555. Con las siguientes características:
- Carrocería de panel sándwich fabricado en chapa de acero galvanizado de 1 mm con pintura poliéster en exterior e interior y aislamiento de fibra de vidrio de 25 mm.
- Chasis autoportante y puertas con bisagras para acceso a las distintas secciones del equipo y cierres con juntas de goma en todos los paneles y puertas para asegurar la estanqueidad.
- Cubre-juntas de chapa entre módulos para instalación en exterior.
- Filtro G3 reutilizable, montado sobre un bastidor.
- Batería de frío de expansión directa con tubos de cobre y aletas de aluminio con protección de poliuretano.
- Bandeja de recogida de condensados en acero inoxidable con orificio de salida. Esta bandeja está inclinada hacia el desagüe para que no quede agua estancada en la bandeja, evitando así problemas sanitarios.
- Batería condensadora con tubos de cobre y aletas de aluminio, con protección de poliuretano (condensador de aire) y de placas soldadas (condensador de agua).
- Ventilador centrífugo de chapa galvanizada con acoplamiento al motor mediante poleas y correas. Conjunto montado sobre antivibratorios y unido al panel mediante conducto flexible.
- Compuerta de by-pass de aire de ajuste manual.
- Equipos de tres circuitos frigoríficos:
 - Todos los circuitos participan en la deshumectación del aire al evaporar sobre una batería de tres circuitos.
 - Uno de los circuitos condensa sobre un intercambiador de placas de acero inoxidable especial SMO-254 termosoldado con cobre que, alimentado con el agua de la piscina, recupera parte de la energía consumida en el proceso de evaporación.

- Los otros dos circuitos condensan sobre una batería de aire colocada a la salida del aire procedente del evaporador, calentando el aire frío y seco de salida del mismo antes de impulsarlo a la batería de agua opcional.
- Tres compresores herméticos scroll, con aislamiento térmico, protección integral de la temperatura del motor montados sobre soportes antivibratorios.
- Válvula de expansión termostática con igualación externa.
- Filtro deshidratador antiácido.
- Presostatos de alta y baja presión.
- Interruptor general de puerta de cuadro eléctrico. -Magnetotérmicos de protección de línea de alimentación de compresor(es) y motor de ventilador(es).
- Interruptor automático circuito de mando.
- Termostato de temperatura límite de entrada a batería de deshumidificación.
- Doble puerta de acceso al ventilador.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Deshumidificación			Recuperación condensador de agua				Potencia calorífica				Otras potencias		Intensidad máx. abs. 400 V III ph [A]	
	Caudal aire nominal [m³/h]	Alto caudal [opc.] [m³/h]	Presión disp. [mm.c.a.]	Potencia calorífica [2] [kW]	Caudal nominal [m³/h]	Pérdida de carga [m.c.a.]	Conex. hidrául.	Recup. circuito de aire potencia calorífica [kW]	Potencia calorífica [3] [kW]	Caudal [m³/h]	Pérdida de carga [m.c.a.]	Conex. hidrául.	Pot. frig. [4] [kW]		Pot. abs. [4] [kW]
BCP 320	16.000	24.000	19,1	39,7	6,8	0,6	DN-50 pvc rosca	69,5	130,2	6,8	1,6	2"	92,1	22,6	87,1
BCP 360	18.000	27.000	17,5	43,1	7,4	0,8	DN-50 pvc rosca	85,5	138,4	7,2	1,8	2"	109,8	26,3	99,1
BCP 400	20.000	30.000	19,7	42,8	7,4	0,8	DN-50 pvc rosca	94,0	145,1	7,5	1,2	2"	115,0	29,3	102,2
BCP 440	22.000	33.000	16,6	44,0	7,6	0,7	DN-50 pvc rosca	111,9	165,3	8,6	1,2	2"	132,2	31,2	102,2
BCP 480	24.000	36.000	17,2	54,2	9,3	0,8	DN-50 pvc rosca	109,7	179,3	9,4	1,4	2"	138,4	33,1	102,2
BCP 555	27.775	41.625	16,5	65,1	11,2	0,7	DN-63 pvc rosca	124,2	211,3	11,0	1,7	2"	160,0	36,9	120,2
BCP 610	30.000	43.000	18,8	65,2	11,2	0,8	DN-63 pvc rosca	148,7	216,7	11,3	1,6	2"	179,9	45,0	144,5

*Tabla 2.5. Datos técnicos deshumectadora BCP
Fuente. Catálogo CIAT 2013/2014*

2.2.7. Tuberías

Para el sistema de distribución de agua caliente de los fancoils se instalarán tuberías de polipropileno PPR.TB 50. Cuyas características son:

Referencia	DN x Esp. (mm)	L (m)	U/B	m/B
PPR.TB16 ▲	16 x 2.7	4.0	25	100
PPR.TB20	20 x 3.4	4.0	25	100
PPR.TB25	25 x 4.2	4.0	20	80
PPR.TB32	32 x 5.4	4.0	10	40
PPR.TB40	40 x 6.7	4.0	5	20
PPR.TB50	50 x 8.4	4.0	4	16
PPR.TB63	63 x 10.5	4.0	3	12
PPR.TB75	75 x 12.5	4.0	2	8
PPR.TB90	90 x 15.0	4.0	1	4
PPR.TB110	110 x 18.3	4.0	1	4
PPR.TB125 ▲	125 x 20.8	4.0	1	4
PPR.TB160 ▲	160 x 26.6	4.0	1	4

*Tabla 2.6. Características tuberías PPR.
Fuente. www.egbgroup.com*

El polipropileno dispone de una serie de propiedades citadas a continuación:

Propiedades Típicas	Método	Valor	Unidad
Físicas			
Densidad	ISO 1183	0.897	g/cm ³
Melt flow rate (MFR)			
(230°C/2.16Kg)	ISO 1133	0.3	g/10 min
(190°C/5.0kg)		0.5	g/10 min
(230°C/5.0kg)		1.3	g/10 min
Mecánicas			
Módulo de Young (23 °C, v = 1 mm/min, Secante)	ISO 527 -1, -2	850	MPa
Tensión a tracción en fluencia (23 °C, v = 50 mm/min)	ISO 527 -1, -2	24	MPa
Deformación a tracción en fluencia (23 °C, v = 50 mm/min)	ISO 527 -1, -2	13	%
Clasificación MRS	ISO 9080	10	MPa
Impacto			
Resistencia al impacto Charpy con muescas			
(-20 °C)	ISO 179	2.7	kJ/m ²
(23 °C)		89	kJ/m ²
(0 °C)		12	kJ/m ²
Dureza			
Dureza de indentación de bola (H 132/30)	ISO 2039 -1	45	MPa
Térmicas			
Temperatura de ablandamiento Vicat (VST/A/50 K/h (10 N))	ISO 306	132	°C
Temperatura de fusión	DSC	139	°C

Tabla 2.7. Propiedades polipropileno
 Fuente. www.egbgroup.com

Se instalarán tuberías de PVC de diámetro 63 mm para la distribución de agua necesaria para la deshumectadora. Las propiedades del PVC vienen citadas a continuación.

TUBOS DE PVC. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL TUBO A CORTO PLAZO			
Características	Valores	Método de ensayo	Observaciones
Densidad.	De 1,35 a 1,46 kg/dm	UNE 53020/73 método A	De la pared del tubo
Coeficiente de dilatación térmica.	De 60 a 80	UNE 53126/79	En probeta obtenida del tubo
	-6	UNE 53126/79	
Temperatura de reblandecimiento VICAT mínima.	10 por grados C	UNE 53118/78	Bajo peso de 5 kg
	79 grados C		
Módulo de elasticidad lineal a 20°C, mínimo	28.000 kp/cm ²	Del diagrama tensión - deformación del ensayo a tracción.	Módulo tangente inicial
Resistencia a tracción simple mínima.	500 kp/cm ²	UNE 53112/81	Se tomará el menor de las 5 probetas
Alargamiento en la rotura a tracción	80%	UNE 53112/81	Se tomará el menor de las 5 probetas
Absorción de agua, máxima.	40 g/m ²	UNE 53112/81	En prueba a presión hidráulica interior
Opacidad máxima.	0,2%	UNE 53039/55	

Tabla 2.8. Propiedades PVC.

Fuente. www.elorrios.es

Las tuberías de P.V.C., sin presión, se ajustarán a lo que sobre saneamiento rige en la normativa del M.O.P.T. y en particular a las prescripciones de las normas UNE 53.114, 53.144 y 53.332, utilizándose exclusivamente uniones mediante junta elástica.

Los diámetros normalizados en las tuberías lisas de PVC serán los siguientes.

CUADRO NUM. 1						
Medida Nominal	Diámetro Exterior mm	Tolerancia mm	Espesor mm	Tolerancia mm	Diámetro Interior Mínimo mm	Longitud Mínima de Embocadura mm
40	40	+ 0,3	1,0	+ 0,5	37	60
50	50	+ 0,3	1,0	+ 0,5	47	75
63	63	+ 0,4	1,3	+ 0,6	59	90
75	75	+ 0,4	1,5	+ 0,7	71	105
90	90	+ 0,5	1,8	+ 0,8	85	115
110	110	+ 0,6	1,9	+ 0,8	105	120
125	125	+ 0,7	2,0	+ 0,8	119	125
140	140	+ 0,8	2,3	+ 0,9	134	125
160	160	+ 0,8	2,5	+ 1,0	153	125

Tabla. 2.9. Características nominales tuberías PVC

Fuente. www.elorrios.es

2.2.8. Cámara de registro

Se instalará una cámara de registro cilíndrica estanca de dimensiones 2000 x 2000 mm, montada para la instalación de colectores y recogida de caudal de cada una de las sondas geotérmicas instaladas.

2.2.9. Válvulas

Se instalarán válvulas de 2 vías de 100 mm de diámetro y monitorizada. Cuerpo de hacer inoxidable, cierre de teflón, presión de pilotaje 4-10 bar y temperatura de trabajo -40-200 °C.

Se instalarán válvulas de seguridad 1 ½" de cuerpo de latón, cierre de goma y resistencia a temperaturas de 120°C.

2.2.10. Sistema de purgas

Se instalará un sistema de purgas tipo BCS3 o similar de las siguientes características.

- Alimentación 230 V o 115 V (50 - 60 Hz), seleccionable por un interruptor interno.
- Rangos seleccionables (ppm o $\mu\text{S/cm}$), para adecuarse a todo tipo de calderas.
- Display LED de 4 dígitos para TDS (además de estado del sistema, por ej. función de purga o limpieza de sonda).
- Salida relé alarma de nivel alto de TDS, que puede estar cableada para dar una indicación remota.
- Señal de salida 4-20/0-20mA.
- Limpieza automática de sonda y compensación por incrustaciones con la sonda CP32 (patentes UK No. 2276943 y 2297843).
- Compensación de temperatura, usando la sonda CP32 o una sonda de temperatura adicional y la CP30.
- Opción de display remoto usando el **DS1000**.

- Filtraje electrónico para dar una medida de TDS más representativa en condiciones de grandes turbulencias. n Seleccionable característica de seguridad.
- Disponible como opción tapa frontal con cierre.

2.2.11. Colector de caudal

Se instalará un colector de caudal ida y vuelta en PEAD con un diámetro de 100 mm.

Las propiedades del polietileno de alta densidad (PEAD) son las siguientes:

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	
Constante dieléctrica a 1MHz	2,3-2,4
Factor de disipación a 1MHz	1-10 x 10 ⁻⁴
Resistencia dieléctrica (KV mm ⁻¹)	22
Resistencia superficial (ohm/sq)	10 ¹³
Resistencia de volumen (ohm cm)	10 ¹⁵ -10 ¹⁸
PROPIEDADES FÍSICAS	
Absorción de agua en 24h (%)	< 0,01
Densidad (g/cm ³)	0,94-0,97
Índice refractivo	1,54
Resistencia a la radiación	Aceptable
Resistencia al ultra-violeta	Mala
Coefficiente de expansión lineal (K ⁻¹)	2 x 10 ⁻⁴
Grado de cristalinidad (%)	60-80
PROPIEDADES MECÁNICAS	
Módulo elástico E (N/mm ²)	1000
Coefficiente de fricción	0,29
Módulo de tracción (GPa)	0,5-1,2
Relación de Poisson	0,46
Resistencia a tracción (MPa)	15-40
Esfuerzo de rotura (N/mm ²)	20-30
Elongación a ruptura (%)	12

PROPIEDADES TÉRMICAS	
Calor específico ($\text{J K}^{-1} \text{Kg}^{-1}$)	1900
Coefficiente de expansión ($\times 10^6 \text{K}^{-1}$)	100-200
Conductividad térmica a 23 °C (W/mK)	0,45-0,52
Temperatura máxima de utilización (°C)	55-120
Temperatura de reblandecimiento (°C)	140
Temperatura de cristalización (°C)	130-135

*Tabla 2.10. Propiedades PEAD.
Fuente. Plastiductos.com.*

2.2.12. Monitorización

El sistema de monitorización a instalar deberá disponer de los siguientes componentes.

- Contador de caudal
- 6 sondas de temperatura PT100
- Alimentador
- Módem
- Analizador de redes
- Transductor de presión
- Transductor de temperatura
- Sistema dattaloger.

2.3. Obras

2.3.1. Descripción de la obra

La obra consiste en la instalación de 6 sondas geotérmicas DCL lineales de tubería de PE de una longitud total de 360 metros para la conexión con los colectores de impulsión y retorno. Se colocará una arqueta principal para coleccionar todas las conducciones provenientes de cada una de las sondas en PEAD PN 10 de diámetro 160 mm, y que conectará el circuito con la sala de máquinas del polideportivo, donde se situará la bomba de calor.

En la arqueta principal se colocarán los distribuidores de impulsión y retorno con los dispositivos de seccionamiento, regulación y controles precisos para el sistema de captación.

La cámara de registro, 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, caudalímetro, el desaireador, la válvula de seguridad, elementos de seccionamiento, etc.

En la cámara se realizará la conexión de todas las sondas con la arqueta principal hasta la bomba de calor en la tubería de diámetro 160 mm de PEAD PN10 citada anteriormente. Esta tubería se llevará hasta la bomba de calor.

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. Ejecución de la obra

2.3.2.1. Perforaciones

Los sondeos se realizarán con el método de perforación mediante rotoperforación con martillo en fondo. Las características constructivas son las siguientes:

- Profundidad prevista para cada sondeo: 35 m.
- Diámetro de perforación: 0 - 3 m: ≤ 220 mm (8"), 3 - 35 m: ≤ 152 mm (6").

- 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.
- 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.

2.3.2.2. Encamisado

Los sondeos recubrirán en materiales no consolidados (1 – 3 m). Será preciso la instalación de un encamisado 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 circuito de tubería doble de PEAD de \varnothing 40 mm (2 x \varnothing 40 mm).

Previamente la tubería se habrá probado hidráulicamente en fábrica a $1,3 \times PN = 21$ atm. 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 sonda DCL evitando todo tipo de golpes y roces innecesarios. Se dispondrán las protecciones necesarias en el borde del encamisado para impedir el cepillado de la sonda de PE. 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.

2.3.2.3. Cimentación y cierre

Se realizará una 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.

En caso necesario una vez retirado el encamisado el contratista colocará una protección final del sondeo. Estará formada por un tramo de tubería de acero de \varnothing 200 mm x 5 mm y al menos 1 m de longitud. En el extremo superior contará con una tapa ciega soldada de 1,5 veces el diámetro del encamisado, pintada en rojo vivo por su cara exterior.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Grado de Ingeniería de la Energía
Trabajo Final de Grado
LUIS NOBLEJAS ARNALDOS



PRESUPUESTO



INDICE

1. BOMBA DE CALOR	3
2. CIRCUITO DE SONDAS GEOTÉRMICAS.....	4
3. INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN	5
4. SISTEMA DE CONTROL DE CAUDAL.....	6
5. MONITORIZACION.....	7
6. PRESUPUESTO TOTAL	8

1. BOMBA DE CALOR

Equipo	Unidad	Medición	Precio por ud.	Precio Total
Bomba de calor Terra SW Max 170 DUO	ud	2	46.750,00 €	93.501,00 €
Kit de frio activo y pasivo sin intercambiadores	ud	2	5.397,00 €	10.794,00 €
Acumulador de inercia DPI-500 F	ud	2	919,00 €	1.839,12 €
Instalación del acumulador de inercia	ud	2	2.000,00 €	4.000,00 €
TOTAL (SIN IVA)				110.134,12 €
TOTAL				133.262,29 €

2. CIRCUITO DE SONDAS GEOTÉRMICAS

Equipo	Unidad	Medición	Precio por ud.	Precio Total
Sondas geotérmicas DCL P15/90	ud	17	1.000,00 €	17.000,00 €
Arqueta principal DN160	m	20	32,40 €	647,80 €
Perforaciones 220mm	m	1.100	23,70 €	26.070,00 €
Encamisado de perforaciones con tubos de PVC 160 mm.	m	1.100	11,73 €	12.904,00 €
Cimentación y cierre	m	200	9,29 €	1.859,66 €
TOTAL (SIN IVA)				58.481,46 €
TOTAL				70.762,57 €

3. INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

Equipo	Unidad	Medición	Precio por ud.	Precio Total
Fancoil HITECSA FPWS 40	ud	7	547,47 €	3.832,29 €
Tuberías PPR.TB25	m	200	1,26 €	251,22 €
Accesorios PPR. Codos PPR.TB25	ud	40	0,36 €	14,40 €
Mano de obra	m	100	3,25 €	325,00 €
Deshumectadora BCP-555	ud	1	63.200,00 €	63.200,00 €
Tuberías PVC DN 63 mm.	m	50	1,58 €	79,00 €
TOTAL (SIN IVA)				67.701,91€
TOTAL				81.919,31 €

4. SISTEMA DE CONTROL DE CAUDAL

Equipo	Unidad	Medición	Precio por ud.	Precio Total
Cámara de registro estanca	ud	1	4.740,00 €	4.740,00 €
Sistema de purgas y separacion de lodos	ud	1	3.160,00 €	3.160,00 €
Válvulas 2 vías DN 100mm	ud	6	711,00 €	4.266,00 €
Válvula de seguridad	ud	1	158,00 €	158,00 €
Colector de caudal ida y vuelta DN 100mm	ud	1	434,50 €	434,50 €
TOTAL (SIN IVA)				12.758,50 €
TOTAL				15.437,79 €

5. MONITORIZACION

Equipo	Unidad	Medición	Precio por ud.	Precio Total
Sistema completo de monitorización formado por: <ul style="list-style-type: none"> • Contador de caudal • 6 sondas de temperatura PT100 • Alimentador • Módem • Analizador de redes • Transductor de presión • Transductor de temperatura • Sistema dattaloger. 	ud	1	6.517,00 €	6.517,00 €
TOTAL (SIN IVA)				6.517,00 €
TOTAL				7.886,18 €

6. PRESUPUESTO TOTAL

Presupuesto	Precio Total
1. Bomba de calor	133.262,28 €
2. Sistema de sondas geotérmicas	70.762,57 €
3. Instalación de equipos de climatización	81.919,31 €
4. Sistema de control de caudal	15.437,79 €
5. Monitorización	7.886,18 €
Presupuesto total	309.268,39 €



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Grado de Ingeniería de la Energía
Trabajo Final de Grado
LUIS NOBLEJAS ARNALDOS

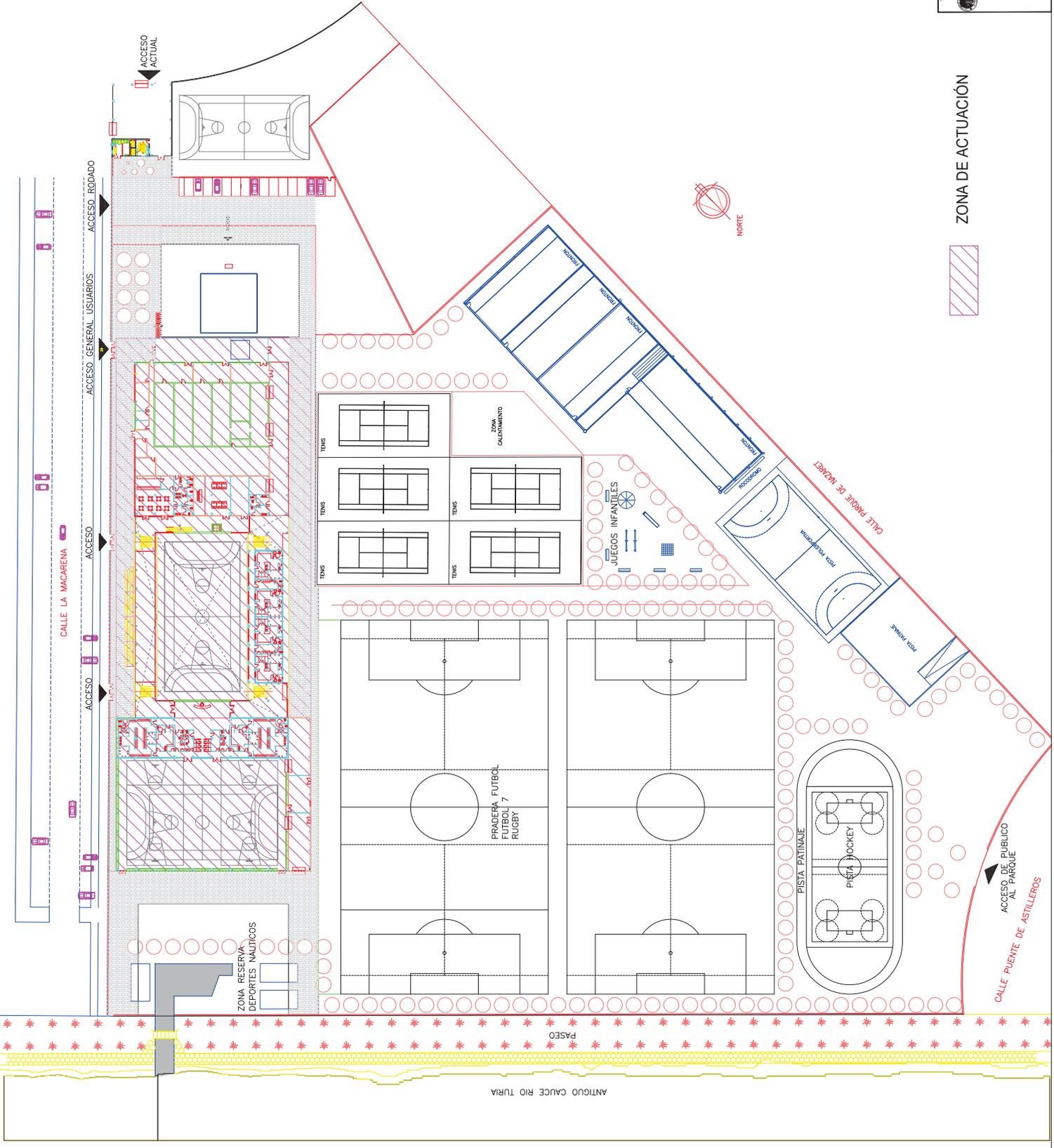


DOCUMENTO: PLANOS



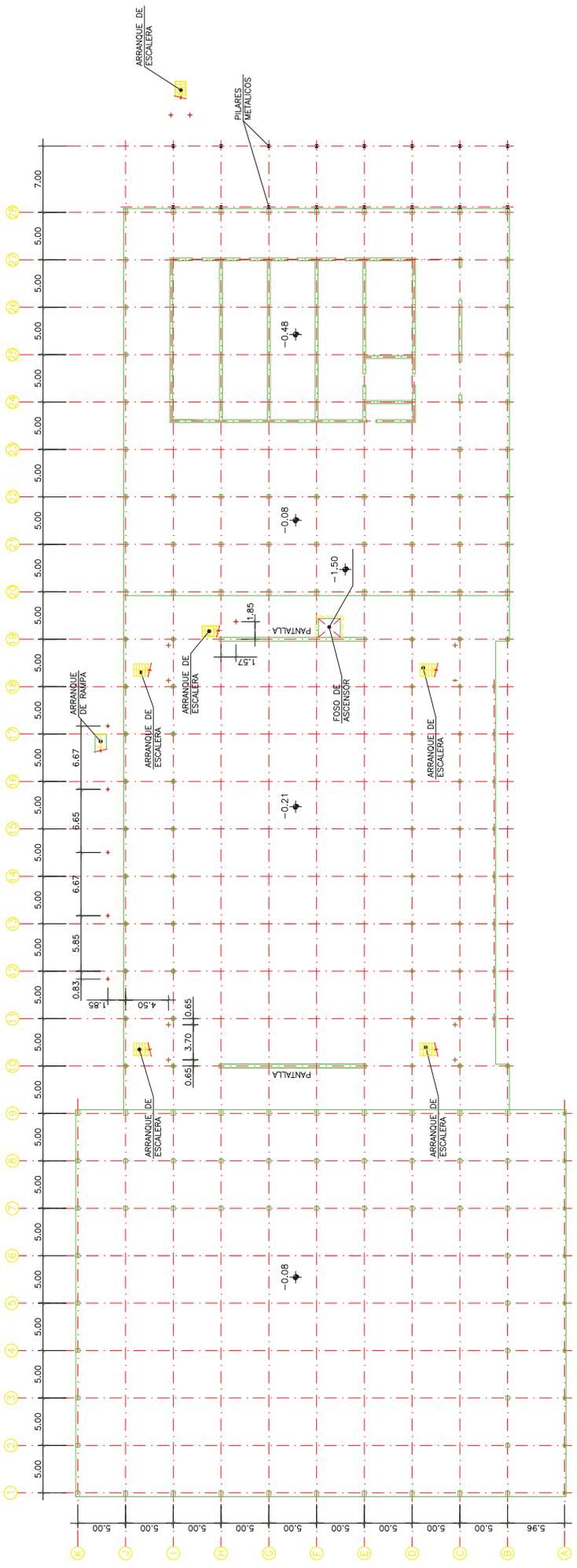
INDICE

- **PLANO 1: PLANTA GENERAL**
- **PLANO 2: PLANTA. NIVEL +0,00 m**
- **PLANO 3: PLANTA. NIVEL +3,50 m**
- **PLANO 4: PLANTA. NIVEL +7,00 m**
- **PLANO 5: PLANTA. NIVEL +10,00 m**
- **PLANO 6: PLANTA. CUBIERTA**
- **PLANO 7: ALZADO GENERAL**
- **PLANO 8: ALZADO DETALLE**
- **PLANO 9: SISTEMA DE CAPTACIÓN. SONDAS GEOTÉRMICAS**
- **PLANO 10: INSTALACION DE CLIMATIZACION. SALA DE MAQUINAS**
- **PLANO 11: INSTALACION DE CLIMATIZACION. INSTALACION DE FRIO**
- **PLANO 12: INSTALACION DE CLIMATIZACION. INSTALACION DE CALOR**
- **PLANO 13: INSTALACION DE CLIMATIZACION. CLIMATIZACION PISCINA**



ZONA DE ACTUACIÓN

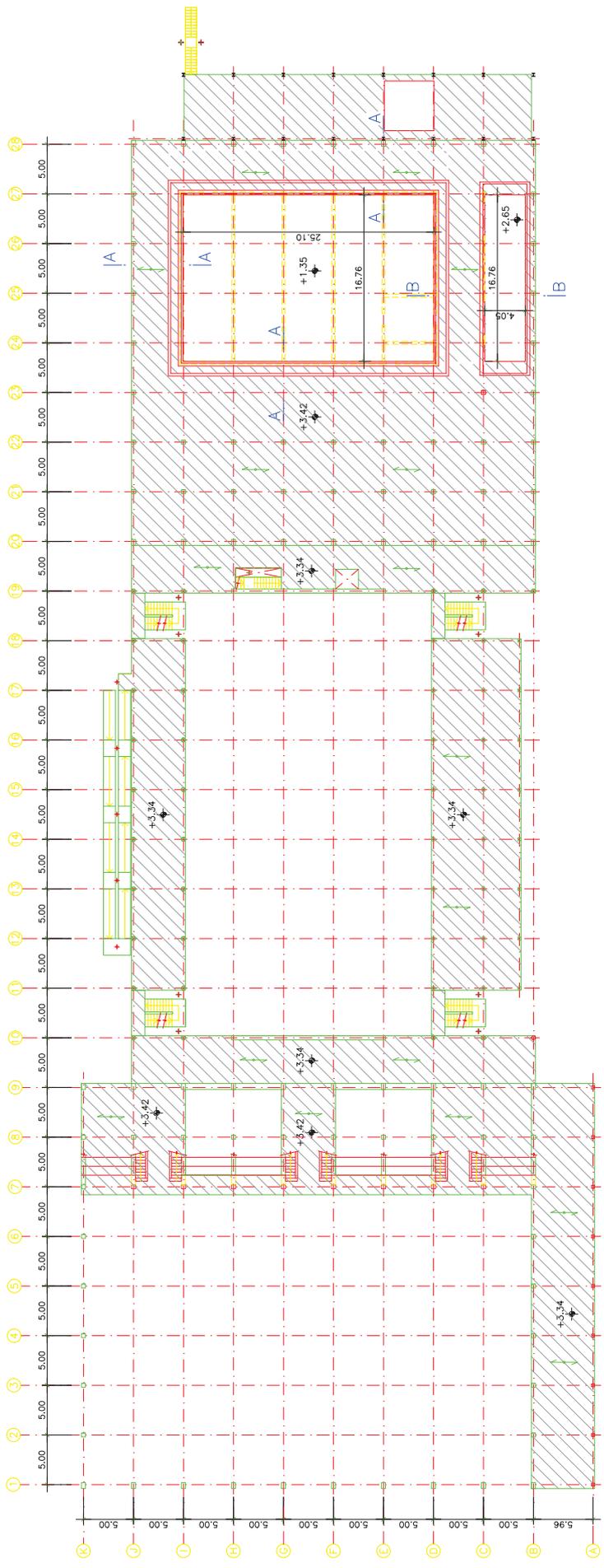




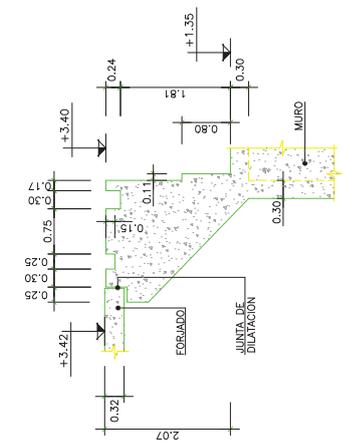
PLANTA NIVEL ± 0.00
 ESCALA 1:200
 COTA DE ESTRUCTURA -0.08

Proyecto: ESTUDIO DE INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES MEDIANTE BOMBA DE CALOR PARA CLIMATIZACIÓN DE POLIDEPORTIVO
 Fecha: Diciembre 2018
 Escala: 1/200
 Nº Plano: 02
 Autor: Luis Noblejas Amaldoss
 Autor proyectado:

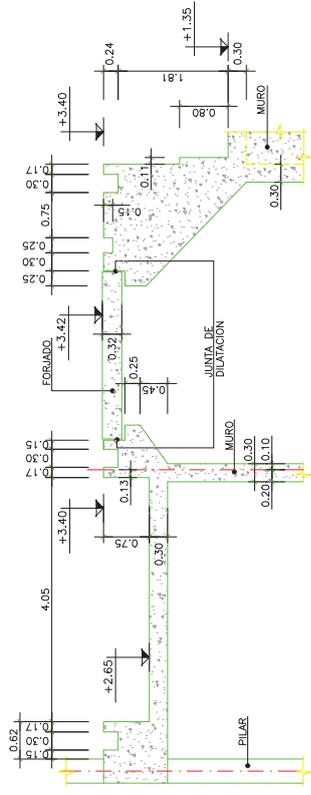
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE VALÈNCIA
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



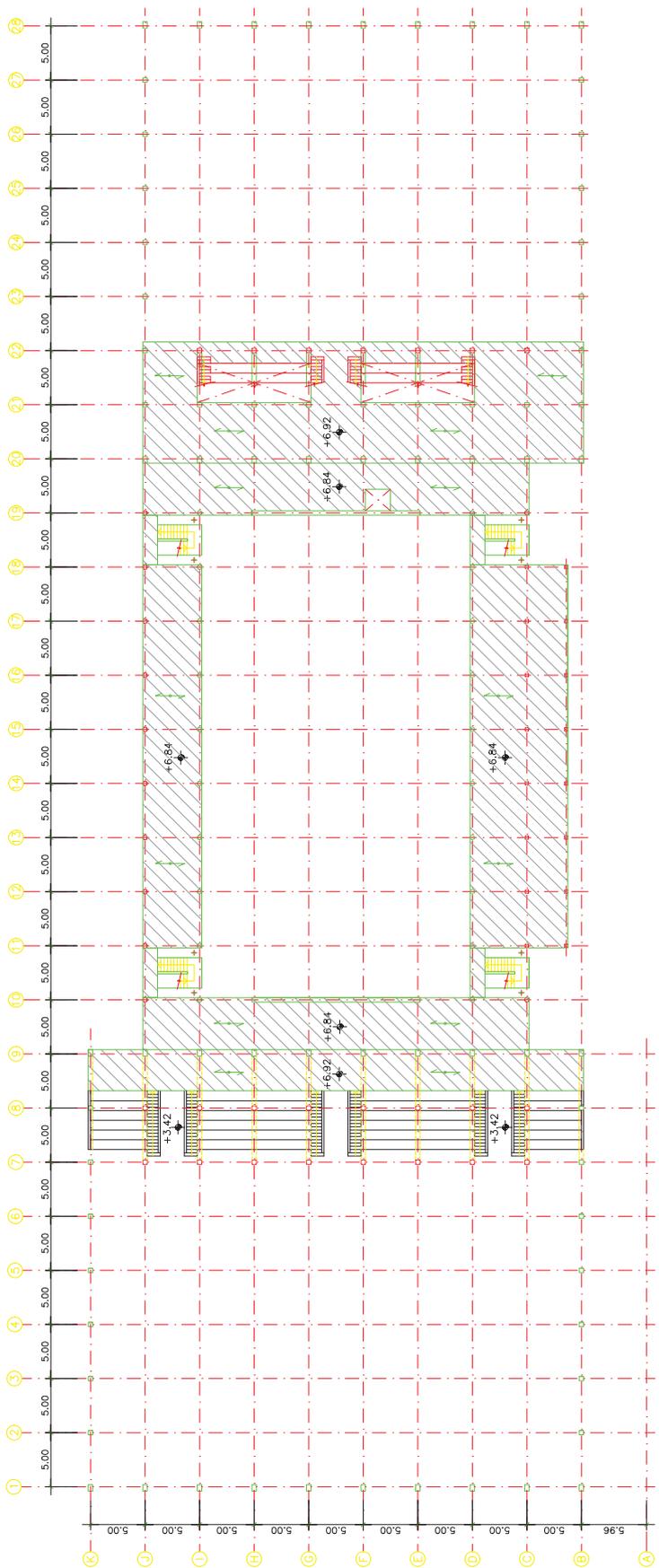
PLANTA NIVEL +3.50
 ESCALA 1:200
 COTA DE ESTRUCTURA: +3.42 Y +3.34



SECCION A-A
 ESCALA 1:50



SECCION B-B
 ESCALA 1:50



PLANTA NIVEL +7.00
 ESCALA 1:200
 COTA DE ESTRUCTURA: +6.84 Y +6.92

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
 TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

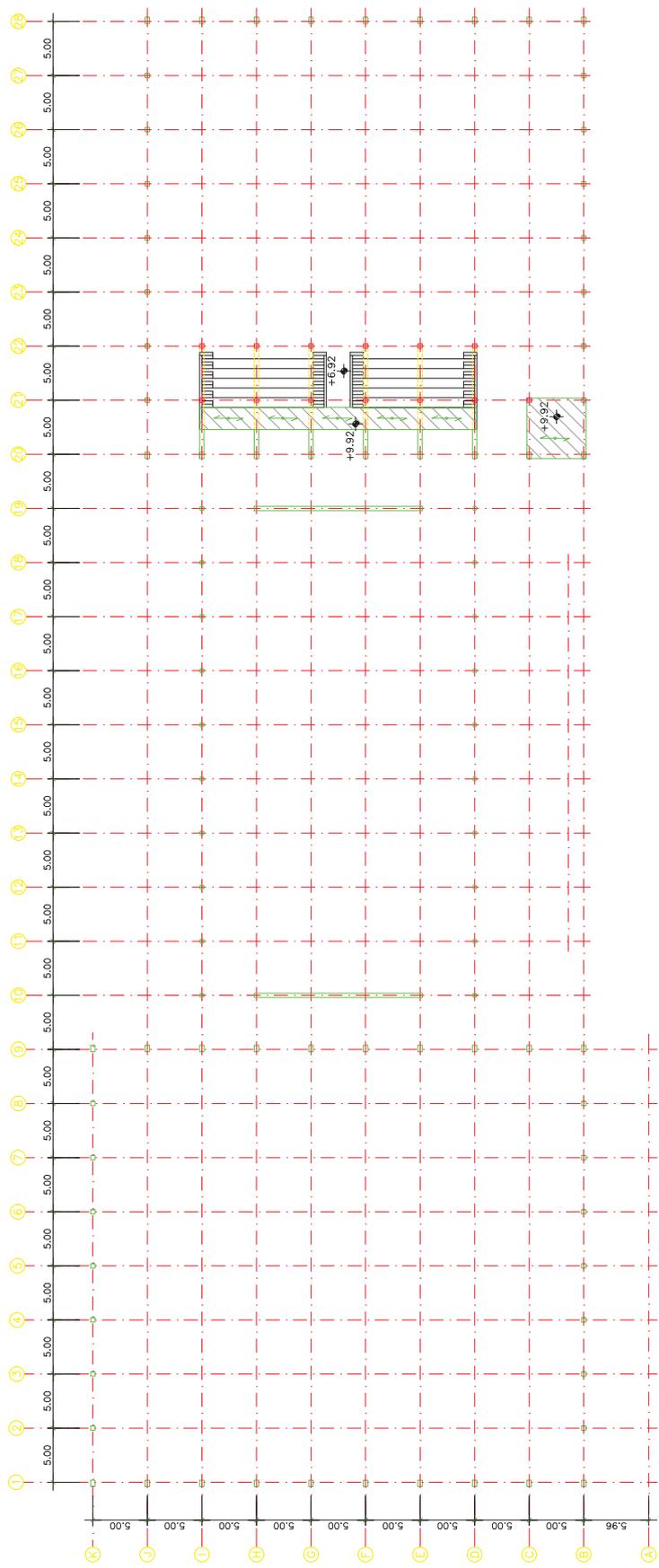


Proyecto: ESTUDIO DE INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS
 RENOVABLES MEDIANTE BOMBA DE CALOR
 PARA CLIMATIZACIÓN DE POLIDEPORTIVO

Fecha: Diciembre 2018
 Escala: 1/200
 Plano: N° Plano:

Planta:
 Nivel +7,00 m.

Luis Noblejas Amaldoss
 Autor proyecto



PLANTA NIVEL +10.00

ESCALA 1:200
 COTA DE ESTRUCTURA: +9.92
 COTA DE PANTALLAS: +10.12

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN
 TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

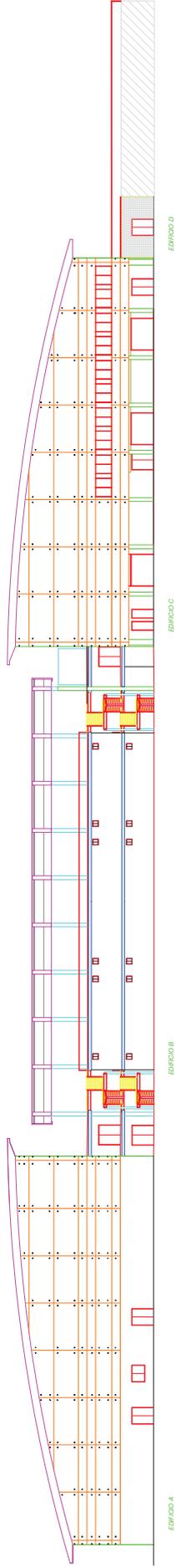


Proyecto: ESTUDIO DE INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS
 RENOVABLES MEDIANTE BOMBA DE CALOR
 PARA CLIMATIZACIÓN DE POLIDEPORTIVO

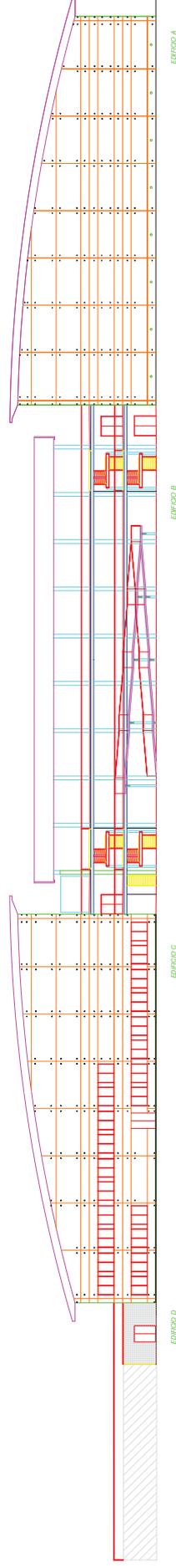
Fecha: Diciembre 2018
 Escala: 1/200
 Nº Plano: 05

Planta:
 Nivel +10.00 m.

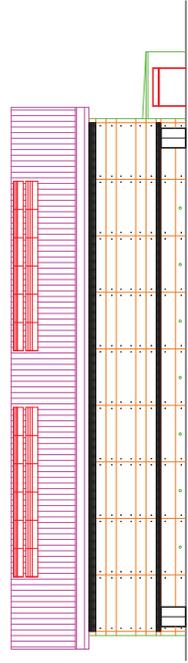
Luis Noblejas Amaldoss
 Autor proyecto



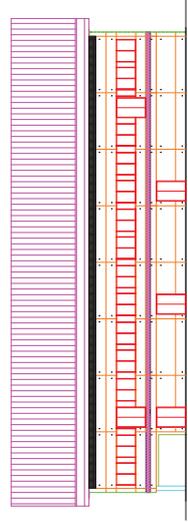
ALZADO NORTE



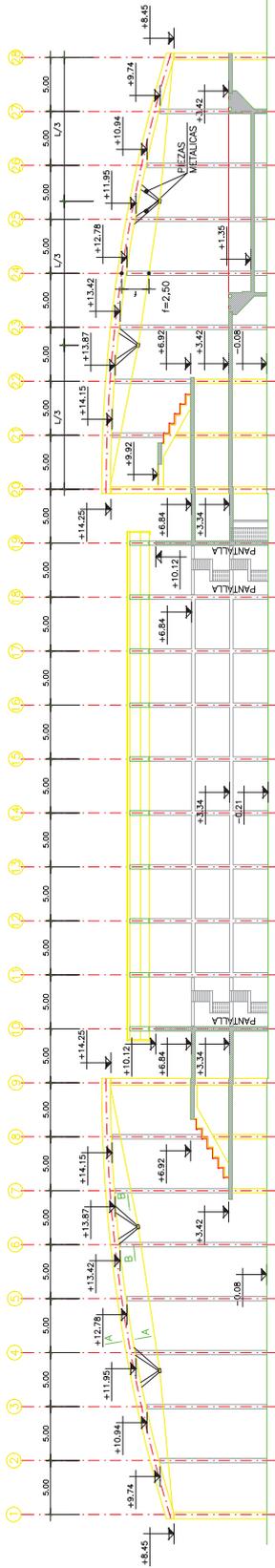
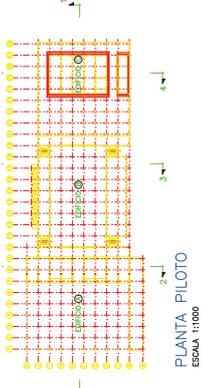
ALZADO SUR



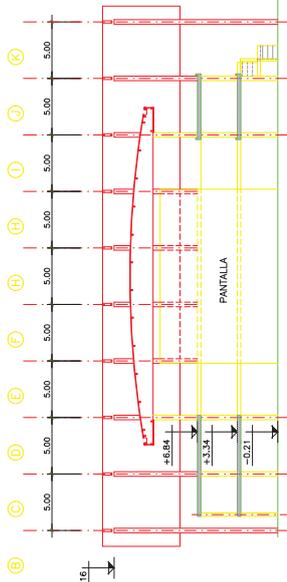
ALZADO ESTE



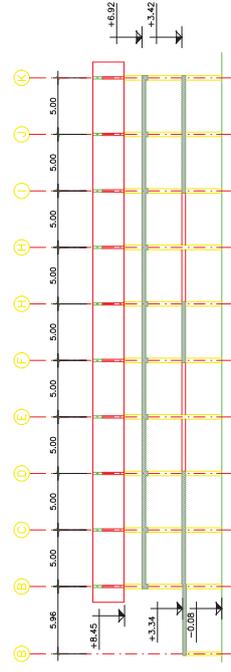
ALZADO OESTE



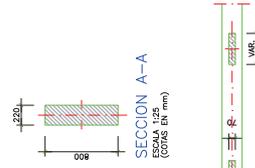
SECCION 1-1
ESCALA 1:200



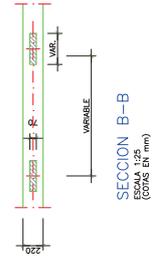
SECCION 3-3
ESCALA 1:200



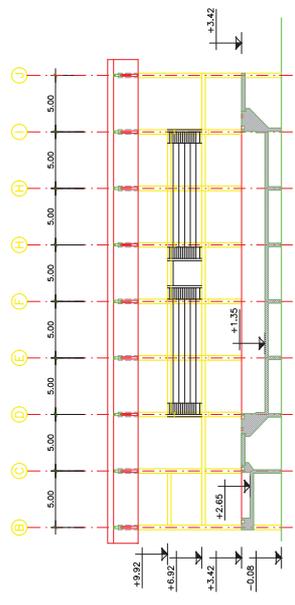
SECCION 2-2
ESCALA 1:200



SECCION A-A
ESCALA 1:25
(CORTAS EN mm)



SECCION B-B
ESCALA 1:25
(CORTAS EN mm)



SECCION 4-4
ESCALA 1:200

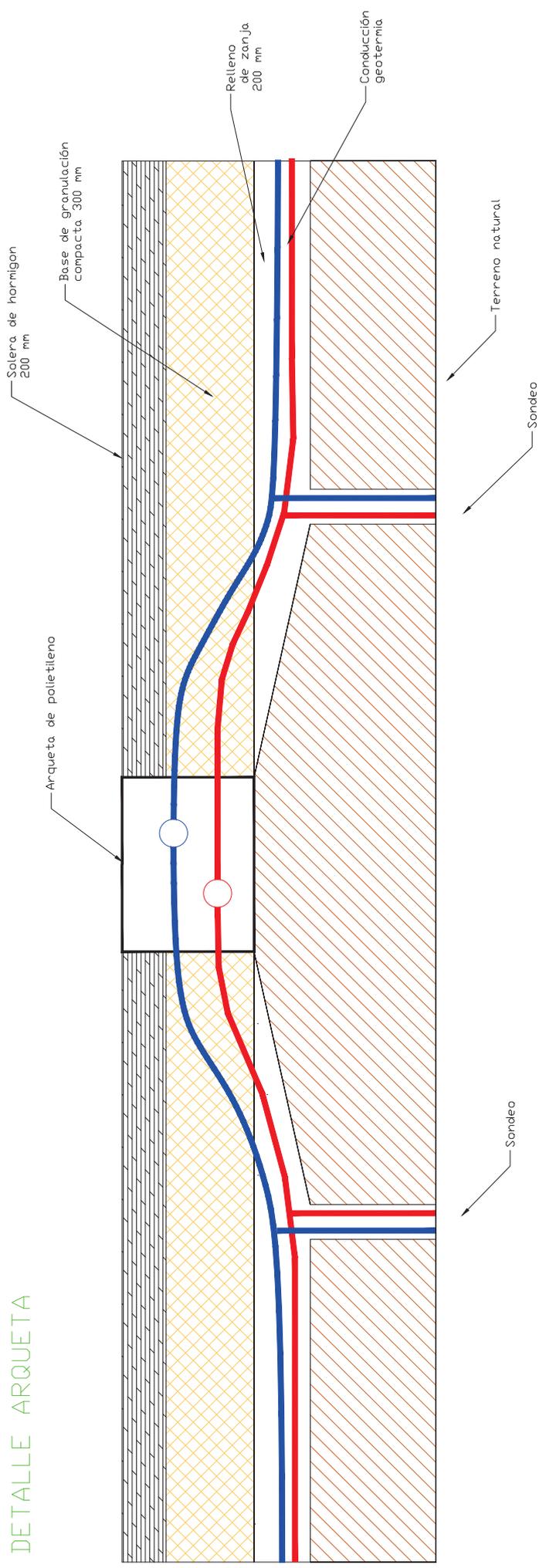


 Proyecto: ESTUDIO DE INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES MEDIANTE BOMBA DE CALOR PARA CLIMATIZACIÓN DE POLIDEPORTIVO

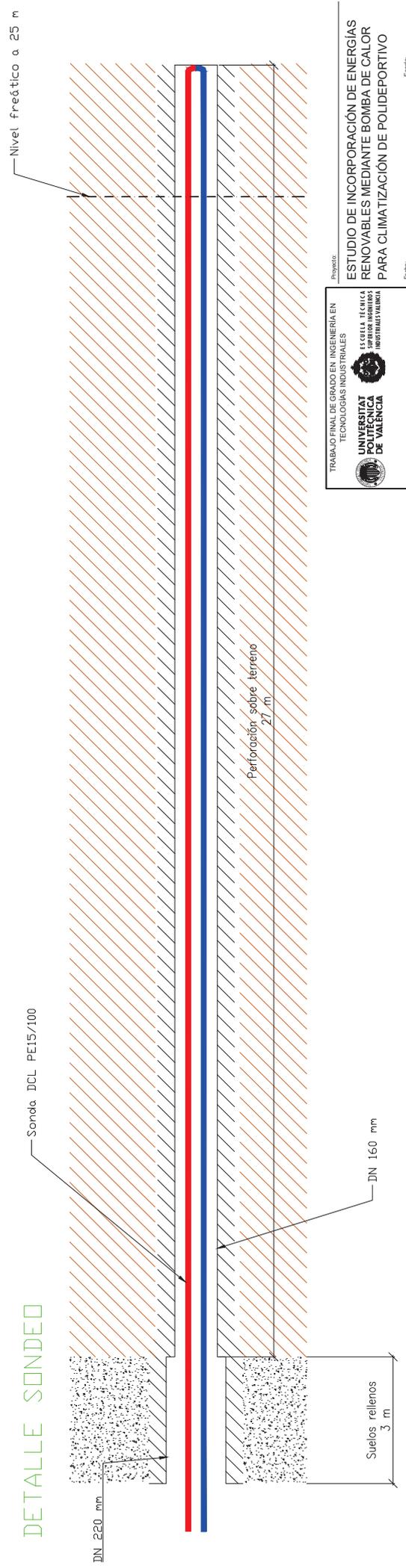
Fecha: Diciembre 2018
 Escala: 1/200
 Nº Plano: Alzado Detalle.

Luis Nobletjes Amaldoss
 Autor proyecto

DETALLE ARQUETA



DETALLE SONDEO



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN
TECNOLOGIAS INDUSTRIALES
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

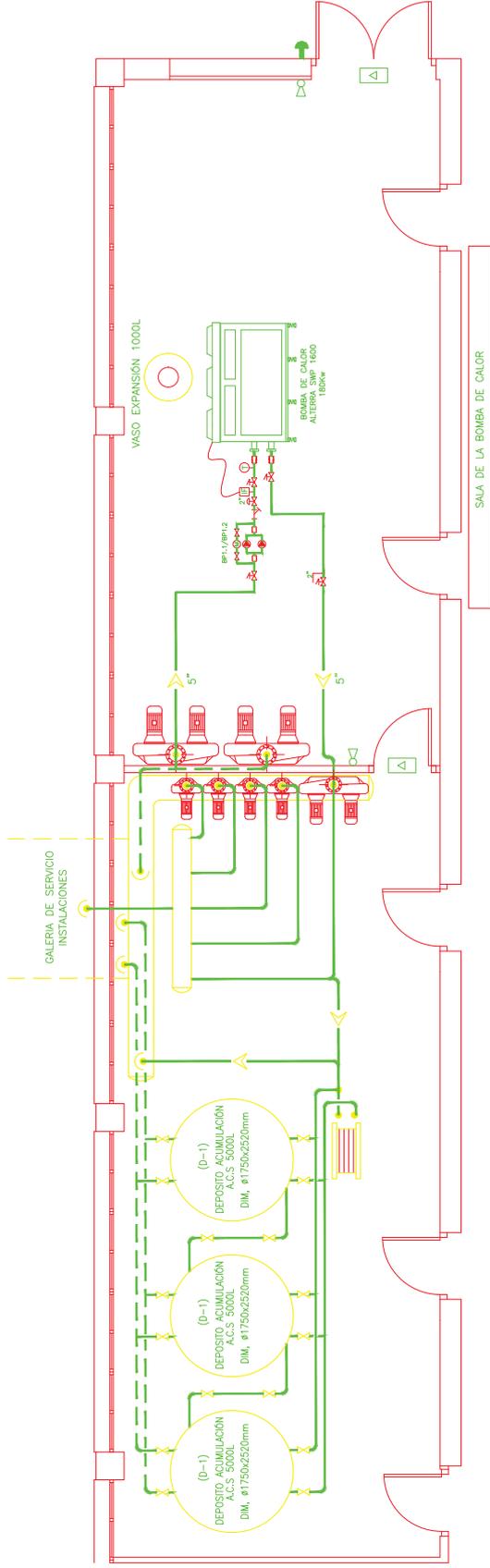
Proyecto:
ESTUDIO DE INCORPORACI3N DE ENERGÍAS
RENOVABLES MEDIANTE BOMBA DE CALOR
PARA CLIMATIZACI3N DE POLIDEPORTIVO

Escuela:
S/E

Fecha:
Diciembre 2018

Nº Plano:
Sistema de captaci3n.
Sondas geotérmicas.

Luis Nobilgas Amalidos
Autor proyecto



LEYENDA

	EXTINTOR POLVO SECO 12Kg 21A-139B		VALVULA DE MARIPOSA		VALVULA DE DIAFRAGMA
	SUMIDERO DESAGUE ø110mm		VALVULA DE RETENCION		VALVULA DE TRES VIAS
	ELEMENTO GENERAL DE CORTE		VALVULA DE SEGURIDAD		VALVULA DE EQUILIBRADO
	DETECTOR DE GAS		FILTRO		MANOMETRO
	BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA		MANGUITO ANTIMVIBRATORIO		TERMOMETRO
	CALDERA YCNIS EMR.1200 DIM. 293x414x23x1722mm 2145Kg		INTERRUPTOR DE FLUJO		ACTUADOR DE COMPUERTA
	DEPOSITO DE ACUMULACION VITRIFICADO LPR-5000 DE 5.000L ø1750x2520mm				

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN
TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

ESCALA TECNICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
INDUSTRIALS VALENCIA

Projecte: ESTUDIO DE INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES MEDIANTE BOMBA DE CALOR PARA CLIMATIZACIÓN DE POLIDEPORTIVO

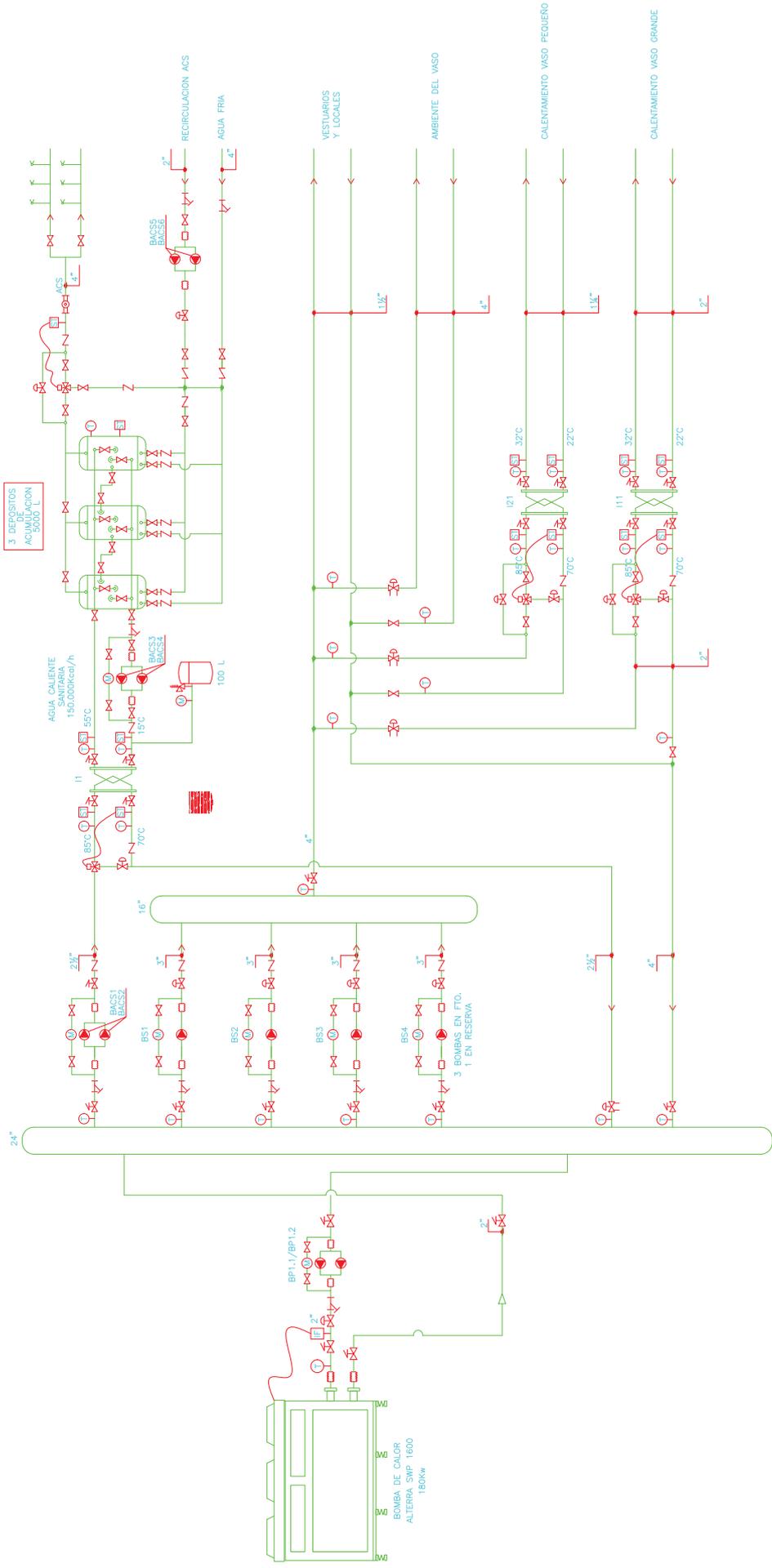
Fecha: Diciembre 2018

Escala: 1/50

Nº Plano: N

Instalación de climatización.
Sala de máquinas.

Luis Noblejas Amalidos
Autor proyecto



LEYENDA

	VALVULA DE DIAFRAGMA
	VALVULA DE BOLA
	VALVULA DE RETENCION
	VALVULA DE SEGURIDAD
	FILTRO
	MANGUITO ANTIVIBRATORIO
	CONTADOR DE IMPULSOS
	VALVULA DE DIAFRAGMA
	VALVULA DE DOS VIAS
	VALVULA DE TRES VIAS
	VALVULA DE EQUILIBRADO
	MANOMETRO
	TERMOMETRO

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN
 TECNOLOGIAS INDUSTRIALES
 UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA
 DE INGENIERÍA EN
 TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES Y ENERGÍA

Proyecto: ESTUDIO DE INCORPORACIÓN DE ENERGIAS RENOVABLES MEDIANTE BOMBA DE CALOR PARA CLIMATIZACIÓN DE POLIDEPORTIVO
 Fecha: Diciembre 2018
 Escala: S/E
 Nº Plano: 12
 Instalación de climatización.
 Instalación de calor.

Luis Noblejas Amaldoss
Autor proyecto

