



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y ACS MEDIANTE ENERGÍA GEOTÉRMICA DE LOCAL EN ZAMORA

León, Julio de 2016

Autor: Jonatan García Villaverde
Tutor: Jaime Cifuentes Rodríguez

El presente proyecto ha sido realizado por D. /Dña. **Jonatan García Villaverde**, alumno/a de la **Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas** de la **Universidad de León** para la obtención del título de **Grado en Ingeniería de la Energía**.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. /Dña. **Jaime Cifuentes Rodríguez**, profesor/a del **Grado en Ingeniería de la Energía**.

Visto Bueno

Fdo.: D./Dña. **Jonatan García Villaverde**
El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D./Dña. **Jaime Cifuentes Rodríguez**
El Tutor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

El proyecto consiste en instalar un sistema de climatización y agua caliente sanitaria para un local de oficinas de dos plantas en la ciudad de Zamora mediante energía geotérmica.

En los sistemas de climatización geotérmica se utiliza el subsuelo como foco de calor de manera que según la etapa del año en la que nos encontremos absorberemos calor del subsuelo transportándolo al edificio (invierno) y transportaremos calor de la vivienda al subsuelo (verano) mediante el uso de una bomba de calor.

Para el dimensionado se han tenido en cuenta primeramente las necesidades térmicas del local, la climatología de la zona, las características propias de la construcción y unas condiciones de confort predeterminadas.

Gracias a un sistema de suelo radiante se conseguirá una distribución más uniforme del calor a lo largo del edificio evitando en parte los problemas de la estratificación del calor.

En el proyecto se dimensionarán todos los aparatos que componen el sistema: Bomba de calor, tuberías de suelo radiante, bombas de circulación...

Así mismo se diseñará la instalación eléctrica del local y se realizará un estudio de viabilidad económica con el periodo de amortización de toda la instalación.

ABSTRACT

This Project consists of installing a system of air-conditioning and domestic hot water for local offices of two floors in the city of Zamora by using geothermal energy.

Geothermal air conditioning systems use the subsoil as a heat source in a way which, depending on the time of the year, we find will absorb heat conveying it to the building (winter) and we will transport heat from the local to the subsoil (summer) through the use of a heat pump.

In regards to measurement, you must first have in mind the thermal necessities of the establishment (premises), the climatology of the zone, the construction characteristics and predetermined/default comfort conditions.

Thanks to an underfloor heating system there will be a more uniform heat distribution throughout the building, in part avoiding heat stratification problems.

In this project all of the devices which make up the system will be measured: Heat pump, underfloor heating pipes, circulation pumps...

Likewise the electrical system of the premises will be designed and an economic viability study will be conducted with the amortization/repayment period of the entire installation.

ÍNDICE

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. Objeto y contenidos del proyecto	5
2. Alcance	5
3. Antecedentes	5
4. Normas y referencias	8
5. Características del local y la zona	10
5.1. Localización	10
5.2. Situación administrativa	10
5.3. Climatología de la zona	11
5.4. Características geológicas de la zona	12
5.5. Composición del local y características constructivas	13
5.5.1. Superficies y volúmenes	13
5.5.2. Cimentación y estructura	14
5.5.3. Cerramientos	14
5.5.4. Solera	15
5.5.5. Cubierta	16
5.5.6. Particiones y revestimientos	16
5.5.7. Carpintería	16
5.5.8. Vidrios	17
6. Requisitos de diseño y análisis de soluciones	17
6.1. Instalación eléctrica	17
6.1.1. Previsión de carga	18
6.1.2. Acometida	19
6.1.3. Derivación individual	20
6.1.4. Dispositivos generales de mando y protección	21
6.1.5. Cuadro de contadores	23
6.1.6. Toma de tierra	23
6.1.7. Circuitos individuales	26
6.1.8. Iluminación de emergencia	28
6.2. Sistema geotérmico de climatización y ACS	30
6.2.1. Cargas térmicas de calefacción	31

6.2.2. Cargas térmicas por refrigeración	31
6.2.3. Demanda de agua caliente sanitaria	32
6.2.4. Método operativo	33
6.2.4.1. Operativa en verano (refrigeración)	37
6.2.4.2. Operativa en invierno (calefacción)	41
6.2.5. Perfil de temperaturas	43
6.2.6. Proceso de perforación vertical	46
6.2.6.1. Encamisado del sondeo	50
6.2.6.2. Introducción de la sonda vertical	50
6.2.6.3. Cementación del sondeo	51
6.2.6.4. Características del cemento bentonítico	52
6.2.7. Sonda geotérmica	52
6.2.8. Acometida de la instalación geotérmica	55
6.2.9. Colectores	56
6.2.10. Fluido caloportador	56
6.2.11. Bomba de circulación del circuito de captación	57
6.2.12. Bomba de calor	57
6.2.13. Deposito de acumulación de ACS e inercia	62
6.2.14. Vaso de expansión	64
6.2.15. Bomba de circulación ACS	65
6.2.16. Suelo radiante	65
6.2.16.1. Panel aislante	67
6.2.16.2. Tubo	68
6.2.16.3. Equipo de distribución	68
6.2.16.4. Codos guía	69
6.2.16.5. Banda perimetral	69
6.2.16.6. Aditivo para el mortero	70
6.2.16.7. Sistema de regulación	70
6.2.16.8. Bomba de circulación del suelo radiante	71
6.2.16.9. Llenado y prueba de presión	71
6.2.17. Sala de maquinas	72
6.3. Puesta en marcha de los equipos y mantenimiento	73
7. Resultados finales	77
7.1. Fontanería (agua fría y agua caliente sanitaria)	74

7.1.1. Agua fría	74
7.1.2. Agua caliente sanitaria	75
7.2. Instalación eléctrica.....	76
7.2.1. Cargas previstas.....	76
7.2.2. Acometida.....	76
7.2.3. Derivación individual.....	77
7.2.4. Circuitos individuales.....	77
7.2.5. Dispositivos generales de mando y protección.....	78
7.2.6. Toma de tierra	78
7.3. Calefacción y refrigeración.....	79
7.3.1. Cargas térmicas por calefacción.....	79
7.3.2. Cargas térmicas por refrigeración.....	79
7.3.3. Suelo radiante.....	80
7.4. Instalación de captación.....	81
7.4.1. Temperatura del terreno.....	81
7.4.2. Sondas de captación verticales.....	81
8. Planificación.....	82
✓ Diagrama de Gantt.....	83
✓ Diagrama Pert.....	84

DOCUMENTO 2: ANEXOS A LA MEMORIA.

I. Anexo de cálculos	3
I.1. Calculo de la instalación eléctrica.....	3
I.1.1. Previsión de cargas.....	4
I.1.2. Acometida.....	6
I.1.3. Derivación individual.....	7
I.1.4. Circuitos interiores individuales.....	8
I.1.5. Dispositivos generales de mando y protección.....	10
I.1.6. Instalación de puesta a tierra.....	12
I.2. Calculo de calefacción, refrigeración y ACS.....	14
I.2.1. Cargas térmicas de calefacción.....	14
I.2.2. Cargas térmicas de refrigeración.....	17
I.2.3. Demanda de agua fría y ACS.....	20
I.2.4. Suelo radiante.....	23

I.3. Cálculos de la instalación de captación geotérmica.....	43
II. Anexo de tablas y diagramas utilizados.....	47
III. Anexo de maquinas (catálogos).....	61
III.1. Captación geotérmica.....	61
III.2. Calefacción, refrigeración y ACS.....	67
IV. Anexo de viabilidad.....	74
IV.1. Viabilidad técnica.....	74
IV.2. Viabilidad económica	74

DOCUMENTO 3: PLANOS.

1. Localización geográfica del local.....	1
2. Distribución de la planta baja.....	2
3. Distribución de la primera planta.....	3
4. Esquema de principio (calefacción).....	4
5. Esquema de principio (refrigeración).....	5
6. Situación de los pozos de captación.....	6
7. Instalación suelo radiante planta baja.....	7
8. Instalación suelo radiante primera planta.....	8
9. Detalle suelo radiante.....	9
10. Esquema unifilar.....	10

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES.

1. Pliego de condiciones generales.....	4
1.1. Permisos, certificados, leyes y ordenanzas.....	4
1.2. Definiciones.....	5
1.3. Contratación de obras a terceros.....	5
1.3.1. Aportación del contratista.....	5
1.3.2. Transferencias de trabajo por parte del contratista.....	6
1.3.4. Emplazamientos.....	6
1.3.5. Protección del lugar.....	6
1.3.6. Comienzo y terminación de los trabajos.....	7
1.3.7. Retrasos y penalizaciones.....	6
1.3.8. Rescisión del contrato.....	7
1.4. Actuaciones en caso de accidente.....	8

1.5. Accesos	8
1.6. Organización interna	8
1.7. Ingreso y formación del personal	9
1.8. Entrada y permanencia en la obra	9
1.9. Utilización de prendas especiales y equipos de protección individual	9
1.10. Reconocimiento de labores y actuaciones	10
1.11. Vigilancia del personal en casos especiales	10
2. Especificaciones de materiales y equipos	10
3. Especificaciones de ejecución	11
3.1. Descripción de la obra	11
3.2. Ejecución de los trabajos	11
3.2.1. Prescripciones generales	12
3.2.2. Operaciones	12
3.2.3. Diseño	13
3.2.4. Señalización	13
3.2.5. Manejo de la perforadora	13
3.2.6. Circulación de personal	14
4. Pliego de condiciones económicas	15
4.1. Prescripciones generales	15
4.2. Obras incompletas	15
4.3. Excesos de magnitud	15
4.4. Trabajos no previstos	16
4.5. Revisión de precios	16
4.6. Forma de pago	16
4.7. Formulario de oferta económica	16

DOCUMENTO 5: ESTADO DE MEDICIONES.

1. Capítulo 01: Fontanería	3
2. Capítulo 02: Electricidad	6
3. Capítulo 03: Bomba de calor geotérmica	9
4. Capítulo 04: Captación vertical	10
5. Capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares	12

DOCUMENTO 6: PRESUPUESTO.

1. Precios unitarios.....	3
1.1. Capítulo 01: Fontanería	3
1.2. Capítulo 02: Electricidad	6
1.3. Capítulo 03: Bomba de calor geotérmica.....	9
1.4. Capítulo 04: Captación vertical	10
1.5. Capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares.....	12
2. Presupuesto final por capítulos.....	15
2.1. Capítulo 01: Fontanería	15
2.2. Capítulo 02: Electricidad	18
2.3. Capítulo 03: Bomba de calor geotérmica.....	21
2.4. Capítulo 04: Captación vertical	22
2.5. Capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares.....	24
3. Resumen del presupuesto.....	27

DOCUMENTO 7: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1. Memoria descriptiva	4
1.1. Datos de la obra.....	4
1.1.1. Naturaleza de la obra.....	4
1.1.2. Emplazamiento	4
1.1.3. Objeto del estudio.....	4
1.1.4. Número de trabajadores.....	4
1.1.5. Plazo de ejecución	5
1.1.6. Accesos	5
1.1.7. Centro médico.....	5
1.1.8. Tipología de la obra	5
1.1.9. Número de plantas.....	5
1.1.10. Sistema de excavación.....	5
1.1.11. Circulación de personas ajenas a la obra	6
1.1.12. Suministro de energía eléctrica.....	6
1.1.13. Suministro de agua potable.....	6
1.2. Descripción del proceso constructivo	6
1.2.1. Movimiento de tierras	6

1.2.2. Perforación	8
1.2.3. Cementación del sondeo	10
1.3. Instalaciones higiénicas	11
1.3.1. Instalaciones sanitarias	11
1.4. Instalaciones provisionales	12
1.4.1. Instalación eléctrica	12
1.4.2. Instalación contra incendios	14
1.5. Maquinaria	14
1.5.1. Maquinaria de movimiento de tierras	14
1.5.1.1. Máquina retroexcavadora	14
1.5.1.2. Volquete	16
1.5.2. Maquina de sondeos	17
1.5.2.1. Perforadora de sondeos	17
1.5.3. Maquinas y herramientas	18
1.5.3.1. Maquina vibradora	18
1.5.3.2. Amasadora	19
1.5.4. Herramientas manuales	19
1.6. Estudio de unidades que generan riesgos	21
1.6.1. Criterios para la valoración de riesgos	21
1.6.2. Criterios para la valoración de la eficacia de las protecciones y/o medidas técnicas adoptadas	22
1.7. Unidades que generan riesgos	23
1.7.1. Movimiento de tierras	23
1.7.2. Perforación de sondeos	25
1.7.3. Instalaciones de calefacción y ACS	26
2. Pliego de condiciones	29
2.1. Pliego de condiciones generales	29
2.1.1. Normas legales y reglamentarias de aplicables	29
2.1.2. Medios y equipos de protección	30
2.1.2.1. Condiciones generales de los medios de protección	30
2.1.2.2. Protecciones individuales	31
2.1.2.3. Protecciones colectivas	32
2.1.2.4. Maquinas, equipos e instalaciones de obra	32
2.1.3. Locales provisionales de obra	33

2.1.4. Servicios de prevención.....	33
2.1.5. Actuación en caso de accidente.....	33
2.1.6. Formación e información de los trabajadores en materia de Seguridad y salud.....	34
2.1.7. Obligaciones de las partes implicadas.....	34
2.1.8. Obligaciones del promotor.....	35
2.1.9. Obligaciones de los contratistas y subcontratistas.....	35
2.1.10. Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	36
2.1.11. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.....	37
2.1.12. Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.....	37
2.1.13. Seguros de responsabilidad civil.....	38
2.1.14. Accidentes.....	38
2.1.15. Aviso previo.....	39
2.1.16. Libro de incidencias.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA.

Figura 3.1. Esquema de distribución	7
Figura 3.2. Esquema de funcionamiento	7
Figura 5.1. Emplazamiento del local	10
Figura 5.2. Distribución de temperaturas en la provincia de Zamora	12
Figura 5.3. Cartografía MAGNA 50	12
Figura 6.1. Esquema de distribución eléctrico	18
Figura 6.2. Esquema de puesta a tierra	25
Figura 6.3. Esquema de principio en verano (refrigeración)	37
Figura 6.4. Esquema termodinámico en verano (refrigeración)	38
Figura 6.5. Esquema de principio en invierno (calefacción)	41
Figura 6.6. Esquema termodinámico en invierno (calefacción)	42
Figura 6.7. Perfil de temperaturas	44
Figura 6.8. Máquina perforadora	46
Figura 6.9. Corte del sondeo	48
Figura 6.10. Cabezas de perforación	49
Figura 6.11. Esquema de perforación	50
Figura 6.12. Aparato introducción de sondas	51
Figura 6.13. Esquema de conexión de sondas	54
Figura 6.14. Esquema técnico en modo calefacción	61
Figura 6.15. Esquema técnico en modo refrigeración	61
Figura 6.16. Bomba de calor Vaillant geoTHERM VWS300/2	62
Figura 6.17. Deposito de inercia y acumulación ROTH Quadroline TQ-T500	64
Figura 6.18. Perfil de temperaturas según tipo de calefacción	66
Figura 6.19. Banda perimetral suelo radiante	70

ÍNDICE DE TABLAS

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

Tabla 5.1.- Datos climatológicos de la provincia de Zamora	11
Tabla 5.2.- Superficies y volúmenes del local	13
Tabla 5.3.- Superficies por plantas del local	13
Tabla 6.1.- Características del cable de acometida	19
Tabla 6.2.- Caídas de tensión máximas admisibles	21
Tabla 6.3.- Dimensiones mínimas electrodos de puesta a tierra	24
Tabla 6.4.- Dimensión del interruptor general automático	27
Tabla 6.5.- Demanda de referencia a 60°C	32
Tabla 6.6.- Características según tipo de suelo	36
Tabla 6.7.- Temperatura media atmosférica de la zona	44
Tabla 6.8.- Temperatura teórica del terreno	45
Tabla 6.9.- Diámetro de la sonda	53
Tabla 6.10.- Durabilidad de la sonda	55
Tabla 6.11.- Propiedades del fluido caloportador	57
Tabla 6.12.- Caudal de aparatos de la primera planta	63
Tabla 6.13.- Caudal de aparatos de la planta baja	63
Tabla 6.14.- Características del tubo	68
Tabla 7.1.- Elementos consumidores de agua fría	74
Tabla 7.2.- Elementos consumidores de agua caliente sanitaria	75
Tabla 7.3.- Características de la acometida	76
Tabla 7.4.- Características de la derivación individual	77
Tabla 7.5.- Características de los circuitos individuales	77
Tabla 7.6.- Características de los dispositivos de protección	78
Tabla 7.7.- Intensidad de los pequeños interruptores automáticos	78
Tabla 7.8.- Cargas térmicas por calefacción	79
Tabla 7.9.- Cargas térmicas por refrigeración	79
Tabla 7.10.- Características del sistema de suelo radiante	80
Tabla 7.11.- Características del sistema de captación	81
Tabla 7.12.- Planificación temporal de actividades	82

DOCUMENTO 2: ANEXOS A LA MEMORIA

Tabla I.1.- Cargas eléctricas.....	4
Tabla I.2.- Circuitos internos individuales.....	8
Tabla I.3.- Caída de tensión en cada circuito.....	8
Tabla I.4.- Sección de cada circuito.....	8
Tabla I.5.- Intensidad máxima de cada circuito.....	10
Tabla I.6.- Resistencia en cada circuito e intensidad de cortocircuito.....	12
Tabla I.7.- Superficie y volumen de cada sala a calefactar.....	14
Tabla I.8.- Factor de corrección por orientación.....	15
Tabla I.9.- Transmitancias.....	15
Tabla I.10.- Resumen de cargas térmicas por calefacción.....	16
Tabla I.11.- Resumen de cargas térmicas por refrigeración.....	19
Tabla I.12.- Resumen de elementos consumidores de agua fría y ACS.....	20
Tabla I.13.- Demanda de referencia a 60 °C.....	20
Tabla I.14.- Resumen demanda agua caliente sanitaria por meses.....	21
Tabla I.15.- Elementos consumidores de agua caliente sanitaria.....	22
Tabla I.16.- Resumen sistema de suelo radiante.....	42
Tabla I.17.- Temperatura del terreno a distintas profundidades.....	44
Tabla IV.1.- Potencia de calefacción por meses (Enero-Junio).....	75
Tabla IV.2.-Potencia de calefacción por meses (Julio-Diciembre).....	75
Tabla IV.3.- Precio de cada energía alternativa.....	76
Tabla IV.4.- Rendimiento de cada sistema alternativo.....	76
Tabla IV.5.- Gasto anual de cada sistema (Año0-Año 2).....	77
Tabla IV.6.- Gasto anual de cada sistema (Año 3-Año 5).....	77
Tabla IV.7.- Gasto anual de cada sistema (Año 6-Año 9).....	78
Tabla IV.8.- Gasto anual de cada sistema (Año 10-Año 13).....	78
Tabla IV.9.- Ahorro anual.....	79

DOCUMENTO 7: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Tabla 1.1.- Valoración de riesgos.....	21
--	----

DOCUMENTO 1

MEMORIA DESCRIPTIVA

Autor: Jonatan García Villaverde

Índice de la memoria descriptiva

1. Objeto y contenidos del proyecto	5
2. Alcance	5
3. Antecedentes	5
4. Normas y referencias	8
5. Características del local y la zona	10
5.1. Localización	10
5.2. Situación administrativa	10
5.3. Climatología de la zona	11
5.4. Características geológicas de la zona	12
5.5. Composición del local y características constructivas	13
5.5.1. Superficies y volúmenes	13
5.5.2. Cimentación y estructura	14
5.5.3. Cerramientos	14
5.5.4. Solera	15
5.5.5. Cubierta	16
5.5.6. Particiones y revestimientos	16
5.5.7. Carpintería	16
5.5.8. Vidrios	17
6. Requisitos de diseño y análisis de soluciones	17
6.1. Instalación eléctrica	17
6.1.1. Previsión de carga	18
6.1.2. Acometida	19
6.1.3. Derivación individual	20
6.1.4. Dispositivos generales de mando y protección	21
6.1.5. Cuadro de contadores	23
6.1.6. Toma de tierra	23
6.1.7. Circuitos individuales	26
6.1.8. Iluminación de emergencia	28
6.2. Sistema geotérmico de climatización y ACS	30
6.2.1. Cargas térmicas de calefacción	31
6.2.2. Cargas térmicas por refrigeración	31

6.2.3. Demanda de agua caliente sanitaria.....	32
6.2.4. Método operativo.....	33
6.2.4.1. Operativa en verano (refrigeración).....	37
6.2.4.2. Operativa en invierno (calefacción).....	41
6.2.5. Perfil de temperaturas.....	43
6.2.6. Proceso de perforación vertical.....	46
6.2.6.1. Encamisado del sondeo.....	50
6.2.6.2. Introducción de la sonda vertical.....	50
6.2.6.3. Cementación del sondeo.....	51
6.2.6.4. Características del cemento bentonítico.....	52
6.2.7. Sonda geotérmica.....	52
6.2.8. Acometida de la instalación geotérmica.....	55
6.2.9. Colectores.....	56
6.2.10. Fluido caloportador.....	56
6.2.11. Bomba de circulación del circuito de captación.....	57
6.2.12. Bomba de calor.....	57
6.2.13. Deposito de acumulación de ACS e inercia.....	62
6.2.14. Vaso de expansión.....	64
6.2.15. Bomba de circulación ACS.....	65
6.2.16. Suelo radiante.....	65
6.2.16.1. Panel aislante.....	67
6.2.16.2. Tubo.....	68
6.2.16.3. Equipo de distribución.....	68
6.2.16.4. Codos guía.....	69
6.2.16.5. Banda perimetral.....	69
6.2.16.6. Aditivo para el mortero.....	70
6.2.16.7. Sistema de regulación.....	70
6.2.16.8. Bomba de circulación del suelo radiante.....	71
6.2.16.9. Llenado y prueba de presión.....	71
6.2.17. Sala de maquinas.....	72
6.3. Puesta en marcha de los equipos y mantenimiento.....	73
7. Resultados finales.....	77
7.1. Fontanería (agua fría y agua caliente sanitaria).....	74
7.1.1. Agua fría.....	74

7.1.2. Agua caliente sanitaria	75
7.2. Instalación eléctrica	76
7.2.1. Cargas previstas	76
7.2.2. Acometida	76
7.2.3. Derivación individual	77
7.2.4. Circuitos individuales	77
7.2.5. Dispositivos generales de mando y protección	78
7.2.6. Toma de tierra	78
7.3. Calefacción y refrigeración	79
7.3.1. Cargas térmicas por calefacción	79
7.3.2. Cargas térmicas por refrigeración	79
7.3.3. Suelo radiante	80
7.4. Instalación de captación	81
7.4.1. Temperatura del terreno	81
7.4.2. Sondas de captación verticales	81
8. Planificación	82
✓ Diagrama de Gantt	83
✓ Diagrama Pert	84

1 Objeto y contenidos del proyecto

El objeto del presente proyecto es el de realizar la instalación eléctrica y de climatización de un edificio de dos plantas mediante energía geotérmica para la puesta en marcha de las oficinas de una empresa dedicada a la construcción civil.

El sistema de transmisión de calor será mediante suelo radiante y se dimensionará para los momentos de mayor demanda debiendo funcionar cualquier día del año en óptimas condiciones.

Se deberán cumplir todas las normativas referentes a ahorro energético, muy importantes en la actualidad y se tratará de reducir el consumo general de energía mediante una cuidadosa selección de los materiales de la instalación y reduciendo las pérdidas de carga en el sistema de suelo radiante lo más posible pero respetando siempre los parámetros de dimensionamiento.

Para llevar a cabo el proyecto se dotará al edificio de un sistema de captadores colocados verticalmente en el terreno.

Adicionalmente se proyectará el sistema eléctrico del local y el sistema de iluminación con LEDS para complementar el ahorro energético que se pretende dar a todo el edificio.

2 Alcance

El siguiente proyecto “Climatización y ACS mediante energía geotérmica de local en Zamora” SITUADO EN LAS COORDENADAS UTM: 30T (236761,4628799.8), ha sido realizado por Jonatan García Villaverde con DNI 71427327E a petición del propietario del local José Manuel Gracia Largo con DNI 9743973T.

3 Antecedentes

La energía geotérmica viene siendo utilizada con fines térmicos desde hace siglos (termas romanas, baños turcos...) pero ha sido en los últimos tiempos una gran desconocida lo que hace necesario destacar que tiene un gran potencial tanto para instalaciones industriales y de generación de energía eléctrica como para pequeños usuarios que busque una energía limpia y barata.

A diferencia de los otros tipos de energías renovables la energía geotérmica no tiene como origen directo la radiación solar sino la diferencia de temperatura existente entre el interior de la tierra y la superficie. Con el auge del precio de los combustibles fósiles y la problemática del calentamiento global se comenzó a fomentar el uso de este tipo de energía enmarcada dentro de las fuentes de energía renovable y sostenible con el planeta.

La palabra geotermia proviene del griego y alude al “calor de la tierra”, por lo tanto se emplea indistintamente para designar al estudio de los fenómenos térmicos internos del planeta como a aprovechamiento industrial y domestico de esa energía para proveer de electricidad o calor útil al ser humano. Por desgracia la cantidad de esa energía aprovechable por el hombre es solo una pequeña fracción del total y hasta hace relativamente poco tiempo la única manera de aprovecharlo era en regiones volcánicas hasta que se encontraron medios tecnológicos para extraerlo de la corteza terrestre y transformarlo en energía eléctrica.

Como se ha dicho hasta hace relativamente poco tiempo el uso de la energía térmica de la tierra estaba reservada a zonas del planeta con condiciones geológicas favorables para hacer posible la transferencia de calor de zonas calientes profundas hasta la superficie y su posterior aprovechamiento en forma de agua caliente en fase líquida o vapor.

Además del calor interno de la tierra ya comentado la corteza terrestre recibe 2×10^{17} J en forma de calor del sol. Esta energía no penetra en la corteza a demasiada profundidad sino que se queda en la superficie contribuyendo a mantener la temperatura media en unos 15°C para después ser irradiada de nuevo al espacio.

Desde hace mas de 30 años y debido a las crisis energéticas del pasado siglo se ha hecho necesario en los países occidentales el uso de técnicas de intercambio geotérmico utilizando circuitos cerrados de anticongelantes u otros líquidos caloportadores instalados en pozos poco profundos utilizando bombas de calor geotérmicas para satisfacer necesidades de calefacción y producción de agua caliente sanitaria en viviendas particulares, locales comerciales o instalaciones industriales.

En época de invierno el sistema toma el calor de la tierra por medio del líquido caloportador y en verano el sistema realiza el efecto inverso transportando el calor de la vivienda a terreno. A este tipo de aprovechamiento se le llama energía geotérmica somera y será lo que se utilice para la realización de este proyecto de climatización.



Figura 3.1-Eschema de distribución.

La imagen anterior ilustra el sistema completo con la parrilla de tubos enterrados conectados a la bomba de calor y este acumulador. También se aprecia el sistema de suelo radiante tan útil en este tipo de instalaciones. El funcionamiento general del sistema es el siguiente:

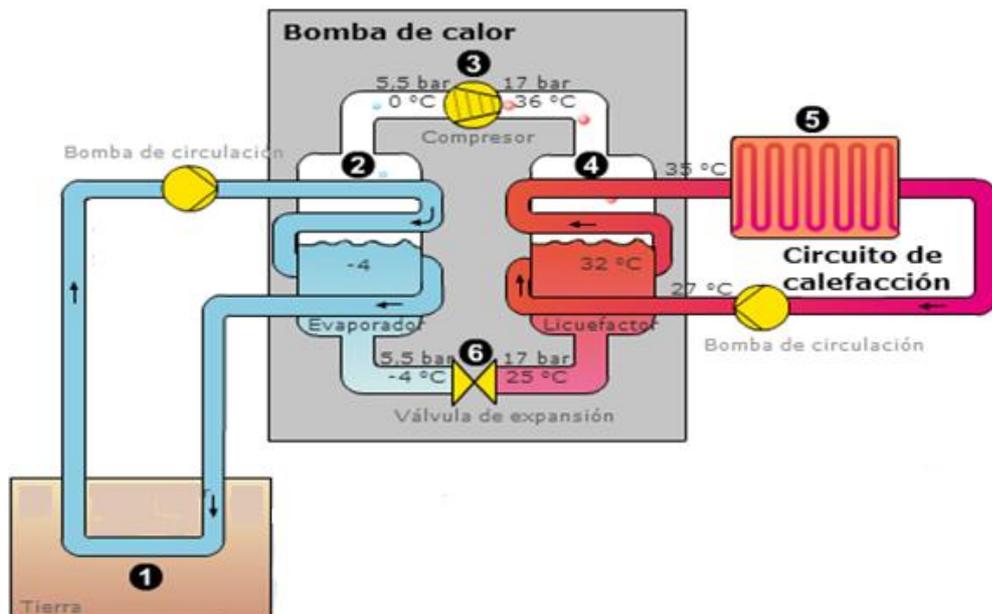


Figura 3.2-Eschema de funcionamiento.

4 Normas y referencias

- ✓ Reglamento electrotécnico para baja tensión (RD 842/2002 de 2002) con sus diferentes instrucciones técnicas complementarias.
- ✓ Código técnico de la edificación (CTE). Documento básico HE referente al ahorro de energía.
- ✓ Código técnico de la edificación (CTE). Documento básico HS referente a las condiciones de salubridad.
- ✓ Directiva 2009/28CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- ✓ Directiva 2006/32 CE relativa a la eficiencia energética de uso final de la energía y los servicios energéticos.
- ✓ Real decreto 47/2007 por el que se aprueba la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- ✓ Directiva 2002/91/CE sobre eficiencia energética en los edificios.
- ✓ Real decreto legislativo 1/2008 del 11 de enero por el que se aprueba el texto refundido de la ley de evaluación de impacto ambiental de proyectos.
- ✓ Ley 22/1973 de minas de 21 de julio de 1973.
- ✓ Real decreto 2857/1978 de 25 de agosto por el que se aprueba el reglamento general para el régimen de la minería.
- ✓ Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) con sus respectivas instrucciones técnicas reglamentarias.
- ✓ Directiva norma 4640 de VDI relativa a instalaciones geotérmicas. Alemania.

- ✓ Catálogo de elementos constructivos del código técnico de la edificación.
- ✓ UNE-EN 1264.Calefacción por suelo radiante .Sistemas y componentes.
- ✓ UNE-100-155-88.Cálculo de vasos de expansión.
- ✓ Manuales técnicos de dimensionado de UPONOR.
- ✓ Norma UNE-EN 1264-2:2009+A1:2013 referente al cálculo de suelos radiantes.
- ✓ Software de cálculo y diseño de instalaciones de climatización:
 - AutoCAD 2014
 - Daisa.
 - DIALux 4.10 para el cálculo de la iluminación
 - Software de cálculo del centro de investigación de la geotermia.
 - Intercambiadores de Adisa calefacción.
 - Software CE3X
 - PRESTO
 - Software de Orkli para el cálculo de suelos radiantes

5 Características del local y la zona

5.1 Localización

El edificio se encuentra ubicado en una parcela al lado de la carretera de aldehuela km3.6 en la ciudad de Zamora. En la parcela numero 36 según la dirección general del catastro. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 41°30'00"N

Longitud: 05°45'00"W

Altitud: 656 m.s.n.m.



Figura 5.1.-Emplazamiento del local.

5.2 Situación administrativa

La energía geotérmica que se va a aprovechar para la climatización del local así como para proveer de ACS se encuadra dentro de lo que se conoce como recurso geotérmico perteneciente a la sección D de la ley de minas (concentración de calor existente en la corteza terrestre en forma y cantidad tales que su extracción económica en actual y potencialmente posible).

5.3 Climatología de la zona

La climatología de la zona en la que se encuentra el edificio es la propia de un clima mediterráneo continental con inviernos muy fríos y veranos cálidos. Las lluvias se concentran principalmente en dos épocas del año, la primavera y el otoño, habiendo por el contrario una marcada sequía estival. Como fenómeno meteorológico, son significativas las abundantes nieblas durante el invierno, provocadas por la presencia de una masa de agua muy importante como es el río Duero, que pueden ser persistentes durante largas temporadas y que rebajan considerablemente la temperatura media de la zona. Los datos climáticos de cada mes son los siguientes:

Tabla 5.1.- Datos climatológicos de la provincia de Zamora.

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	4.6	8.3	0.9	32	82	6.1	1.1	0.1	9.1	14.4	4.7	97
Febrero	6.4	11.4	1.3	25	73	5.1	1.2	0.0	3.3	11.2	5.2	144
Marzo	9.5	15.5	3.5	22	63	5.0	0.2	0.2	1.0	5.0	6.0	201
Abril	11.2	17.1	5.3	39	62	7.2	0.2	0.6	0.4	1.2	5.2	224
Mayo	15.0	21.2	8.7	43	58	7.4	0.0	2.8	0.2	0.0	5.0	264
Junio	19.8	27.0	12.6	23	51	3.8	0.0	2.0	0.1	0.0	9.6	318
Julio	22.7	30.4	14.9	12	47	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	15.0	354
Agosto	22.3	29.8	14.8	13	50	2.4	0.0	2.0	0.0	0.0	13.9	322
Septiembre	18.8	25.5	12.0	28	57	4.2	0.0	1.4	0.3	0.0	9.7	241
Octubre	13.6	19.0	8.3	50	69	6.9	0.0	0.4	2.3	0.1	5.0	175
Noviembre	8.4	12.7	4.1	45	78	7.1	0.2	0.1	5.9	5.2	5.3	113
Diciembre	5.5	9.2	1.8	46	82	7.0	0.8	0.1	7.0	11.0	4.9	87
Año	13.1	18.9	7.4	379	64	64.2	3.4	11.7	29.6	48.3	-	2532

T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol

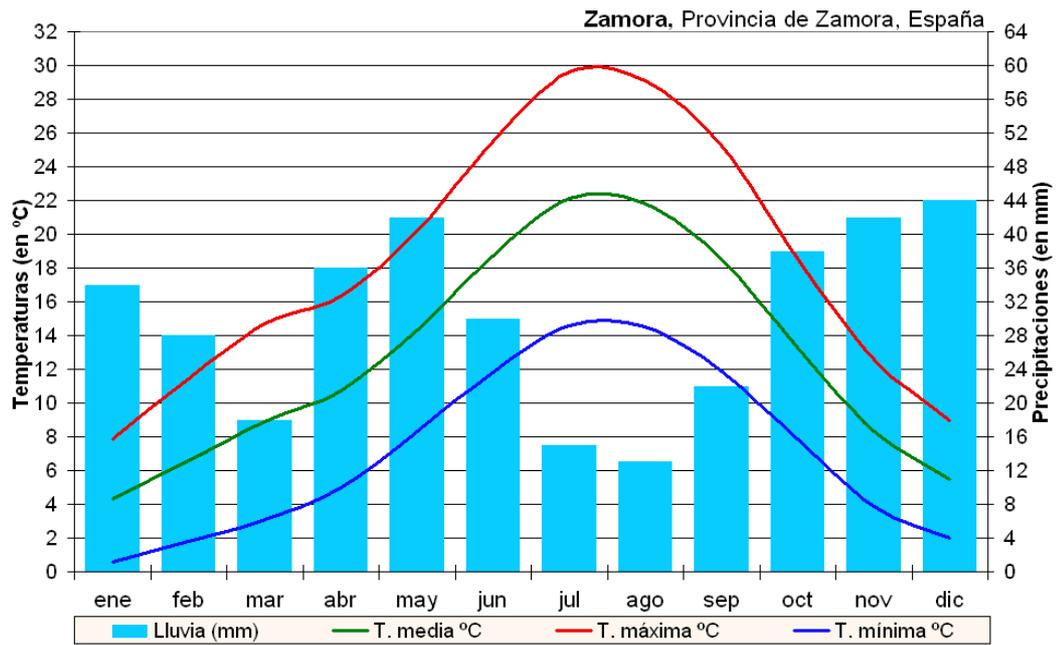


Figura 5.2.- Distribución de temperaturas en la provincia de Zamora.

Según el CTE la provincia de Zamora se encuentra situada en la zona climática D2 tomado a una altitud de referencia de 617 msnm.

5.4 Características geológicas de la zona

La zona en la que se encuentra el local corresponde a la hoja nº 397 del Magna 50.

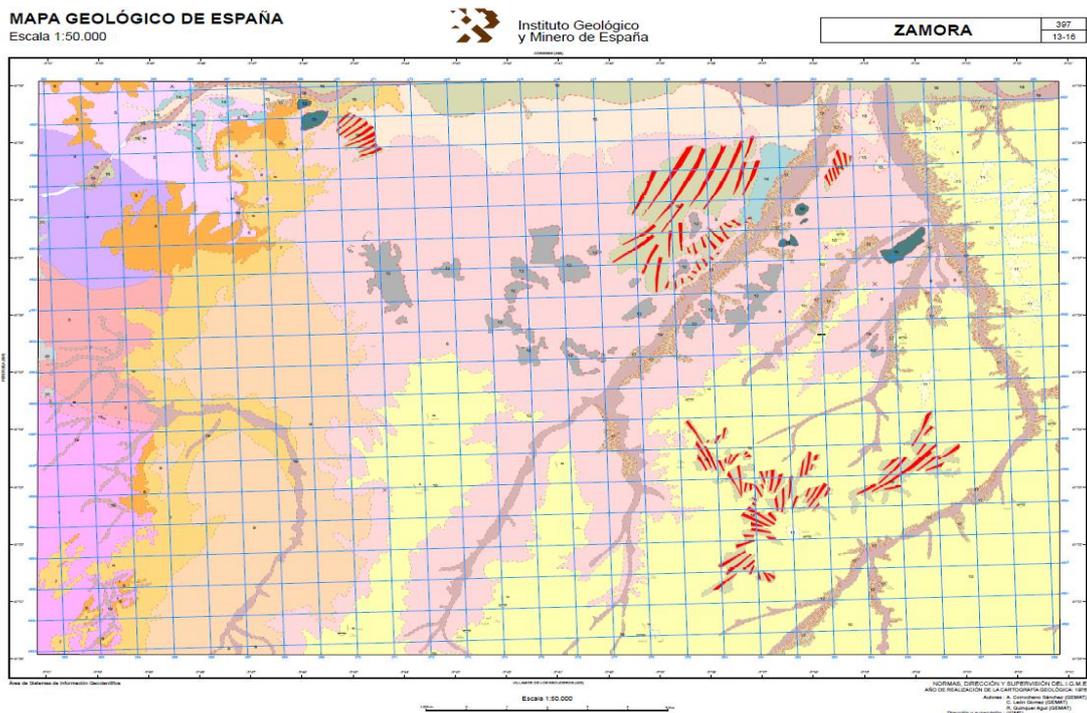


Figura 5.3.- Cartografía MAGNA 50.

La hoja se sitúa en el borde más occidental de la cuenca del río Duero. Está enclavada en la provincia de Zamora y abarca la mitad sur de la capital, justo donde se encuentra el local de este proyecto.

El borde norte de la hoja coincide con el río Duero, que discurre meandriforme sobre sus propios aluviones entre la localidad de Toro y la ciudad de Zamora.

La hoja está constituida principalmente por depósitos continentales correspondientes al periodo terciario ocupando casi toda la extensión de dicha hoja. Se encuentran discordantes sobre los materiales metamórficos de la zona noroeste y sobre las rocas ígneas que ocupan el ángulo noroeste de la hoja.

El sustrato metamórfico está constituido por materiales preordovicicos en los que se han encontrado esquistos, esquistos con granate y gneises. Las rocas ígneas que afloran en el suroeste de la hoja son granitos adamelliticos de grano grueso con cristales de feldespatos.

5.5 Composición del local y características constructivas

5.5.1 Superficies y volúmenes

El local tiene forma rectangular y las siguientes características de superficie y volumen:

Tabla 5.2.-Superficies y volúmenes del local.

Superficie de parcela (m ²)	1560,00
Superficie ocupada(m ²)	126,00
Altura de la edificación(m)	5,50
Volumen edificado sobre rasante(m ³)	693,00

Tabla 5.3.- Superficie por plantas.

	Sup.util(m ²)	Sup construida(m ²)
Planta baja	111,00	126,00
Planta primera	113,00	131,00
Total	224,00	257,00

La distribución del local será la siguiente:

- ✓ Planta baja (local):
 - Hall de entrada y oficina: 93 m²
 - Aseo : 4 m²
 - Almacén: 8 m²
 - Sala de maquinas de climatización: 6 m²
- ✓ Primera planta:
 - Aseo: 11 m²
 - Sala de descanso: 12 m²
 - Despacho 1: 12 m²
 - Despacho 2: 14 m²
 - Despacho 3: 12 m²
 - Sala de reuniones: 30 m²
 - Pasillo: 22 m²

Todo esto se puede apreciar mejor en el documento de planos.

5.5.2 Cimentación y estructura

La cimentación consta de zapatas perimetrales corridas y zapatas aisladas para pilares.

La estructura consta de pilares y vigas de hormigón armado y forjado cerámico tradicional. En la capa de compresión del forjado se colocó una armadura de reparto consistente en 1RG/30 en la dirección perpendicular a la vigería y 1RG/50 cm en la dirección paralela.

5.5.3 Cerramientos

Los cerramientos exteriores serán los existentes en el edificio durante su construcción y no se prevé actuar sobre estos elementos en este proyecto. El cerramiento exterior consta de los siguientes elementos constructivos en capas:

- ✓ Mortero de Cemento para Albañilería.
- ✓ Ladrillo hueco gran formato GF.
- ✓ Aislante de Polietileno no reticulado.
- ✓ Espuma Rígida de Poliuretano.

Con todas estas capas el cerramiento cuenta con una resistencia térmica real de $0.47 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$ inferior a lo requerido por la norma de $0.57 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

5.5.4 Solera

La solera está compuesta por los siguientes elementos en cada una de las plantas:

✓ Planta baja:

- Hormigón convencional.
- Bovedilla de hormigón de áridos ligeros.
- Espuma rígida de poliuretano.
- Cerámica de gres de baldosa recibida con mortero de cemento P-350.

✓ Suelo primera planta:

- Hormigón convencional.
- Bovedilla de hormigón de áridos ligeros.
- Espuma rígida de poliuretano.
- Parquet 10mm.

En la primera planta se encuentra solo la capa de hormigón del forjado y se colocara un aislante de suelo radiante, una capa de mortero de cemento con aditivo y parquet de 10mm de espesor.

En el local de la planta baja solo existe en la actualidad la capa de hormigón convencional y se instalara un suelo de cerámica de gres apto para un uso como oficina.

De esta forma la resistencia térmica de la planta baja será de $0,36 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$ y la de la primera planta será de $0,40 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$ ambas inferior a lo requerido por la norma de $0.48 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

Estas resistencia serán analizadas mediante ensayo termoflujometrico para conocer la resistencia térmica real después de la conclusión de los trabajos realizados para el sistema de climatización.

5.5.5 Cubierta

La cubierta está resuelta a dos aguas. El material de cobertura es teja de hormigón coloreada.

Consta de las siguientes capas:

- Enlucido de yeso aislante.
- Capa aislante de poliestireno extruido.
- Teja de hormigón coloreada.

El techo de la primera planta que constituye el suelo del desván (que se utilizara como almacén) está constituido de las mismas capas que el suelo de la primera planta y se le ha colocado la capa aislante de poliestireno extruido para evitar pérdidas por transmisión de calor.

La resistencia térmica total de la cubierta es de $0.32 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$ siendo menor a lo exigido por la norma de $0.35 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

5.5.6 Particiones y revestimientos

Las particiones son de fabrica de ladrillo siguiendo las instrucciones de la NTE-PTL 1973. Están constituido por ladrillo h/d de resistencia inferior a 30 Kg/cm^2 en todas las zonas húmedas de baños y cocina.

Toda la tabiquería interior, excepto cocina y baños van tendidos de pasta de yeso Y-12 con guardavivos en las aristas verticales de esquina.

En los rincones, esquinas y guarniciones de huecos hay maestras verticales de 15mm de espesor y no supera una distancia entre ellas mayor a tres metros. Las caras vistas de las maestras de un paño están contenidas en un mismo plano vertical y al acabar el fraguado se repasa con pasta de yeso pasada por un tamiz de 0,2mm (según norma UNE-7050). La superficie resultante es plana, vertical y exenta de coqueras.

Los techos de los aseos y la sala de descanso van con plancha de escayola con fijación de cañas y un espesor de 20mm. El resto del local está revestido con un tendido de yeso en techos y paredes

5.5.7 Carpintería

La carpintería exterior es de PVC de dos cámaras con una transmitancia de $2,2 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$. El oscurecimiento está conseguido mediante persiana de PVC en blanco indeformables ante la acción del peso propio y viento.

La carpintería de los huecos de paso en el interior del local es de madera de Sapelly barnizada con un espesor no inferior a 30mm.

5.5.8 Vidrios

Los vidrios son de dos hojas tipo climalit con cámara (4+6+4).

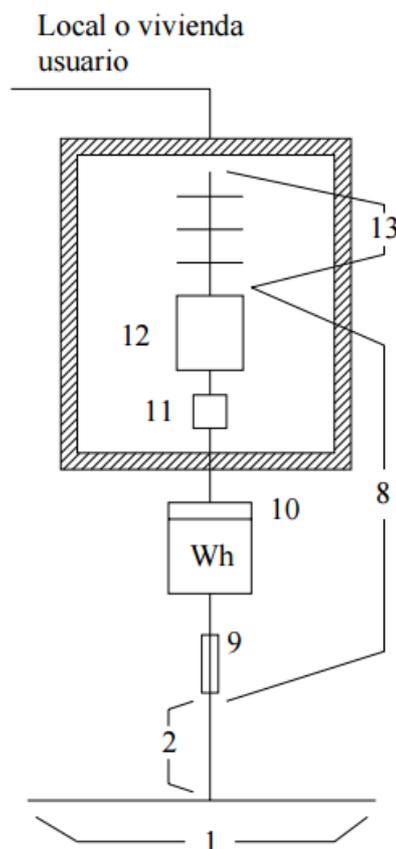
6 Requisitos de diseño y análisis de soluciones

6.1 Instalación eléctrica

Se realizará un completo dimensionado de la instalación eléctrica aprovechando la necesidad de electrificación de la planta baja donde estará la oficina y la sala de máquinas. Para el cálculo de esta instalación nos apoyaremos en el Reglamento electrotécnico para baja tensión y en sus correspondientes instrucciones técnicas complementarias.

Según la ITC-BT-12, para un solo usuario como es el caso se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la caja general de protección y la situación del equipo de medida y no existir por tanto línea general de alimentación. En consecuencia el fusible de seguridad coincidirá con el fusible de la caja general de protección.

El esquema de distribución será el siguiente.



Leyenda

1	Red de distribución.	8	Derivación individual.
2	Acometida.	9	Fusible de seguridad.
3	Caja general de protección.	10	Contador.
4	Línea general de alimentación.	11	Caja para interruptor de control de potencia.
5	Interruptor general de maniobra.	12	Dispositivos generales de mando y protección.
6	Caja de derivación.	13	Instalación interior.
7	Emplazamiento de contadores.		

Figura 6.1.- Esquema de distribución eléctrica.

6.1.1 Previsión de cargas

Para realizar la instalación eléctrica es necesario saber los elementos de consumo y sus respectivas potencias. Los elementos asociados a nuestra instalación serán los siguientes con discriminación por plantas:

- ✓ Primera planta(vivienda)
 - Iluminación por LED's.
 - Iluminación de emergencia.
 - Horno microondas (sala de descanso).
 - Máquina de café (sala de descanso).
 - Frigorífico y congelador (sala de descanso).
 - Radio, video y televisión (sala de reuniones).
 - Ordenadores e impresoras.
 - Otros (tomas de corriente).
- ✓ Planta baja(local)
 - Bomba de circulación de los captadores verticales.
 - Bomba de calor.
 - Bomba calefacción (suelo radiante).
 - Bomba agua caliente sanitaria.
 - Iluminación por LED's.
 - Iluminación de emergencia.
 - Otros accesorios del sistema de calefacción y ACS.
 - Ordenadores e impresoras.
 - Otros (tomas de corriente).

6.1.2 Acometida

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente. La longitud de la acometida será de 7 metros.

Sera de tipo mixto aero-subterránea según el esquema de la ITC-BT-11. Los cables enterrados deberán ser de cobre provistos de aislamiento de PVC y tripolares con una tensión asignada no inferior a 0,6/1kV y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la norma UNE-HD-603. Deberán ir enterrados a 50cm del suelo en un tubo con diámetro mínimo calculado según la ITC-BT-07 teniendo en cuenta que la resistividad del terreno es de $2,5K \cdot m/W$.

El cable ira protegido hasta una altura mínima de 2,5m por encima del nivel del suelo mediante un conducto rígido con las siguientes características mínimas:

Tabla 6.1.-Características cable de acometida.

Característica	Grado (canales)	Código (tubos)
Resistencia al impacto	Fuerte (6 julios)	4
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 °C	4
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60 °C	1
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica/aislante	1 / 2
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	$\varnothing \geq 1 \text{ mm}$	4
Resistencia a la corrosión (conductos metálicos)	Protección interior media, exterior alta	3
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	1

La tensión será de 400V trifásica y las secciones de los cables serán calculadas según la ITC-BT-07 y la ITC-BT-11 dando como resultado un cable de 4x1x50Al. El diámetro del tubo será de 110mm.

La caída máxima de tensión permitida por la compañía en la acometida no podrá ser superior al 7%.

6.1.3 Derivación individual

El diseño de esta parte de la instalación eléctrica se hará conforme a la ITC-BT-15. La derivación individual es la parte de la instalación en la que partiendo de la línea general de alimentación se suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los siguientes elementos:

- ✓ Fusibles de seguridad.
- ✓ Conjunto de medida.
- ✓ Dispositivos generales de mando y protección.

Los cables conductores serán de cobre aislados dentro de tubos enterrados con aislamiento XLPE y tripolares con una tensión asignada de 0,6/1Kv ya que la instalación es enterrada. Los tubos y canales protectores tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores instalados inicialmente al menos en un 100%.

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos de las derivaciones individuales serán de 32mm.

Las uniones de tubos rígidos deberán ser roscadas o embutidas de manera que no se puedan separar por los extremos. La derivación individual debe discurrir según la norma por un lugar de uso común.

Los cables no podrán ser propagadores de incendios y tendrán una emisión de humos y opacidad reducida cumpliendo lo establecido en la norma UNE 21123 y UNE 211002. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

La sección mínima será de 6mm^2 para los cables polares, neutro y de protección y de $1,5\text{mm}^2$ para el hilo de mando que deberá ser de color rojo.

Para el cálculo de la sección de los conductores se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- La demanda prevista por cada usuario será como mínimo la fijada por la ITC-BT-10 y su intensidad estará controlada por los dispositivos distintos privados de mando y protección.

A efectos de las intensidades admisibles por cada sección se tendrá en cuenta lo indicado en la ITC-BT-19 y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados se utilizara la ITC-BT-07

- La caída de tensión máxima admisible será la expresada en la siguiente tabla siendo en nuestro caso para un solo usuario teniendo en cuenta que en nuestro caso tenemos una instalación mixta de vivienda y local y por lo tanto las caídas de tensión máximas admisibles no son iguales en cada uno de los dos casos

Tabla 6.2.- Caídas de tensión máximas admisibles.

DISTRIBUCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA PERMITIDA SEGÚN EL R.E.B.T					
FORMA DE INSTALACIÓN DE LOS CONTADORES (ITC-12)	INSTALACIÓN DE ENLACE (ITC-12 a 15)		INSTALACIÓN INTERIOR (ITC-19)		
	LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (L.G.A.) (ITC-14)	DERIVACIÓN INDIVIDUAL (D.I.) (ITC-15)	VIVIENDAS	NO VIVIENDAS ⁽¹⁾	
				ALUMBRADO	OTROS USOS
PARA UN SOLO USUARIO	No existe L.G.A.	1,5 %	3 %	3 %	5 %
PARA DOS USUARIOS ALIMENTADOS DESDE EL MISMO LUGAR					
CONTADORES TOTALMENTE CENTRALIZADOS	0,5 %	1 %			
CONTADORES CENTRALIZADOS EN MÁS DE UN LUGAR	1 %	0,5 %			
TOTAL EN EL CONJUNTO DE LA INSTALACIÓN	1,5 %		4,5%	4,5 %	6,5 %
INSTALACIONES INDUSTRIALES ALIMENTADAS DIRECTAMENTE EN AT. MEDIANTE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION AT/BT PROPIO ⁽²⁾			-----	4,5 %	6,5 %

⁽¹⁾ Se entiende como "NO VIVIENDA" cualquier local, oficina, industria, etc. (En general todo aquel con uso distinto a vivienda)

⁽²⁾ Se considera que la instalación interior (BT) tiene su origen en la salida del transformador

6.1.4 Dispositivos generales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se colocaran lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En nuestro caso estará colocado en el descansillo de la escalera .Se colocara una caja para el maxímetro de control de potencia (ya que se superan los 63 A en nuestro caso) inmediatamente antes del resto de dispositivos dentro de un compartimento independiente y provisto de un precinto. El maxímetro de control de potencia se podrá colocar dentro del cuadro que alberga los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior podrán instalarse en cuadros separados o en otro lugar.

La altura a la que se situaran los dispositivos generales e individuales de mando y protección medida desde el nivel del suelo estará comprendida entre 1,4 y 2 metros.

Las envolventes de los cuadros deberán estar sujetas a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439-3 y tendrán un grado mínimo de protección de IP30 según la norma UNE 20324 e IK07 según la norma UNE-EN50102. La envolvente para el interruptor de control de potencia deberá ser precintable y sus dimensiones estarán acordes con el tipo de suministro y la tarifa aplicable. Sus características y tipo corresponderán a un modelo aprobado oficialmente.

El instalador fijara de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa impresa mediante caracteres indelebles en la que constara el nombre o marca comercial, la fecha en la que se realizo la instalación y la intensidad a signada al interruptor automático general.

En nuestro caso el cuadro general de mando y protección se situara en el descansillo de la escalera justo a la derecha de la puerta de acceso al local.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán como mínimo los siguientes:

- ✓ Un interruptor general de corte omnipolar con una intensidad nominal mínima de 25 A de tal forma que permita su accionamiento manual y que este dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos según lo especificado en la ITC-BT-22. Tendra un poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en cualquier punto de la instalación, de 4,5kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- ✓ Un interruptor diferencial general de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general ,destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos según lo especificado en la ITC-BT-24. Se deberá cumplir la siguiente condición:

$$Ra * Ia \leq U$$

Siendo:

Ra = Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

Ia = corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada). Su valor será de 30mA.

U = tensión de contacto limita convencional (50V en locales con ambiente seco y 24V en locales con ambiente húmedo).

Si por el carácter de la instalación se fuese a instalar un interruptor diferencial en cada circuito o grupo de circuitos podríamos prescindir del interruptor diferencial general, siempre y cuando todos los circuitos quedasen correctamente protegidos. En caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie tendrá que existir una selectividad entre todos ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección estarán interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- ✓ Dispositivos de corte omnipolar destinados a proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- ✓ Dispositivos de protección contra sobretensiones según lo especificado en la ITC-BT-23 si fuesen necesarios. Como en nuestro caso la instalación es enterrada hasta el edificio no será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

6.1.5 Cuadro de contadores

El contador deberá permitir la lectura del consumo de forma directa mediante algún elemento transparente resistente a los rayos ultravioletas.

La derivación individual deberá llevar asociada un fusible de seguridad según esquema general de la instalación con independencia de las protecciones interiores. Este fusible se colocará antes del contador y en cada uno de los hilos de fase que vayan a él y tendrá una capacidad de corte correspondiente con la intensidad máxima de cortocircuito que pueda producirse.

La forma de colocación del armario se realizará según lo dispuesto en la ITC-BT-13 reuniendo en un mismo cuadro los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para la discriminación horaria. En resumen el cuadro deberá tener las siguientes características:

- ✓ Fácil lectura del contador de consumo
- ✓ Garantía de seguridad y facilidad a la hora del mantenimiento
- ✓ Acceso permanente a los fusibles generales de protección

6.1.6 Toma de tierra

La puesta a tierra tiene como objetivo principal limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas asegurando la actuación de las protecciones y eliminando o disminuyendo el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos usados en la instalación

Deberá instalarse una toma de tierra de protección según la siguiente metodología:

Se instalará la toma de tierra en el fondo de una zanja de cimentación del local antes de su construcción. Se colocará un cable de cobre desnudo y rígido con una sección mínima según lo especificado en la ITC-BT-18 formando un anillo con influencia sobre todo el perímetro del edificio. A este anillo se conectarán los electrodos verticalmente

hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

Las dimensiones mínimas recomendadas para los electrodos de puesta a tierra son los siguientes:

Tabla 6.3.- Dimensiones mínimas electrodos de puesta a tierra.

Tipo de electrodo		Dimension minima
Picas	Barras	$\varnothing \geq 14,2\text{mm}$ (acero-cobre 250 μ)
		$\varnothing \geq 14,2\text{mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
	Perfiles	Espesor $\geq 5\text{mm}$ y seccion $\geq 350\text{mm}^2$
	Tubos	$\varnothing_{\text{ext}} \geq 30\text{mm}$ y espesor $\geq 3\text{mm}$
Placas	Rectangular	1m*0,5m
		Espesor $\geq 2\text{mm}$ (cobre)
		Espesor $\geq 3\text{mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
	Cuadrada	1m*1m
		Espesor $\geq 2\text{mm}$ (cobre)
	Espesor $\geq 3\text{mm}$ (acero galvanizado 78 μ)	
Conductor desnudo		35mm ² (cobre)

La puesta a tierra es la unión directa sin fusibles ni ninguna otra protección de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora que no pertenezca al mismo por medio de un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo para que el conjunto de la instalación eléctrica del edificio y el terreno no tengan una diferencia de potencial peligrosa para dicha instalación.

Está prohibido intercalar en el circuito de tierra fusibles o interruptores que corten su continuidad.

Como ya se ha dicho se conectara al circuito de tierras toda masa metálica importante de la instalación.

La resistencia de tierra tendrá un valor suficiente como para que no se den tensiones de contacto superiores a:

- ✓ 24V en local o emplazamiento conductor
- ✓ 50V en los demás casos

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente se asegurara la rápida eliminación de esta falta mediante el uso de dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

Para el cálculo de la longitud de la pica se tendrá en cuenta el tipo de terreno ya que el edificio se encuentra relativamente cerca del rio Duero y en estos casos la ITC-BT-18 recomienda instalar picas de gran longitud que permita alcanzar terrenos más profundos y con una mejor conductividad.

Con todo lo dicho en nuestro caso se procederá a la instalación de una malla compuesta por 8 picas de 2 m de longitud cada una. Los datos de resistividad del terreno y resistencia de tierra están expresados en el anexo de cálculos.

El sistema de puesta a tierra escogido será el siguiente:

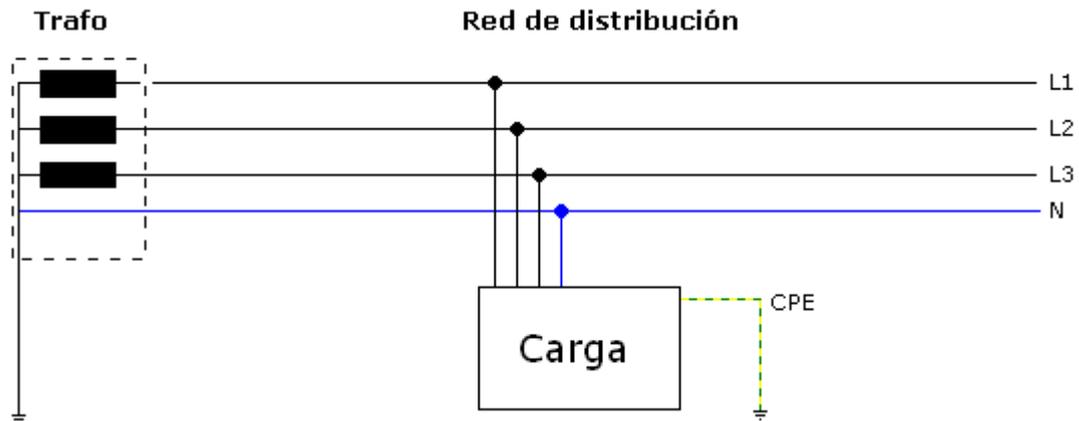


Figura 6.2.- Esquema de puesta a tierra.

El esquema escogido es el tipo TT utilizado en la mayoría de instalaciones domésticas por su gran capacidad de protección de las personas y un buen coste de operación.

Por la importancia que ofrece desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra deberá ser comprobada obligatoriamente por el director de la obra o por el instalador autorizado en el momento en que se dé de alta la instalación para su funcionamiento.

Deberá comprobarse el estado de la toma de tierra al menos una vez al año siempre en la época en la que más seco este el terreno en el que se encuentra hincada la pica y se reparara cualquier defecto encontrado con carácter urgente.

En los lugares en los que el terreno no sea favorable para la buena conservación de los electrodos, estos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen al menos cada cinco años.

6.1.7 Circuitos individuales

La determinación de las características de la instalación se hará de acuerdo a lo indicado en la norma UNE 20460-3. La sección de los conductores se calculará de tal forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo excepciones indicadas en las diversas instrucciones técnicas complementarias del reglamento electrotécnico para baja tensión, menor del 3% para cualquier circuito interior del local, del 3% para el alumbrado y del 5% para los demás usos posibles.

La caída de tensión será calculada considerando alimentados todos los aparatos de utilización que sean susceptibles de estar funcionando simultáneamente, de manera que se calculará para la situación más desfavorable.

El valor de la caída de tensión podrá ser compensado entre la instalación interior y las derivaciones individuales de tal forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas teniendo en cuenta el tipo de esquema utilizado en nuestro caso.

Los conductores de la instalación deberán ser fácilmente identificables sobre todo en lo respectivo al hilo neutro y al de protección. La identificación será mediante colores que representen sus aislamientos. Cuando en la instalación exista conductor neutro o se prevea el cambio de un conductor de fase a neutro se deberá identificar por medio de un color azul claro. El conductor de protección se identificará mediante color verde-amarillo y todos los conductores de fase para los que no esté previsto que pasen a neutro se identificarán con un color negro o marrón.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente se determinará en cada caso en particular de acuerdo a las indicaciones incluidas en las instrucciones técnicas complementarias del reglamento o en su defecto con las indicaciones aportadas por el usuario considerando el uso racional de los aparatos en cada momento.

El grado de electrificación básico se plantea como el sistema mínimo, a efectos de uso, de la instalación eléctrica interior en edificios de nueva construcción según lo indicado en la ITC-BT-10. Su objetivo es permitir la utilización de aparatos de uso básico evitando tener que realizar obras posteriormente para adecuarlos.

La capacidad de instalación se corresponderá como mínimo al valor de la intensidad asignada al interruptor general automático. Se cumplirá también estas condiciones para el caso de la derivación individual.

Los circuitos necesarios vienen determinados por la ITC-BT-25 y en nuestro caso el local tendrán un grado de electrificación elevada ya que se cumple la condición de que la potencia necesaria para abastecer a los aparatos es superior a 9200W debido a las máquinas del sistema de calefacción y ACS y a los aparatos del local que tienen una alta potencia de funcionamiento. Los ordenadores e impresoras van alimentados en monofásico mediante tomas de corriente pero se prevé la colocación de tomas de corriente trifásica para el uso de otros aparatos de fuerza.

Los circuitos de los que dispondrá la instalación serán los siguientes:

- ✓ C1: Iluminación planta baja.
- ✓ C2: Iluminación primera planta.
- ✓ C3: Frigorífico y congelador (sala de descanso).
- ✓ C4: Horno microondas y cafetera (sala de descanso).
- ✓ C5: Radio, TV y video (sala de reuniones y sala de descanso).
- ✓ C6: Ordenadores e impresoras.
- ✓ C7: Bomba de circulación captadores verticales.
- ✓ C8: Bomba de calor geotérmica.
- ✓ C9: Bomba suelo radiante y bomba de circulación ACS.
- ✓ C10: Tomas de corriente monofásicas planta baja.
- ✓ C11: Tomas de corriente monofásica 1ª planta.
- ✓ C12: Toma de corriente trifásica.

Tanto para la electrificación básica como para la elevada (nuestro caso) se colocara como mínimo un interruptor diferencial por cada cinco circuitos instalados. Como se ha previsto la instalación de 12 circuitos diferentes se colocara al menos 3 interruptores diferenciales con una intensidad diferencial-residual máxima de 30mA.

Se calcularan las secciones de cada uno de los circuitos según lo dispuesto en la ITC-BT-19 y en la ITC-BT-25.

Para el dimensionado del interruptor general automático se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 6.4.- Dimensión del interruptor general automático.

Electrificación	Potencia	Calibre interruptor general automatico
Basica	5750W	25A
	7360W	32A
Elevada	9200W	40A
	11500W	50A
	14490W	63A

La sección de cable de cada uno de los circuitos de la instalación estará detallada en el resumen de la presente memoria así como los datos referentes a los dispositivos de protección como interruptor general automático, interruptor de control de potencia, interruptores diferenciales e instalación de puesta a tierra.

Así mismo todos los cálculos detallados se encuentran en el anexo de cálculos de la memoria.

6.1.8 Iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia se diseñara según lo dispuesto en la ITC-BT-28, la cual rige que los locales como este deben tener suministro de emergencia. Para alimentar el alumbrado de emergencia se utilizara un grupo electrógeno diesel marca KAISER. El alumbrado de emergencia se diseñara con el software DAISAlux.

Las fuentes para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en un lugar fijo de tal forma que no se vean afectadas por la fuente de energía convencional. Deberán cumplir adicionalmente las siguientes condiciones:

- ✓ Se instalaran en un lugar apropiado y accesible solamente a personas cualificadas.
- ✓ El emplazamiento estará convenientemente ventilado de tal forma que los gases y los humos que produzca el grupo electrógeno no pueda propagarse en los locales accesibles a las personas.
- ✓ No admitirán derivaciones separadas, independientes o alimentadas por una red de distribución pública excepto si se asegura que las dos derivaciones no pueden fallar simultáneamente.

Todos los locales de pública concurrencia (en nuestro caso >50 personas/día ajenas) deben disponer de un sistema de alumbrado de emergencia para asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación del local y el camino hasta la salida para una eventual evacuación del publico .La alimentación del alumbrado será automática y dispondrá de un dispositivo de corte breve. Se incluye dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

El alumbrado de seguridad es el alumbrado de emergencia que tiene la misión de garantizar que las personas evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. El alumbrado de seguridad entrara en funcionamiento de forma automática cuando se produzca un fallo en el alumbrado general cuándo la tensión del mismo baje del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de evacuación es la parte del alumbrado de emergencia previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando un local este o pueda estar ocupado. En las rutas de evacuación el alumbrado de evacuación deberá proporcionar a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales una iluminancia mínima de 1 lux. En los lugares donde se sitúen los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y mínima en el eje de los pasos principales será menor a 40.El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar cuando se produzca un fallo en la alimentación general como mínimo una hora.

El alumbrado ambiente o antipánico es la parte del alumbrado de emergencia previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar los posibles obstáculos existentes.

El alumbrado antipánico proporcionará una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el espacio desde el suelo hasta una altura mínima de 1 metro. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio será menor a 40 y deberá funcionar al menos durante una hora desde que se produzca el fallo en la alimentación general.

El alumbrado de reemplazamiento será aquel que permita la continuidad normal de la actividad del local cuando se produzca un fallo en la alimentación normal

6.2 Sistema geotérmico de climatización y ACS

Se ha optado por un sistema de geotérmico de climatización y ACS para cubrir las necesidades del local por ser una energía renovable y limpia cuya tecnología es muy madura.

El sistema no es tan simple como podría ser un sistema convencional diesel o un abastecimiento mediante gas natural, pero las ventajas a largo plazo lo hace una alternativa muy viable.

Este tipo de instalaciones tienen unas particularidades y unos equipos a emplear específicos para esta tecnología. De esta manera será necesario realizar una serie de sondeos en el solar del edificio en los cuales se introducirán una serie de canalizaciones y tuberías provistas de un líquido caloportador. En algunas ocasiones estos sondeos se pueden realizar antes de poner la solera quedando así el sondeo en el interior del edificio en cuestión pero en nuestro caso no es posible ya que la solera ya está echada por lo que se utilizara la parcela de la vivienda y el local para colocar estos sondeos. El número de tuberías conectadas en serie viene dada por la demanda exigida para la época más desfavorable y estará detallada en el anexo de cálculos.

Lo siguiente será la instalación de una bomba de calor capaz de convertir energía eléctrica en calorífica para abastecer a un depósito de acumulación que proporcionara agua caliente sanitaria a la vivienda y el local y mediante un depósito de inercia se abastecerá el sistema de suelo radiante.

Al tener la bomba de calor un COP elevado (en torno a 5) permite conseguir casi 5kW térmicos por cada kW eléctrico que le aportamos a la bomba.

Este tipo de instalaciones tiene la ventaja de que no requieren de mantenimiento lo cual es una gran ventaja para la comodidad del usuario y tampoco tienen emisiones propias de la combustión con lo cual tendremos una vivienda y local más limpios.

Como inconveniente esta la alta inversión inicial que debe realizar el propietario para la puesta en marcha del sistema pero la amortización no suele superar los 10 años. Se realizara en el anexo de cálculos un estudio de viabilidad para determinar si la instalación de geotermia es atractiva económicamente a largo plazo.

6.2.1 Cargas térmicas de calefacción

Mediante el uso del software CEXv2.1 se han podido calcular las transmitancias de cada uno de los elementos constructivos que componen el local de oficinas.

A continuación se ha obtenido el dato de temperatura mínima media que en el caso de Zamora corresponde al mes de enero con una mínima media de 4,6°C con lo que se ha podido calcular la demanda de calefacción en el mes más desfavorable. Con este dato y la demanda de agua caliente necesaria ya se puede dimensionar correctamente la bomba de calor necesaria. La potencia obtenida para cada instancia de la vivienda y el local a calefactar es la siguiente:

✓ Sala de reuniones	2694W
✓ Sala de descanso	1558W
✓ Aseo primera planta.....	1284W
✓ Pasillo.....	2081W
✓ Despacho 1.....	1403W
✓ Despacho 2.....	1622W
✓ Despacho 3.....	1356W
✓ Hall de entrada y oficina planta baja.....	12201W
✓ Aseo planta baja.....	551W

La potencia total de calefacción asciende a 24754W (24,7kW) a la que se le ha aplicado un sobredimensionamiento del 15% para garantizar la demanda en las peores condiciones dando lugar a una potencia final de calefacción de 28kW.

En el anexo de cálculo se encuentran detallados los consumos de calefacción para cada mes del año.

6.2.2 Cargas térmicas de refrigeración

Para la refrigeración se utilizara la bomba de calor en ciclo inverso al de calefacción. Las cargas por refrigeración son inferiores a las de calefacción por lo tanto la demanda de refrigeración está asegurada. Aun así se han calculado las necesidades de refrigeración en verano de la vivienda y el local teniendo en cuenta los cerramientos opacos de la envolvente, la radiación solar, el número de huecos, la aportación calórica de la iluminación y los ordenadores, y la carga por ocupación del lugar .Con esto las cargas por refrigeración obtenidas son las siguientes:

- ✓ Cargas por transmisión de cerramientos opacos.
- ✓ Cargas por radiación solar.
- ✓ Cargas por infiltración de aire exterior.
- ✓ Carga sensible por ocupación del lugar.
- ✓ Carga generada por la iluminación.
- ✓ Carga generada por los ordenadores y las impresoras.
- ✓ Carga generada por las maquinas del sistema geotérmico.

Para las cargas generadas por los ordenadores y la iluminación se ha considerado que toda la potencia de las mismas se convierte en calor sensible.

Con todo lo dicho la potencia total de refrigeración es de 14,99kW.

6.2.3 Demanda de agua caliente sanitaria

Se ha calculado la demanda térmica para calentar el agua caliente sanitaria teniendo en cuenta la temperatura de entrada de agua fría en Zamora cada mes del año y se ha dimensionado para el caso más desfavorable dando como resultado una potencia necesaria de 4kW al día para satisfacer dicha demanda. Como la bomba de calor ya está sobredimensionada no se aplicara en este caso un tanto por ciento adicional a la potencia requerida

Se ha tenido en cuenta unas necesidades de Agua caliente por persona de 3 litros al día según lo indicado en el CTE-HE4 lo que implica que se han de calentar 60 litros de agua al día a una temperatura de 60°C para las 20 personas que de media ocuparan el local a lo largo del año.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 6.5.- Demanda de referencia a 60°C

También se ha calculado el depósito de acumulación teniendo en cuenta el caudal simultáneo de cada uno de los aparatos de consumo de agua caliente sanitaria y aplicando un coeficiente de simultaneidad. Se ha utilizado la siguiente fórmula para el cálculo del depósito de acumulación de ACS:

$$V = Q * t * 60$$

Donde:

V es el volumen total del depósito de acumulación en litros

Q es el caudal máximo simultáneo de los aparatos de consumo

T es el tiempo (de 15 a 20 min)

Se ha multiplicado el resultado por un coeficiente de 0,5 que garantice la demanda.

El resultado final ha sido un depósito de acumulación de 87,75 litros. Se ha escogido finalmente un depósito marca ROTH con una capacidad de 500 litros que servirá también como depósito de inercia de la calefacción (ver anexo de máquinas).

6.2.4 Método operativo

Para calcular las características de las sondas verticales de captación se usará el método IGHAPS que es un modelo matemático para el dimensionado de captadores.

El dimensionado de la instalación geotérmica dependerá de muchos factores siendo los más importantes las cargas térmicas y la bomba de calor escogida pero también influyen el clima de la zona que puede hacer que cambien las condiciones operativas y las características geológicas de la zona en la que se encuentra el local.

También cabe destacar que debido a los altos costes de instalación esto se convierte en un parámetro muy importante pero no determinante.

El tipo de terreno y el emplazamiento estarán íntimamente ligados ya que la decisión de optar por un emplazamiento u otro depende directamente del tipo de suelo del que este dotado.

Se puede fijar el tipo de instalación para que se puedan realizar los cálculos correctos ya que existen dos tipos de sondas:

- ✓ Sondeos horizontales
- ✓ Sondeos verticales

Los sondeos horizontales requieren un menor movimiento de tierras y a la hora de instalar los tubos supone una operativa más sencilla pero debido a las condiciones climatológicas y del terreno donde se ubica la vivienda y el local se ha optado por un sistema de sondeo vertical para alcanzar una profundidad en el terreno donde la temperatura se mantenga constante durante todo el año.

Los factores más importantes tenidos en cuenta para el dimensionado y la elección de un sistema u otro han sido las siguientes:

- ✓ Carga térmica.
- ✓ Tipo de suelo/Geología.
- ✓ Emplazamiento.
- ✓ Disponibilidad de terreno.
- ✓ Tipo de bomba de calor escogida.
- ✓ Tipo de instalación.
- ✓ Costes de la instalación.
- ✓ Climatología de la zona.

Las propiedades del terreno que más afectan a un sistema geotérmico como este de forma directa son la conductividad térmica, la resistencia térmica de la superficie de intercambio y la difusividad térmica.

Mediante la ley de Fourier se puede explicar la transferencia de calor mediante conducción. De esta forma la tasa de transferencia de calor por conducción en una dirección dada es proporcional al área normal a la dirección del flujo de calor y al gradiente de temperatura en esa dirección. Se expresa mediante la fórmula:

$$Q = -K * (T2 - T1)$$

Donde:

Q es la tasa de transferencia de calor en W/m

K es la conductividad térmica en W/mK

(T2-T1) es el salto térmico en K

Otra propiedad muy importante será el calor específico que es una magnitud física que se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de

una sustancia o sistema termodinámico para elevar su temperatura en una unidad. En general el valor del calor específico depende del valor de la temperatura inicial.

De forma análoga se define la capacidad calorífica como la cantidad de calor que hay que aportar a toda la masa de una sustancia dada para elevar su temperatura en una unidad, con lo cual, la capacidad calorífica es el cociente entre la capacidad calorífica y la masa:

$$\text{Calor específico} = \frac{\text{Capacidad calorífica}}{\text{Masa de la sustancia}}$$

Teniendo en cuenta todo esto se puede apreciar que el suelo se calentará más cuanto menor sea su valor de calor específico. El suelo posee elementos con diferentes calores específicos lo que provoca que la textura del suelo tenga una gran importancia.

Por otra parte la humedad del suelo también influye ya que el calor específico del agua es unas cinco veces superior al calor específico del suelo con lo que el agua se calentará más lentamente que el suelo provocando que suelos con un gran contenido de humedad se calentará más lentamente que uno con bajo nivel de humedad. Para evitar esto se ha optado como se ha dicho por un sondeo de tipo vertical para evitar la influencia de la humedad del terreno.

La difusividad térmica se define como el ratio entre la conductividad y el almacenamiento térmico del terreno y se relaciona con el calor específico de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{K}{C_p * \rho}$$

Donde:

α es la difusividad térmica en m^2/s

K es la conductividad térmica en W/mK

C_p es el calor específico en J/kgK

ρ es la densidad del material en kg/m^3

Al producto de la densidad y el calor específico se le llama capacidad térmica y representa la capacidad que tiene el material para almacenar calor en condiciones de transmisión del entorno. Los valores de los suelos más típicos son los siguientes:

Tabla 6.6.- Características según tipo de suelo.

Tipo de suelo	Conductividad termica (W/mK)	Difusividad termica (cm ² /s)
Arena	0,77	0,0045
Limo	1,67	-
Arcilla	1,11	0,0054
Marga	0,91	0,0049
Arena saturada	2,5	0,0093
Arcilla saturada	1,67	0,006

Un valor a tener en cuenta pero que no es una propiedad del terreno es la resistividad térmica entre nuestro fluido caloportador y las paredes del pozo de intercambio ya que influye directamente en nuestro sistema geotérmico. Para una tasa de transferencia de calor determinada q la diferencia de temperatura entre el fluido caloportador y las paredes del sondeo de intercambio se define como:

$$T_f - T_b = R_b * q$$

Donde:

T_f es la temperatura media de masa del fluido caloportador en K

T_b es la temperatura de las paredes del pozo en K

R_b es la resistividad térmica del conjunto en mK/W

q es la tasa de transferencia de calor en W/m

Para la obtención de la conductividad térmica hay varias pruebas y ensayos que permiten calcularlo y a partir de eso conseguiremos saber el valor de la difusividad térmica.

Se utilizara una sonda TP-04 consistente en un transductor formado por la unión de dos metales distintivos que produce una diferencia de potencial (efecto Seebeck) que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos designado como "punto caliente" o de medida y el otro designado como "punto frio" o de referencia.

Las características de la sonda se encuentra en el anexo de maquinas de la presente memoria

Como se ha dicho para el dimensionado de los captadores verticales se utilizara el método IGSHA. Se calcularan las necesidades de calefacción para el invierno y de refrigeración para el verano.

6.2.4.1 Operativa en verano (refrigeración)

El esquema en verano será el siguiente:

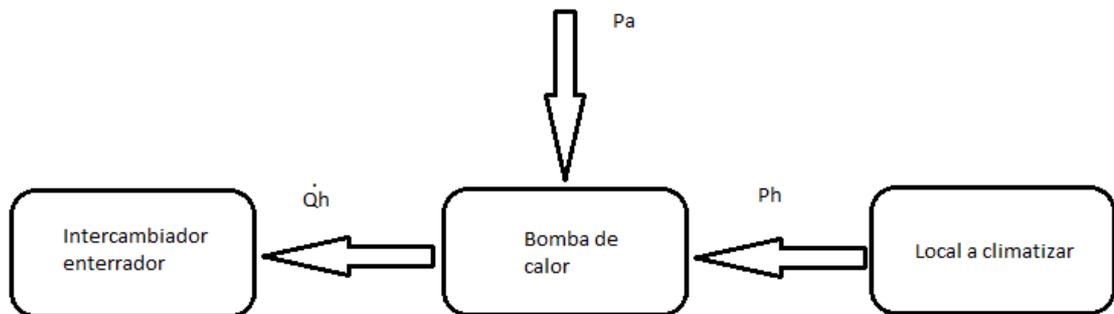


Figura 6.3.- Esquema de principio en verano (refrigeración).

$$Q_c = P_a + P_c$$

Donde:

Q_c es el calor que hay que ceder al sondeo enterrado en W (al intercambiador)

P_a es la potencia eléctrica absorbida por la bomba de calor en W

P_c es la potencia a extraer del local a climatizar en W

Si el flujo de calor se expresa por cada metro de intercambiador enterrado tenemos:

$$q_c = \frac{Q_c}{L_c}$$

Donde:

Q_c es el calor a ceder al intercambiador enterrado en W

q_c es el calor que hay que ceder por cada metro en W/m

L_c es la longitud total de intercambiador enterrado en m

El esquema termodinámico del intercambiador en verano (refrigeración) será el siguiente:

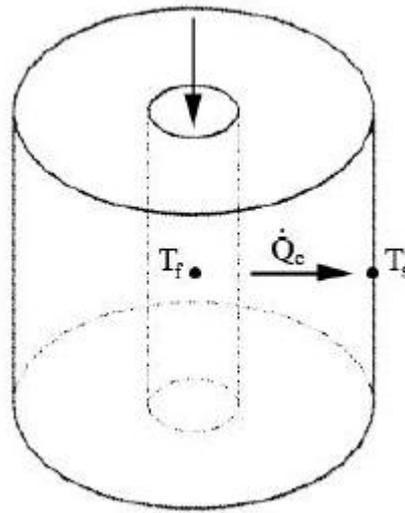


Figura 6.4.- Esquema termodinámico en verano (refrigeración).

$$q_c = \frac{T_f - T_s}{R_T}$$

Donde:

R_T es la resistencia térmica del conjunto en mK/W

q_c es el calor por unidad de longitud a ceder en W/m

T_f es la temperatura en el seno del fluido en K

T_s es la temperatura en la superficie del intercambiador en K

La ecuación anterior se obtiene aplicando la ley de Fourier en el esquema de funcionamiento de la figura.

Para calcular la resistencia térmica del conjunto se dispone de la siguiente fórmula:

$$R_T = R_t + R_s * F_{u,c}$$

Donde:

R_T es la resistencia térmica de todo el conjunto en mK/W

R_t es la resistencia térmica de la tubería escogida en mK/W

R_s es la resistencia térmica del suelo en mK/W

$F_{u,c}$ es el factor de utilización de la instalación (factor adimensional)

La resistencia térmica del terreno va en función del tiempo que dicho terreno lleve absorbiendo o cediendo calor, de su propia difusividad térmica y de radio del sondeo.

El factor de utilización es el periodo de tiempo en que la bomba de calor de nuestra instalación estar en funcionamiento. El cálculo viene dado por la previsión de cargas térmicas previstas más adelante.

En general la resistencia térmica de la tubería se puede expresar como:

$$R_t = \frac{1}{2 * \pi * k_t} * \ln\left(\frac{D_e}{D_i}\right)$$

Donde:

R_t es la resistencia térmica de la tubería en Mk/w

k_t es la conductividad térmica de la tubería e W/mK

D_i es el diámetro interno de la tubería en m

D_e es el diámetro externo de la tubería en m

Sustituyendo e igualando obtenemos la siguiente expresión:

$$\frac{P_a + P_c}{L_c} = \frac{T_f - T_s}{R_T}$$

Despejando L_c se obtiene la expresión:

$$L_c = \frac{(P_a + P_c) * R_T}{T_f - T_s}$$

Sustituyendo R_t por su valor tendremos la expresión para la longitud del intercambiador que hay que instalar en el sondeo:

$$L_c = \frac{(P_a + P_c) * (R_t + R_s * F_{u,c})}{T_f - T_s}$$

Hay que tener en cuenta que para saber la longitud de intercambiador final que se debe instalar tenemos que saber lo que da la formula anterior en la operativa de calefacción (invierno) explicada en el siguiente apartado.

Se puede también tomar los datos de temperaturas máximas y mínimas de Zamora para conocer el caso más extremo de necesidades.

Lo primero será saber el COP de la bomba de calor a instalar (véase anexo de maquinas)

$$COP_c = \frac{P_c}{P_a}$$

El COP de la bomba escogida para la instalación es de 5,0 según datos del fabricante

Sustituyendo el valor del COP en la formula de la longitud del intercambiador tendremos la siguiente expresión para el caso más desfavorable cuando las temperaturas de Zamora son más extremas:

$$L_c = \frac{P_c * \frac{COP_c + 1}{COP_c} * (R_t + R_s * F_{u,c})}{T_H - T_{Max}}$$

Donde:

T_H es la temperatura máxima del fluido en K

T_{Max} es la temperatura máxima del suelo en K

Todos estos datos están especificados en el posterior anexo de cálculos.

6.2.4.2 Operativa en invierno (calefacción)

El esquema en invierno será el siguiente:

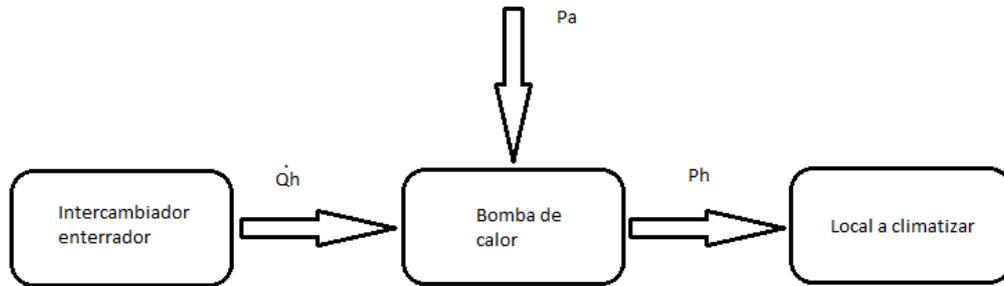


Figura 6.5.- Esquema de principio en invierno (calefacción).

$$Q_h = P_h - P_a$$

Donde:

Q_h es el calor que debe absorber el intercambiador enterrado en W

P_a es la potencia absorbida de la red eléctrica en W

P_h es la potencia a ceder al local a climatizar en W

Si el flujo de calor lo expresamos por unidad de longitud de intercambiador enterrado tenemos:

$$q_h = \frac{Q_h}{L_h}$$

Donde:

Q_h es el calor que debe absorber el intercambiador enterrado en W

q_h es el calor por unidad de longitud a absorber en W/m

L_h es la longitud de nuestro intercambiador enterrado en m

El esquema termodinámico del intercambiador en invierno (calefacción) será el siguiente:

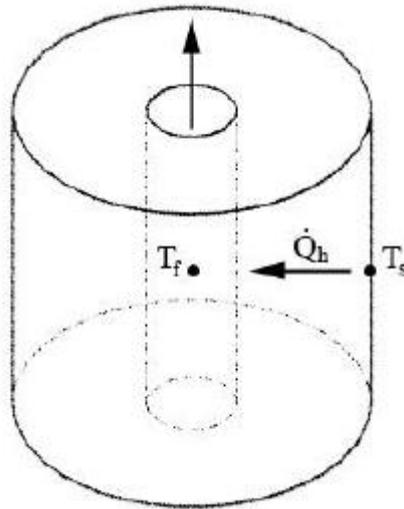


Figura 6.6.- Esquema termodinámico en invierno (calefacción).

$$q_h = \frac{T_s - T_f}{R_t}$$

Donde:

Q_h es el calor por unidad de longitud a absorber en W/m

R_t es la resistencia térmica del conjunto en mK/W

T_f es la temperatura en el seno del fluido en K

T_s es la temperatura en la superficie del intercambiador en K

Sustituyendo obtenemos la igualdad siguiente:

$$\frac{P_h - P_a}{L_h} = \frac{T_s - T_f}{R_T}$$

Despejando L_h se obtiene la siguiente expresión:

$$L_h = \frac{(P_h + P_a) * R_T}{T_s - T_f}$$

$$L_h = \frac{(P_h + P_a) * (R_t + R_s * F_{u,h})}{T_s - T_f}$$

Donde:

R_s es la resistencia térmica del suelo en mK/W

$F_{u,h}$ es el factor de uso de la instalación(adimensional)

Si se cogen los datos de la temperatura mínima del fluido y la temperatura del suelo podremos saber el caso más desfavorable.

$$COP_h = \frac{P_h}{P_a}$$

$$P_h - P_a = P_h * \frac{COP_h - 1}{COP_h}$$

$$L_h = \frac{P_h * \frac{COP_h - 1}{COP_h} * (R_t + R_s * F_{u,h})}{T_{Min} - T_L}$$

Donde:

T_{Min} es la temperatura mínima del suelo en K

T_L es la temperatura mínima del fluido en K

6.2.5 Perfil de temperaturas

Para poder aprovechar la energía geotérmica del suelo de forma eficiente se deben de conocer las propiedades geológicas de nuestra parcela que influirán en las variaciones de temperatura de dicho suelo en cada periodo del año.

Resulta de especial importancia saber a qué profundidad el terreno se encuentra a una temperatura estable a lo largo de todo el año para poder establecer valores constantes para el cálculo de los intercambiadores y de la bomba de calor a partir de las necesidades del local.

En general en España a los diez metros de profundidad la temperatura del terreno comienza a estar constante todo el año aumentando en torno a 1°C por cada 100m de profundidad.

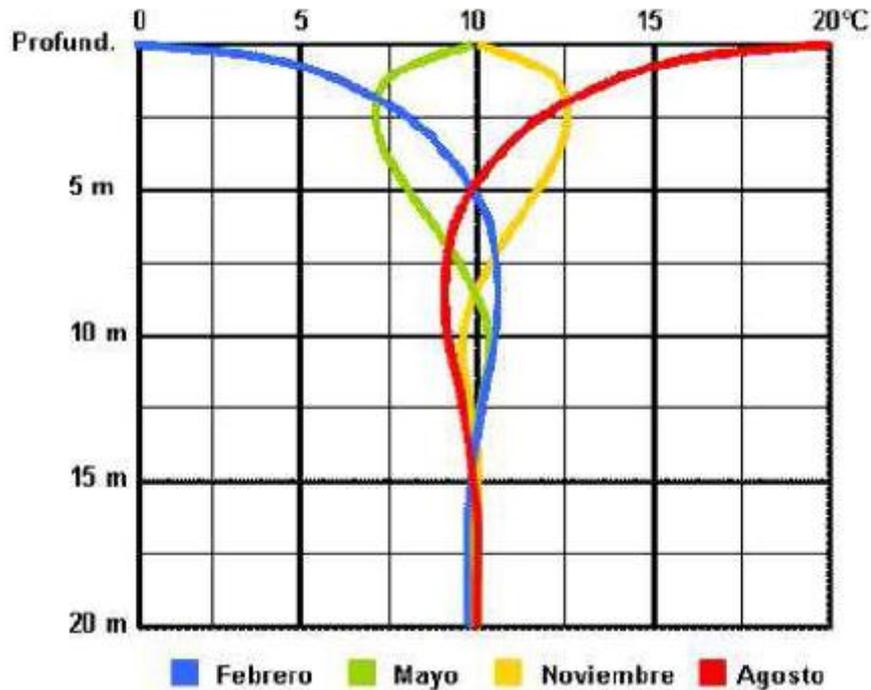


Figura 6.7.- Perfil de temperaturas.

En las capas inferiores (desde 50 m de profundidad en adelante) la temperatura permanecerá estable con independencia de los factores climáticos.

Las temperaturas medias de la zona donde está el edificio son las siguientes según la agencia estatal de meteorología:

Tabla 6.7.- Temperatura media atmosférica de la zona.

MES	Temperatura minima media(°C)	Temperatura maxima media	Temperatura media
Enero	0,9	8,3	4,6
Febrero	1,3	11,4	6,4
Marzo	3,5	15,5	9,5
Abril	5,3	17,1	11,2
Mayo	8,7	21,2	15
Junio	12,6	27	19,8
Julio	14,9	30,4	22,7
Agosto	14,8	29,8	22,3
Septiembre	12	25,5	18,8
Octubre	8,3	19	13,6
Noviembre	4,1	12,7	8,4
Diciembre	1,8	9,2	5,5

La temperatura mínima y máxima del terreno así como la temperatura de estabilidad se han calculado teóricamente mediante las siguientes formulas y el uso de los datos proporcionados por la tabla anterior:

$$T_{Max} = T_m + Ae^{-y\sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}}$$

$$T_{Min} = T_m - Ae^{-y\sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}}$$

Donde:

A es la amplitud de la oscilación anual de la temperatura exterior en K

T_m es la temperatura media anual en K

y es la profundidad en m

α es la difusividad térmica del suelo en m^2/s

Mediante estas formulas se ha determinado de manera teórica la temperatura del terreno a diferentes profundidades:

Tabla6.8.- Temperatura teórica del terreno.

PROFUNDIDAD(m)	Tmin(°C)	Tmax(°C)
1	8,188598990	18,011401010
2	10,434601118	15,765398882
3	11,653498037	14,546501963
4	12,314988818	13,885011182
5	12,673977380	13,526022620
7	12,974528153	13,225471847
9	13,063046130	13,136953870
12	13,094093498	13,105906502
14	13,098260422	13,101739578
16	13,099487661	13,100512339
18	13,099849106	13,100150894
20	13,099955559	13,100044441
22	13,099986911	13,100013089
24	13,099996145	13,100003855
26	13,099998865	13,100001135
28	13,099999666	13,100000334
30	13,099999902	13,100000098
35	13,099999995	13,100000005
40	13,100000000	13,100000000
45	13,100000000	13,100000000
50	13,100000000	13,100000000

Se puede observar que a partir de los 10-12 metros la temperatura permanece estable.

La profundidad final de nuestro sondeo de intercambio será de 45 metros con una longitud de intercambio total de 720m.

A parte de esto se realizara un ensayo de respuesta térmica para conocer con precisión los datos de conductividad térmica del terreno para poder dimensionar correctamente los intercambiadores. Este ensayo es una prueba que permite conocer las propiedades térmicas del terreno in-situ mediante la inyección constante de calor al sondeo midiendo la respuesta térmica del mismo.

6.2.6 Proceso de perforación vertical

Para la perforación de pozos de intercambio hay dos técnicas posibles:

- ✓ Rotopercusión.
- ✓ Rotación con circulación de lodos.

Teniendo en cuenta las características del terreno y la profundidad a la que se va a realizar el sondeo se ha escogido una máquina perforadora especial para ejecutar instalaciones geotérmicas. La maquina escogida es una Massenza MI8:



Figura 6.8.- Máquina perforadora.

Las características de la maquina son las siguientes:

- ✓ Profundidad: 325 m en circulación de lodos y 380 m en Rotopercusion.
- ✓ Potencia: 156HP (115 Kw).
- ✓ Deposito de combustible: 150 l.
- ✓ Máximo recorrido de la cabeza de rotación:4.1 m.
- ✓ Máximo tiro y empuje: 12000daN.
- ✓ Máximo par de la cabeza de rotación: 11000Nm.
- ✓ Máxima velocidad: 130rpm.
- ✓ Máximo tiro del cabrestante en 1ª línea: 3100daN.
- ✓ Mesa hidráulica doble de mordazas modelo MS360 con un paso máximo interior de diámetro 360mm.
- ✓ Extractor de tuberías con un tiro máximo de 25 toneladas.
- ✓ Cajón basculante de tuberías.

Aunque este equipo de perforación es de grandes dimensiones puede operar en lugares estrechos aunque en nuestro caso no sea un problema debido a la gran superficie de la parcela donde se asienta el edificio. Debido a su diseño robusto y su gran fiabilidad es capaz de operaren condiciones difíciles a profundidades mas allá de lo que suelen ir perforadoras de este mismo tamaño.

La perforadora se puede configurar según las necesidades de la parcela donde se realice el sondeo. Es posible instalar a bordo bombas de lodo dúplex, bombas centrifugas y lubricadores para bajar martillos de fondo si el terreno lo requiriera.

El equipo estará montado sobre orugas y llevara instalado un cambiador automático de tubería de perforación. Adicionalmente dispondrá de un equipo de soldadura, un compartimento donde almacenar las varillas y una bomba de agua.

El tipo de perforación que se va a realizar será por circulación directa de lodos y la profundidad final del sondeo será de 45 m con un diámetro de pozo de 110mm.

La unidad de intercambio constara de 4 pozos espaciados entre sí 5 metros según lo indicado en la VDI4640.El proceso se realizara conforme a lo indicado en la guía del Idae de diseño de instalaciones geotérmicas.

En la ejecución de los intercambiadores hay que tener en cuenta una serie de aspectos antes de proceder a la perforación. Estos trabajos previos son principalmente la adecuación de los accesos, los replanteos, la previsión de un espacio para acopio de materiales y la creación de una balsa de lodos intrínseca al sistema elegido de perforación. También se tendrá en cuenta la ubicación de las perforaciones, la sección y profundidad de las mismas, el tipo de suelo y la disponibilidad de agua y energía durante la operación. Se tendrá en cuenta el tipo de relleno que vaya a llevar el sondeo (en nuestro caso ira sellado con una mezcla de cemento y Bentonita).

Solamente en caso de colapso del terreno o presencia de coqueas será necesaria la colocación de un encamisado metálico. Si esto se produjera se podrá aumentar el diámetro de la perforación mas allá de los 165 mm máximos indicados. El encamisado se realizara simultáneamente a los trabajos de perforación y a ser posible por medio de tubería roscada para su recuperación al final de la obra. Si no se pudiera recuperar la camisa será necesario adecuar el pozo una vez instaladas las tuberías correspondientes y cortando la parte del encamisado sobrante.

Si fuera necesario introducir tubería metálica en los primeros metros de perforación para estabilizar la capa vegetal del terreno la longitud de la tubería metálica será la menor posible para facilitar su extracción una vez realizada la zanja y no dañar las sondas geotérmicas.

Justo después de la retirada del varillaje se introducirán las sondas geotérmicas en el la perforación ya rellenas de liquido para evitar colapsos. Se dejaran caer por gravedad manualmente o ayudándose de un desenrollador con cuidado para no dañarlas introduciéndolas por el centro de la perforación evitando que entre en contacto con la camisa o el emboquillado.

Los extremos salientes de la tubería se protegerán con tapones para evitar que se introduzcan partículas ajenas.

El espacio existente entre las paredes del sondeo y el terreno o el encamisado se rellenara con cemento bentolítico para asegurar la buena transferencia de calor y aislar la perforación de los flujos de agua que puedan producirse por cambios en el nivel freático.

El relleno se realizara mediante una bomba de inyección desde el fondo del sondeo hasta la boca con cemento y bentonita. Se ha elegido este relleno por la relativa cercanía del rio Duero a la instalación.

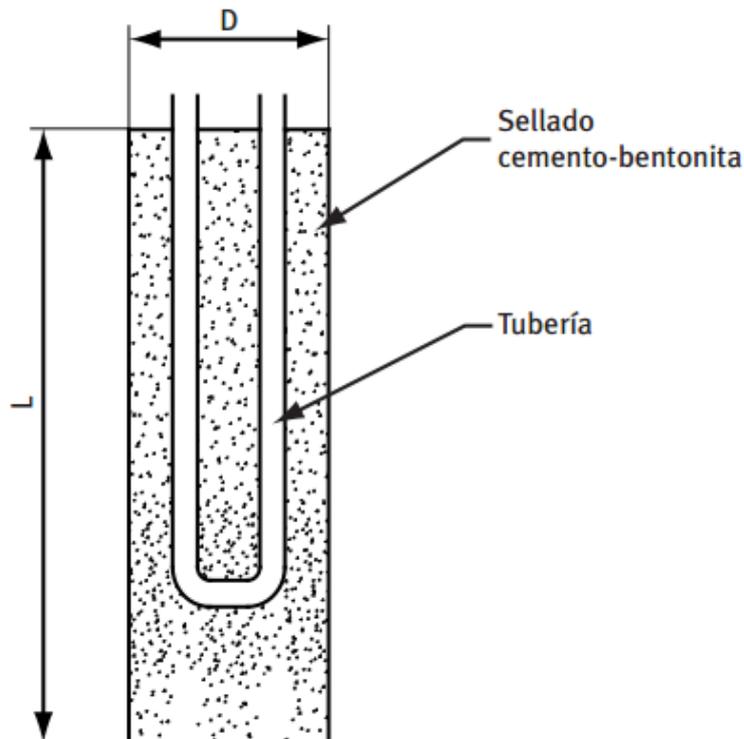


Figura 6.9.- Corte del sondeo.

La cabeza de perforación será el elemento más importante de la perforadora ya que será la encargada de transmitir a las varillas el movimiento de rotación al mismo tiempo que se ejerce un empuje vertical sobre la trialeta de perforación. En el caso de encontrarse con conglomerados de más dureza de la prevista se utilizaría una cabeza de perforación de tipo tricono.



Figura 6.10. Cabezas de perforación.

Para operar con la sarta de una manera eficiente se contara con un cabrestante que pueda elevar las varillas o cualquier otro elemento de perforación.

En nuestro caso el sondeo será a circulación directa de lodos donde el fluido empleado será agua mezclada con detritos de la propia perforación. El fluido de perforación será inyectado mediante una bomba a través del centro de las varillas hasta llegar a la cabeza de corte. Una vez en el fondo del sondeo cambiara el sentido de circulación y ascenderá por el espacio existente entre la pared del sondeo y el tren de perforación arrastrando detritos propios del terreno durante su avance vertical.

Una vez en la superficie el agua mezclada con detritos será llevada a una balsa de lodos previamente colocada donde el detrito decantara al fondo. El agua limpia de la superficie será recirculada al sondeo de nuevo mediante la bomba de impulsión.

Se ha escogido este sistema para refrigerar la cabeza de corte durante la perforación y arrastrar las partículas producidas por la erosión de la roca. El esquema de perforación será el siguiente:

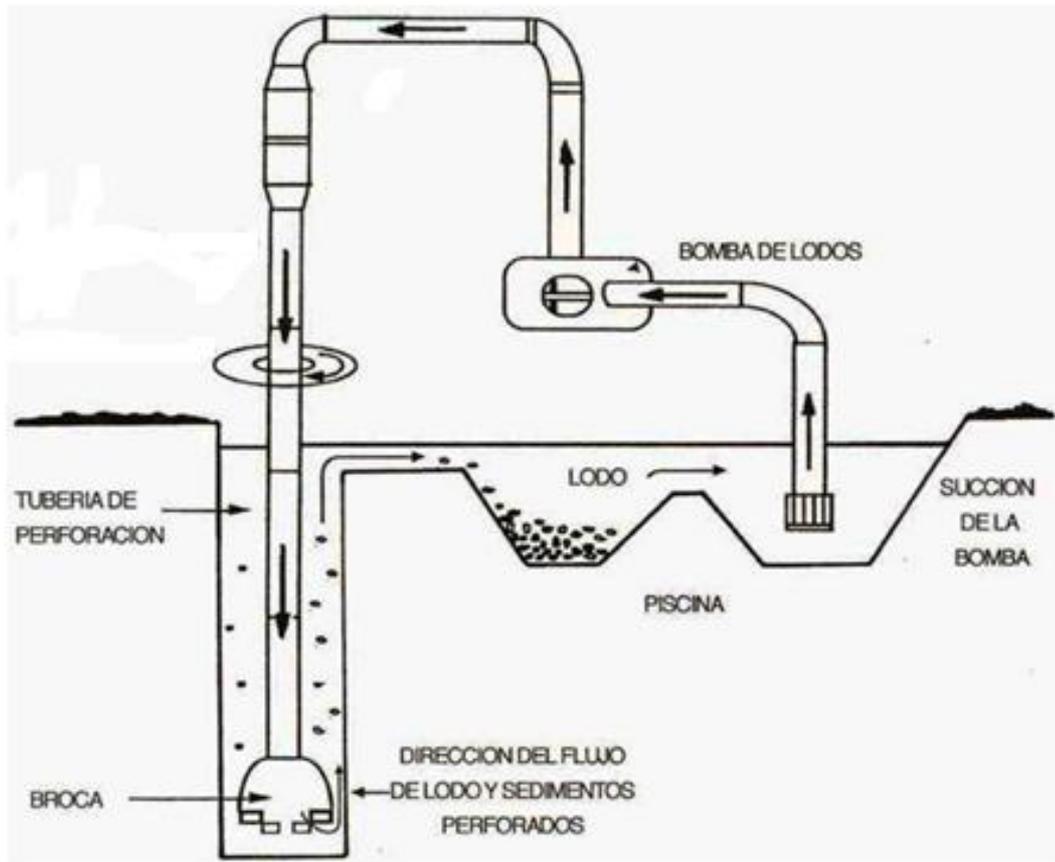


Figura 6.11.- Esquema de perforación.

6.2.6.1 Encamisado del sondeo

Según los datos del terreno se espera que se comporte de manera consolidada por lo que no se prevé el encamisado del sondeo.

6.2.6.2 Introducción de la sonda vertical

Como ya se ha indicado hay dos métodos posibles para la introducción del intercambiador vertical:

- ✓ Con devanadora o carrete.
- ✓ Con Slangman.

El Slangman es un aparato que se instala en la boca del sondeo y permite guiar los elementos del intercambiador de una manera más sencilla. Antes de esto hay que colocar un contrapeso en el inicio del intercambiador para que el detritus no haga que este flote. El contrapeso será calculado por el fabricante en función del diámetro y la densidad del fluido.



Figura 6.12.- Aparato introducción de sondas.

6.2.6.3 Cementación del sondeo

La cementación del sondeo consistirá en introducir en el espacio anular una mezcla de cemento con bentonita. La operación se realizara de abajo a arriba y se dejara fraguar para que se cohesione la mezcla con la formación rocosa perforada.

Se realizar este proceso con los siguientes objetivos:

- ✓ Sellar las fronteras permeables donde pudieran producirse pérdidas de circulación.
- ✓ Limitar el movimiento de fluidos entre formaciones.
- ✓ Proteger las formaciones productivas
- ✓ Evitar la corrosión del revestidor.
- ✓ Aislar las zonas de alta presión de las zonas de baja presión.
- ✓ Aumentar la resistencia mecánica.

La cementación se realizara mediante una mezcladora provista de un depósito de mezcla, un depósito de inyección y una bomba de inyección.

6.2.6.4 Características del cemento bentonítico

Tanto la bentonita como el cemento poseen propiedades muy marcadas. La bentonita se caracteriza por su alta plasticidad y el cemento por su capacidad de fraguado que le da su resistencia propia.

La combinación de ambos constituye un material de propiedades muy complejas.

El material está formado por agua con un pequeño porcentaje de bentonita entre 2 y 6%. A esta bentonita se le añade una cantidad variable de cemento que va del 75 al 200% expresado en peso de agua. La mezcla que resulta se mantendrá en estado líquido durante unas diez horas gracias al poder de la bentonita lo que facilita el bombeo al sondeo y una mayor penetración y cohesión con las paredes del sondeo que si solo se bombeara lechada de cemento.

Pasado ese tiempo de la bentonita en fase líquida (que va en función de la mezcla antes realizada) se producirá el fraguado del cemento dando lugar a un sólido de baja densidad y resistencia en función de la mezcla agua-cemento.

La bentonita proporcionará a la mezcla mayor impermeabilidad y plasticidad que permitirá disminuir la rigidez de este sólido para que pueda adaptarse a los movimientos que puedan darse en el terreno.

La viscosidad de la mezcla aumentará con la adición de bentonita y será importante para poder alcanzar un batido suficiente. Una vez fabricado el lodo de bentonita –cemento si el tiempo de maduración ha sido suficiente la viscosidad permanecerá constante durante un tiempo conocido como tiempo espesamiento y a partir de aquí comienza a aumentar espontáneamente la viscosidad y se inicia el fraguado sin solución de continuidad.

El tiempo de fraguado varía bastante según la relación cemento-bentonita y se manipulará mediante retardadores en la propia obra. La agitación puede retrasar considerablemente el comienzo del fraguado.

La sedimentación de algunas partículas de cemento hace que decante en la superficie de la mezcla una cierta cantidad del agua adicionada lo cual debe limitarse ya que implica una disminución de rendimiento volumétrico.

La densidad aparente va de 1,1 a 2 gr/cm³ según el cemento de la mezcla

La resistencia mecánica varía mucho según las proporciones. La resistencia a compresión simple aumentará con la dosificación de cemento. En el anexo de cálculo se especifica los metros cúbicos necesarios de cemento bentonítico para la totalidad de los sondeos.

6.2.7 Sonda geotérmica

Para la elección de la sonda geotérmica se ha tenido en cuenta la potencia del evaporador, es decir, el calor que necesitamos obtener del suelo y en el caso inverso de refrigeración el calor necesario a aportar a dicho suelo. Como ya se ha dicho se ha

escogido un sistema vertical de captación debido a la zona en la que se encuentra la instalación donde la temperatura estable del terreno a lo largo del año se encuentra en torno a los 10-12 metros de profundidad. Los factores técnicos que han influido en la elección de la sonda han sido:

- ✓ Potencia del evaporador de la bomba de calor escogida.
- ✓ Carga punta del foco frío (local).

Las principales ventajas de la sonda escogida con respecto de otras sondas simples de polietileno son:

- ✓ No propaga las grietas ni las muescas.
- ✓ Permite realizar ligeras curvaturas incluso a bajas temperaturas.
- ✓ Se puede utilizar a temperaturas superiores a 40°C.

La sonda Uponor PE-Xa Consiste en una sonda doble compuesta por dos sondas individuales que van cruzadas en forma de U y unidas entre sí.

La particularidad de esta sonda es que prescinde de soldadura con lo cual los tubos de la sonda vienen curvados de fabrica en la parte final contribuyendo a la homogeneidad del conjunto sin uniones soldadas o acopladas .El pie doblado esta a su vez protegido con resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio de alta resistencia

Es extremadamente fiable una vez esta en servicio ya que no existe riesgo alguno de fugas en los puntos de soldadura o en otras uniones al pie de la sonda. Las dos sondas en U se ensamblan fácilmente mediante empalme a presión y se consigue una unión muy solida .La sonda se conectara mediante un manguito electrosoldable o mediante un casquillo corredizo utilizable bajo cualquier condición climatológica.

El diámetro del pie de la sonda dependerá del diámetro del tubo según la siguiente tabla:

Tabla 6.9.- Diámetro de la sonda.

Tubo de la sonda(d)	Diametro del pie de la sonda
32mm x 2,9mm	110mm
40mm x 3,7mm	134mm

Cada sonda viene en paquetes de dos sondas en U individuales. El montaje será mediante un acople en posición cruzada mediante tornillería tipo Allen para posteriormente introducirlas en el hueco de perforación. Opcionalmente se podrá enganchar en la ranura existente en la mitad inferior de la sonda un lastre fijado con pernos para ayudar a su colocación por gravedad.

Se respetara una distancia mínima de 2 metros respeto al local para que la sonda no comprometa la seguridad estructural del mismo.

La distancia mínima de separación entre sondas será de 6 metros debido a que la longitud total de la sonda es superior a 50 metros.

La distancia de tendido con respecto a otras conducciones de suministro será de 70 cm y si por causas de fuerza mayor fuera necesario se deberán proteger las conducciones con un aislamiento suficiente aunque en este caso no se prevé que ningún tendido eléctrico o sanitario pase cerca del sondeo geotérmico.

Al tratarse de un pozo seco se llenara la sonda a más tardar en el momento de poner bajo presión el pozo para prevenir desplazamientos por ascensión de la sonda. El tubo de llenado se introducirá en el pozo junto con la sonda y en caso necesario se dispondrá de un tubo de llenado adicional para asegurar un llenado uniforme. La sonda se introducirá con ayuda de un mecanismo desbobinador fijado a la perforadora o se extenderá la sonda previamente para meterla en el pozo a partir de un bucle fijado a la perforadora. El desbobinado de la sonda provocara una ligera reducción en la curvatura residual de la misma.

Una vez introducida la sonda se realizara una prueba de presión y otra de flujo con arreglo a la norma VDI 4640 de tal forma que quede garantizada una correcta cohesión de los elementos tanto a nivel físico como químico y para probar que no existan burbujas de aire ni cavidades.

La prueba de presión consistirá en cargar de fluido la tubería y someterla a una presión de 60 bares durante un periodo de 30 minutos tolerándose una caída de presión en este tiempo no superior a 0,2 bares.

Si existieran temperaturas por debajo de 0°C habría que vaciar la sonda hasta dos metros bajo rasante mediante la inyección de aire comprimido desde uno de los extremos expulsando el agua por el lado contrario. Al reducirse la presión la columna de agua se desequilibrara dentro de la sonda.

Los tubos de la sonda deberán estar cerrados de forma hermética hasta que se realice la conexión. Se dispondrá de un aparato desaireador para eliminar posibles burbujas de aire y un caudalímetro para el reglaje de las sondas.

La conexión de las sondas será de tipo vertical en paralelo para simplificar la instalación siguiendo el siguiente esquema:

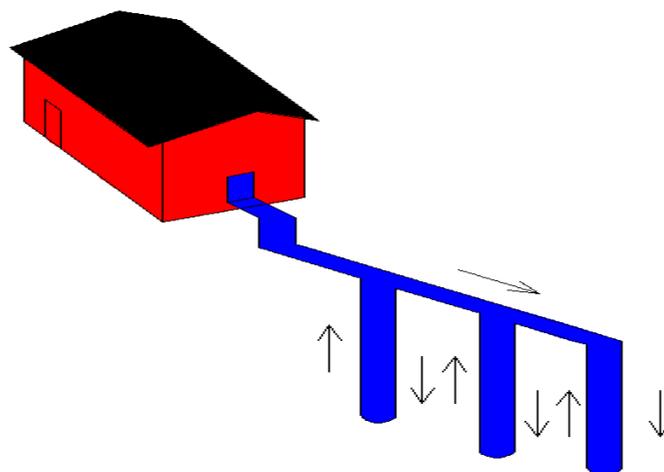


Figura 6.13.- Esquema de conexión de sondas.

La durabilidad de esta sonda en comparación con una sonda convencional de polietileno es la siguiente:

Tabla 6.10.- Durabilidad de la sonda.

Durabilidad (factor de seguridad= 1,25)			
PE-Xa		PE-100	
20°C	100 años/15 bar	20°C	100 años/15,7 bar
30°C	100 años/13,3 bar	30°C	50 años/13.5 bar
40°C	100 años/11,8 bar	40°C	50 años/11.6 bar
50°C	100 años/10,5 bar	50°C	15 años/10.4 bar
60°C	50 años/9,5 bar	60°C	5 años/7.7 bar
70°C	50 años/8,5 bar	70°C	2 años/6.2 bar
80°C	25 años/7,6 bar	80°C	-
90°C	15 años/6,9 bar	90°C	-

A 40°C que es la máxima temperatura prevista que tenga que soportar la sonda se asegura una durabilidad de 100 años respecto a 50 años que asegura una tubería de polietileno convencional.

6.2.8 Acometida de la instalación geotérmica

La acometida del edificio se realizara según lo dispuesto en la norma DIN 4140. El tubo que atraviese el muro del edificio estará aislado contra las condensaciones. Se utilizara un pasamuros compuesto por un anillo estanqueizante para muro. La estanqueización del tubo se realizara enrasando con el muro exterior.

Se utilizara un aislante para asegurar la estanqueidad de la tubería y prevenir la difusión de vapor de agua. Se introducirá el tubo con el fluido caloportador en el tubo de revestimiento para a continuación apretar el la presilla estanqueizante. Posteriormente se colocara el aislamiento sobre el tubo desde el interior en dirección a la presilla estanqueizante.

Por último se aplicara adhesivo sobre el extremo del aislante por el lado de la presilla para asegurar una unión correcta.

6.2.9 Colectores

Todos los captadores verticales se conectarán a la bomba de Calor siguiendo el principio de Tichelmann a través de un colector de suministro y otro de retorno. Cuando los captadores verticales se conectan según el principio de Tichelmann la longitud total requerida de captador geotérmico se dividirá en varias sondas verticales de la misma longitud. Si no fuera posible instalar sondas verticales de la misma longitud se procederá a realizar un equilibrado hidráulico mediante válvulas de equilibrado para mantener la pérdida de carga en cada circuito de tuberías.

El colector se pondrá en el punto más alto del área de tuberías y la tubería tendrá una ligera pendiente cayendo hacia donde está el colector. Sobre las tuberías de líquido caloportador se forman fácilmente condensaciones que se deberán aislar del edificio por medio de barreras contra la difusión del vapor de agua.

Las impulsiones y los retornos se conectarán al distribuidor mediante un tubo en forma de Y.

El colector será de la marca UPONOR y sus especificaciones están recogidas en el anexo de maquinas.

6.2.10 Fluido caloportador

Se elegirá el fluido caloportador de acuerdo a los criterios señalados en la guía técnica de diseño de instalaciones geotérmicas del Idae.

En las instalaciones provistas de bomba de calor se utiliza agua como fluido caloportador y se le adiciona una determinada cantidad de glicol para prevenir de la congelación, un factor muy a tener en cuenta en la provincia de Zamora en los meses de invierno.

Se recurre al uso de anticongelante cuando se prevé que la temperatura mínima de salida del evaporador va a ser menor de 5°C.

La elección del fluido dependerá de los siguientes factores:

- ✓ Características de transferencia de calor (conductividad térmica y viscosidad).
- ✓ Punto de congelación.
- ✓ Requerimientos de presión y caídas de presión por rozamiento.
- ✓ Corrosividad, inflamabilidad y toxicidad.
- ✓ Coste de cada fluido.

Tabla 6.11.- Propiedades del fluido caloportador.

	AGUA	ETILENGLICOL	PROPILENGLICOL
Densidad a 20°C(g/cm ³)	1	0,9259	0,863
Punto congelacion °C (30% volumen)	0	-13	-12
Punto de ebullicion °C	100	197	187
Calor especifico a 15°C (kJ/kgK)	4,187	2,185	2,50371
Viscosidad a 0°C(Pa.s)*10 ⁻³	1,79	57,4	243
Viscosidad a 20°C(Pa.s)*10 ⁻³	1,01	20,9	60,5
Viscosidad a 40°C(Pa.s)*10 ⁻³	0,655	9,5	18
Conductividad termica a 20°C(kW/mK)*10 ⁻³	0,6	0,26	0,2

En nuestro caso el fluido caloportador será etilenglicol.

6.2.11 Bomba de circulación del circuito de captación

Se hace necesaria la instalación de una bomba de circulación capaz de mover el fluido caloportador a través de todo el circuito de intercambio desde el fondo del pozo hasta la bomba de calor.

Se ha elegido una bomba de circulación marca WILO modelo BM 50/220. La bomba es de tipo centrífugo con rotor encapsulado específica para circulación de anticongelante en circuitos primarios de calefacción y refrigeración.

Sus características técnicas se encuentran descritas en el anexo de maquinas.

6.2.12 Bomba de calor

Una maquina térmica es un dispositivo que operando de manera cíclica toma calor de un foco caliente, realiza trabajo y entrega calor desechado a un foco frio que es normalmente el ambiente. Es importante tener en cuenta cuatro términos importantes relativos a las maquinas térmicas:

- ✓ $|Q_c|$ es el calor proporcionado por el foco caliente.
- ✓ $|Q_f|$ es el calor cedido al foco frio.
- ✓ $|w|$ es la cantidad neta de trabajo.

La bomba de calor consiste en una maquina térmica capaz de transferir calor de un foco frio a otro foco más caliente. El proceso es forzado mediante la maquina que consume una determinada cantidad de energía eléctrica para comprimir un fluido refrigerante.

Este tipo de tecnología no es nueva ya que el sistema se usa en los sistemas de refrigeración de alimentos desde hace 60 años. La evolución de los materiales y los avances en lo relativo a la transferencia de calor entre focos fríos y calientes convierten esta tecnología en una de las máquinas de climatización con mayor eficiencia del mercado.

Una bomba de calor es lo mismo que un refrigerador pero en este caso lo que se extrae es el calor del foco frío.

Se denomina COP a la relación entre el trabajo que hay que aportar a la máquina y el calor que proporciona finalmente. De esta forma:

$$COP_{\text{Bomba de calor}} = \frac{|Q_c|}{|W|} = \frac{|Q_c|}{|Q_c| - |Q_f|}$$

De esta igualdad se puede obtener el COP de la máquina en funcionamiento en régimen de refrigeración.

$$COP_{\text{Bomba de calor}} = COP_{\text{refrigerador}} + 1$$

El coeficiente de la máquina será como mínimo de 1 atendiendo a la anterior expresión. Un valor igual a 1 implicaría que no se está extrayendo ningún calor del foco frío sino que solo estamos transformando trabajo en calor que es lo que hacen los sistemas de climatización por medio de resistencias eléctricas.

Nuestra bomba de calor tiene un COP en torno a 5 lo que implica que por cada kW eléctrico que aportemos a la bomba esta nos entregará de 5kW en forma de calor para nuestras necesidades de calefacción, refrigeración y ACS.

En nuestro caso la bomba es reversible lo que implica que puede actuar en ambos sentidos. El funcionamiento de la bomba sigue los conceptos de la máquina de Carnot que opera según un ciclo de Carnot reversible. El rendimiento de esta máquina es:

$$\eta = 1 - \frac{T_f}{T_c}$$

A partir de la anterior expresión se obtiene otra manera de expresar el COP de la bomba de calor:

$$\text{COP}_{\text{Bomba de calor}} = \frac{1}{1 - \frac{T_f}{T_c}}$$

$$\text{COP}_{\text{Refrigerador}} = \frac{1}{\frac{T_c}{T_f} - 1}$$

T_c es la temperatura del foco caliente y T_f es la temperatura del foco frío.

La mayoría de las máquinas que hay en el mercado actualmente son bombas de calor aire-aire o aire-agua. Este tipo de máquinas utilizan el propio aire del ambiente como foco de calor para proporcionar calefacción o cediendo calor al mismo para proporcionar refrigeración pero tienen el inconveniente de que están expuestas a las variaciones temporales de la temperatura del propio ambiente en el que están instaladas y por lo tanto su rendimiento no es constante como en el caso de las bombas de calor geotérmicas con sonda vertical donde se consigue llegar a una profundidad del terreno donde la temperatura es estable a lo largo de todo el año.

Cuanto mayor sea el salto térmico entre el foco frío y el foco caliente mayor será el gasto eléctrico de la máquina para proporcionar las mismas necesidades de confort disminuyendo el rendimiento de la máquina.

El COP máximo de la bomba de calor se podrá obtener de la siguiente expresión:

$$\text{COP}_{\text{Max bomba de calor}} = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

$$\text{COP}_{\text{Max refrigeracion}} = \frac{T_f}{T_c - T_f}$$

La reversibilidad del ciclo se conseguirá gracias a una válvula de 4 vías implantada en el propio colector de la bomba de calor.

Los elementos principales que componen la bomba de calor son los siguientes:

- ✓ Compresor.
- ✓ Condensador.
- ✓ Válvula de expansión.
- ✓ Evaporador.

El funcionamiento en modo calefacción empieza con el fluido (mezcla de anticongelante) contenido en las sondas enterradas que absorbe calor del terreno aumentando su temperatura hasta el entorno de 12-15°C. El fluido se pone en contacto mediante un intercambiador de calor con un fluido refrigerante que circulara por el interior del evaporador de la bomba de calor. El fluido de las sondas de captación estará más caliente que el fluido refrigerante de la bomba de calor que estará en torno a 4-10°C con lo que el fluido frigorífico se calentara y se evaporara a su paso por el evaporador.

El fluido refrigerante pasa al compresor de la bomba de calor al final del evaporador. El compresor comprimirá este fluido frigorífico para que aumente su presión, lo que conlleva un aumento de temperatura del refrigerante hasta los 50-60°C.

El calor conseguido se utiliza para calentar el agua del circuito de calefacción y para calentar el agua caliente sanitaria mediante el condensador pasando el refrigerante de estado gaseoso a estado líquido de nuevo. El agua caliente sanitaria será enviada mediante una bomba a un depósito de acumulación (depósito de inercia).

El último paso es pasar el fluido refrigerante que todavía se encuentra a presión a través de una válvula de expansión en la que el fluido perderá presión bruscamente y se enfriara de forma rápida para que el ciclo continúe. El fluido pasara por otro intercambiador situado en la fuente fría y absorberá calor de nuevo.

La refrigeración se conseguirá de la manera inversa siendo el fluido que absorbe calor el propio del sistema de suelo radiante. Se cederá ese calor al fluido refrigerante y este a su vez al etilenglicol que lo llevara a las sondas geotérmicas y al terreno. De esta forma se consigue la refrigeración pasiva del suelo radiante y por tanto de la vivienda y el local.

El esquema de funcionamiento en modo calefacción se puede ver en la siguiente figura:

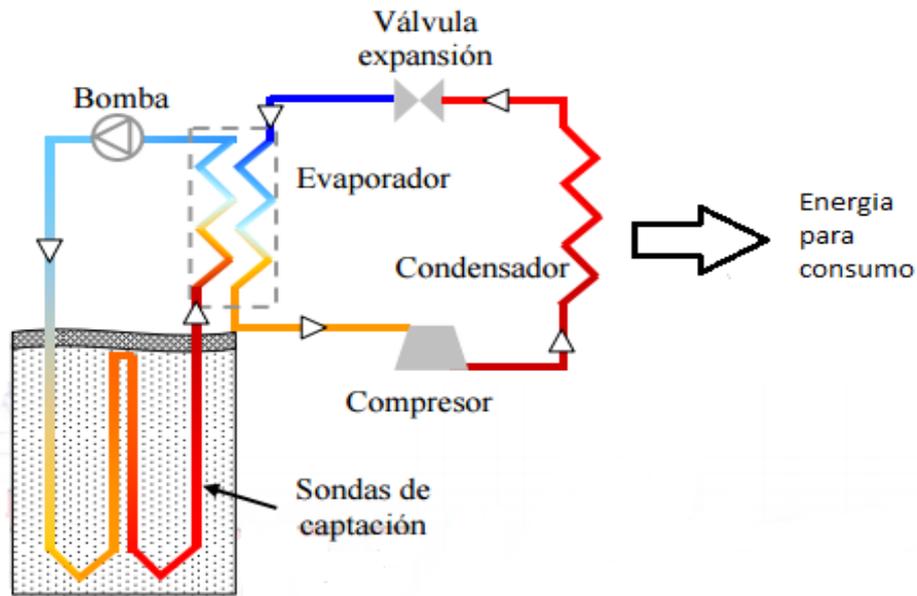


Figura 6.14.- Esquema técnico en modo calefacción.

El esquema de funcionamiento en modo refrigeración pasiva se puede ver en la siguiente figura:

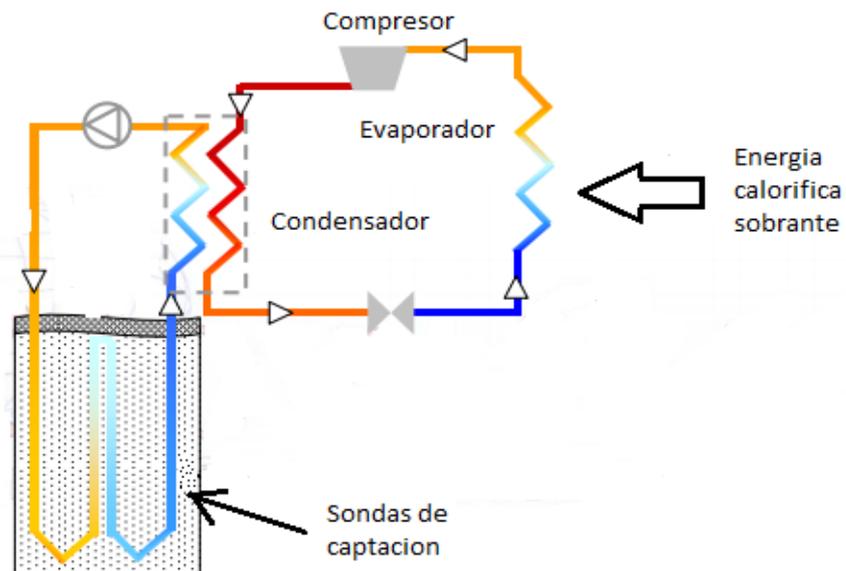


Figura 6.15.- Esquema técnico en modo refrigeración.

La bomba de calor elegida para nuestra instalación es de la marca VAILLANT modelo geoTHERM VWS300/2 con una potencia calorífica total de 33.6kW y un COP de 5. La máquina será capaz por sí misma de abastecer las necesidades de calefacción y de ACS. No posee sistema de acumulación con lo cual se deberá instalar un depósito de inercia para el agua caliente sanitaria y para abastecer al sistema de suelo radiante. La bomba está ligeramente sobredimensionada respecto a las necesidades térmicas que son de 30kW debido a que es posible que se necesite calefactar la bordilla del edificio en un futuro. La bomba de calor se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 6.16.- Bomba de calor Vaillant geoTHERM VWS300/2.

Las especificaciones de la bomba se encuentran en el anexo de máquinas de la presente memoria.

6.2.13 Depósito de acumulación de ACS e inercia

Para el cálculo del depósito de acumulación de ACS se ha tenido en cuenta el caudal instantáneo mínimo de ACS de cada uno de los aparatos que consumen agua caliente en nuestra instalación. Las necesidades de agua caliente de cada aparato son las siguientes:

Tabla 6.12.- Caudal de aparatos de la primera planta.

Primera planta				
ELEMENTOS	CAUDAL AF	CAUDAL ACS	Long tramo	Diam tubo(mm)
Lavamanos	0,1	0,065	14,5	12
Urinario	0,04	-	9,3	12
Fregadero	0,2	0,1	14,7	12
Total	0,34	0,165		

Tabla 6.13.- Caudal de aparatos de la planta baja.

Planta baja				
ELEMENTOS	CAUDAL AF	CAUDAL ACS	Long tramo	Diam tubo
Lavamanos	0,05	0,03	14,4	12
Urinario	0,04	-		12
Total	0,09	0,03		

El total de caudal instantáneo de las dos plantas es de $0.195 \text{ dm}^3/\text{s}$. Se ha obtenido mediante la siguiente fórmula el depósito del acumulador:

$$V = Q * t * 60$$

Ha salido un volumen de depósito de 175.5 litros que se ha multiplicado por un coeficiente de simultaneidad de 0.5 obteniendo un volumen final mínimo de 87.75 litros.

El depósito elegido es de la marca ROTH modelo Quadroline TQ-T 500 con un volumen de acumulación de 500 litros. El depósito cubrirá las necesidades del suelo radiante (el sistema completo contiene unos 330 litros de fluido caloportador o agua) y las de ACS. Se ha sobredimensionado ligeramente el depósito para futuras necesidades térmicas como pudiera ser el acondicionamiento de la boardilla.

El equipo tiene una presión de trabajo máxima de 3bar y una temperatura de trabajo máxima de 90°C que no se alcanzara nunca ya que la temperatura máxima a la que trabajara la instalación es de 60°C . El depósito es el primero fabricado en plástico y fibra de composite y mantiene las mismas prestaciones que una acumulador convencional fabricado en acero inoxidable. Destaca por su bajo peso, su total resistencia a la corrosión y un diseño compacto y atractivo.

Posee una construcción modular con lo cual es posible ampliar el tamaño de acumulación en cualquier momento si cambiaran las necesidades. También está especialmente diseñado para evitar la aparición de Legionella. El serpentín está fabricado con acero inoxidable.

El depósito se colocara en una esquina de la sala de maquinas apoyado contra la pared.



Figura 6.17.- Depósito de inercia y acumulación Roth Quadroline TQ-T500.

Las características técnicas del depósito de acumulación se encuentran detalladas en el anexo de maquinas de la presente memoria.

6.2.14 Vaso de expansión

Se ha calculado el vaso de expansión teniendo en cuenta la presión mínima, máxima y el tramo de tubería más largo. El resultado ha sido un volumen mínimo del vaso de expansión de 166 litros.

Se instalara un vaso de expansión de membrana marca POTERMIC modelo Ultravarem US20046C con una capacidad total de 200 litros.

6.2.15 Bomba de circulación ACS

Se han calculado las distancias de tubería de cobre a cada aparato:

- ✓ Primera planta:
 - Lavamanos: 14,5 m
 - Fregadero: 14,7 m
- ✓ Planta baja (taller)
 - Lavamanos: 14,4 m

El tramo más desfavorable para el cálculo es el del fregadero de la sala de descanso que esta a una distancia de 14,7 metros. El caudal máximo simultáneo máximo es de $0.702\text{m}^3/\text{h}$ y con este dato se ha elegido la bomba de circulación del circuito de agua caliente sanitaria.

La bomba elegida es de la marca WILO modelo Star-Z25/6-3. Las características técnicas de la bomba se encuentran en el anexo de maquinas de la presente memoria.

6.2.16 Suelo radiante

En la norma UNE-EN 1264 se define el suelo radiante como un “sistema de calefacción por el suelo, en el que los tubos, que transportan agua con o sin aditivos como fluido calefactor, están ocultos bajo dicho suelo.

Existen tres métodos de transmisión de calor: conducción, convección y radiación. El agua calentada por la fuente de energía se transporta por las tuberías empotradas en el cemento. Las tuberías se calientan y como están en contacto con el cemento le transfiere calor por conducción. Después de calentarse la masa de cemento se dan los mecanismos de transmisión de convección y radiación. El aire que esta alrededor de suelo no se calienta lo suficiente para aumentar su densidad y por lo tanto el movimiento del aire que se genera es insignificante. La transmisión de calor que predomina entonces es la radiación

La instalación de climatización se realizara por medio de suelo radiante por diversos motivos de técnica y confort.

Este tipo de sistema permite que exista una distribución ideal de la temperatura del espacio a calefactar. Resulta conveniente conseguir una temperatura mayor en el suelo del local que en el techo debido a que el calor en los pies produce una mayor sensación de confort que el fuerte calor en la zona que está al nivel de la cabeza lo que se traduce en malestar.

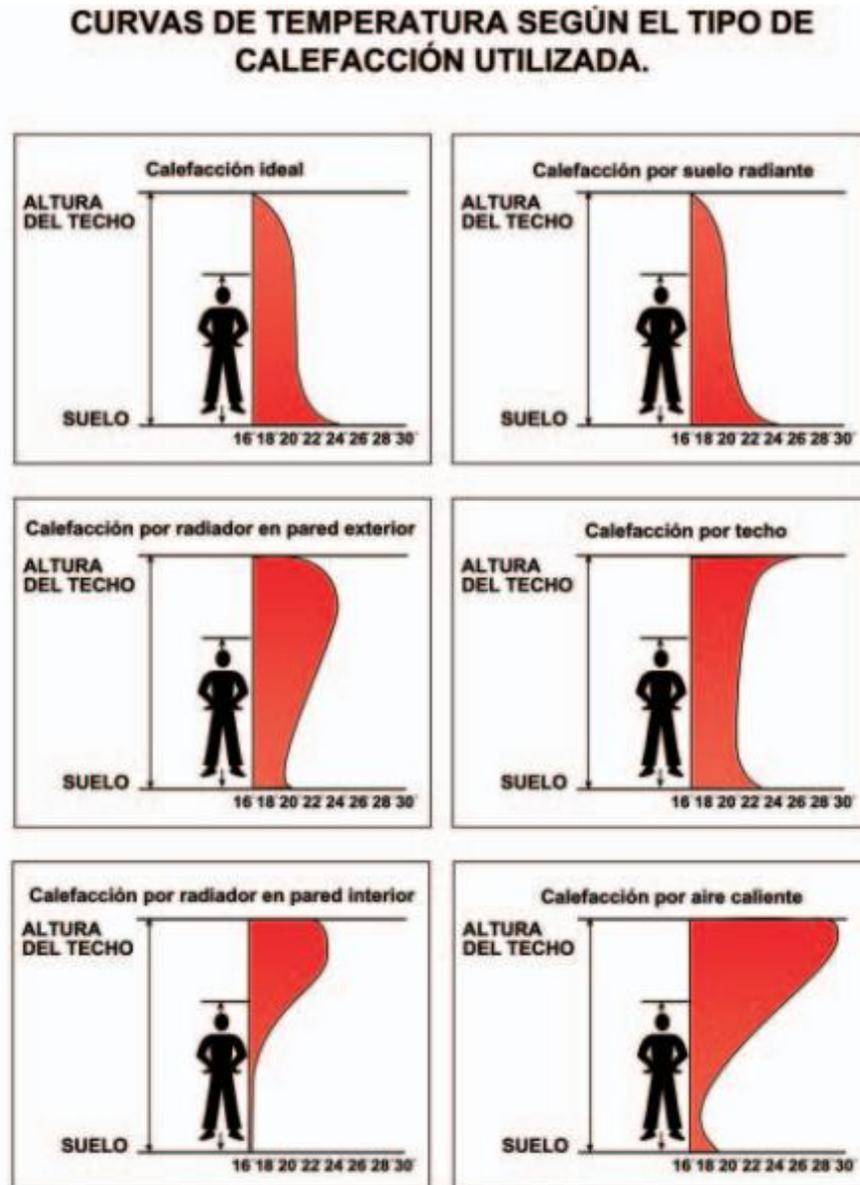


Figura 6.18.- Perfil de temperaturas según tipo de calefacción.

Como se puede observar en la figura anterior el suelo radiante es el sistema de calefacción que más se acerca a una distribución ideal de la temperatura a lo largo y alto de la instancia calefactada. El resto de sistemas de calefacción acumulan el calor en la zona del techo provocando unas pérdidas de energía térmica muy importantes y malestar en el usuario.

La emisión térmica en el suelo radiante es uniforme ya que toda la superficie del pavimento irradia calor. De esta forma desaparecen las zonas frías y calientes propias de otros sistemas de calefacción.

Una de las principales ventajas del suelo radiante radica en su ahorro energético debido a:

- ✓ Reducción de pérdidas de calor por el techo: en este sistema la temperatura en el techo es menor que en otros sistemas.
- ✓ Disminución de pérdidas en tuberías: La temperatura del agua que circula por las tuberías del suelo radiante es unos 30°C menor que en otros sistemas lo que reduce considerablemente las pérdidas.
- ✓ Reducción de las pérdidas por aireación: En el suelo radiante la temperatura del aire es más baja que en otros sistemas con lo cual a igual volumen de aire en las renovaciones las pérdidas son menores.
- ✓ Uniformidad de la temperatura. Al estar el calor distribuido uniformemente se consigue con 2°C menos de temperatura ambiente la misma sensación de confort que en otros sistemas de calefacción.

Existen otro tipo de ventajas relacionadas con la estética ya que con el suelo radiante se eliminan los molestos radiadores que provocan ennegrecimiento en la parte superior de la pared donde se ubica el radiador. El suelo radiante elimina este problema ya que no genera corrientes de aire por trabajar a bajas temperaturas.

Con el suelo radiante se consigue cubrir las necesidades de calor y refrigeración con un solo sistema sin necesidad de instalar aparatos de aire acondicionado o aerotermos para refrigerar la vivienda y el local en verano.

Las desventajas de este sistema vienen dadas por la elevación del suelo en torno a los 8-10 cm para colocar el sistema y sobre todo por la inercia térmica con la que se trabaja que hace que el proceso de enfriamiento y calentamiento sea más lento. Esta desventaja se subsanara colocando un sistema de regulación que hace reaccionar al suelo radiante antes de que el usuario lo requiera cuando la temperatura del exterior baja.

Otra desventaja es el precio de la instalación que es aproximadamente un 15% más cara que un sistema tradicional que es compensado con el ahorro energético anual.

6.2.16.1 Panel aislante

Al calentarse el mortero del suelo el calor se propaga hacia arriba y hacia abajo con lo cual es necesario implementar un elemento aislante entre los tubos y el forjado (panel aislante). El material elegido para dicho aislamiento es el poliestireno expandido que posee una gran capacidad de aislamiento térmico frente a calor y frío gracias a que el 98% de su composición en volumen es aire y el 2% restante es poliestireno. El panel aislante se dimensionara según la norma UNE-EN13163.

El panel aislante llevara tetones para facilitar la instalación del tubo ya que marca la distancia de separación determinada para cada circuito y a la vez lo sujeta.

6.2.16.2 Tubo

El tubo está fabricado con polietileno de alta densidad (HDPE) y está reticulado por el método peróxido lo que nos da un tubo de gran flexibilidad. El tubo se regirá por la normativa UNE-EN ISO 15875.

La reticulación del tubo se hace para que se pueda usar el tubo con agua caliente ya que el polietileno es un material muy flexible pero poco resistente al calor. Sometiendo el tubo a reticulación se consigue aumentar la resistencia térmica hasta los 95°C. La reticulación por peróxido se realiza según se conforma el tubo garantizando que el grado de reticulación sea más alto y seguro por ser más uniforme.

La norma UNE-EN 1264 relativa al suelo radiante recomienda utilizar una capa de barrera antioxígeno para reducir los problemas derivados de la corrosión cuando se combinan tubos de plástico con materiales corrosivos en la instalación. El poliestireno reticulado posee cierta impermeabilidad respecto al oxígeno pero gracias a la barrera se consiguen eliminar al 100% los poros existentes. Las características técnicas del tubo son las siguientes:

Tabla 6.14.- Características del tubo.

CARACTERISTICAS	VALOR
Densidad	951 kg/m ³
Grado de reticulación	>75% en peso
Rugosidad	0,007mm
Temperatura máxima de servicio	95°C
Temperatura máxima puntual	110°C
Coefficiente de dilatación lineal	1,4x10 ⁻⁴ /k
Calor específico a 23°C	2,3kJ/kgK
Conductividad térmica	0,35-0,38W/mK
Temperatura VICAT	130-132°C
Resistencia a la tracción	>22N/mm ²
Alargamiento a la rotura	>400%
Modulo de elasticidad a 20°C	>800N/mm ²

El sistema completa requerirá la instalación de al menos 2500 m de tubo.

6.2.16.3 Equipo de distribución

El equipo de distribución se encargará de distribuir el agua caliente procedente de la bomba de calor a los diferentes circuitos a la vez que recoge el agua de retorno fría a la bomba de calor.

Cada colector instalado dispone de un equipo inferior que se conecta con el tubo de impulsión y dispone de válvulas termostatables que pueden aislar cada circuito de la

instalación. En la parte inferior esta el dispositivo de retorno que dispone de dos válvulas, una detentora y otra reguladora. Con estos dispositivos se consigue el equilibrado del sistema de suelo radiante. En el equipo de distribución se integraran los siguientes elementos:

- ✓ Regulador de caudal: Indica el caudal que circula por su vía por medio de un embolo rojo. El caudal se regula de forma manual.
- ✓ Termómetros : El equipo dispone de dos termómetros que permiten conocer las temperaturas del agua de ida y retorno
- ✓ Purgadores: El equipo de distribución estará colocado en el punto más alto de la instalación lo que hace necesario colocar un purgador. Se instalara un purgador por cada colector para evacuar el aire de manera más segura.
- ✓ Grifos de vaciado: Permiten el llenado y vaciado de agua del sistema
- ✓ Válvulas de corte: Permiten aislar la instalación de suelo radiante del resto de sistemas.
- ✓ Armario: Permite proteger el equipo de distribución de manipulaciones no deseadas. Fabricado en acero blanco

En nuestro caso debido a la necesidad de circuitos se instalaran tres colectores ya que cada colector puede albergar un máximo de 12 circuitos. El cálculo ha sido realizado con el software de cálculo de suelo radiante de la empresa ORKLI.

6.2.16.4 Codos guía

El codo guía se utiliza para mantener la curvatura dada al tubo en su unión con el equipo de distribución para evitar la fatiga que pueda sufrir el suelo en contacto con el suelo.

En la instalación se colocaran un total de 58 codos guías.

6.2.16.5 Banda perimetral

La banda perimetral se usa para separar la losa de mortero de las paredes y elementos estructurales. Evita que las dilataciones de suelo afecten a dichos elementos.

Además de cómo elemento separador se usa como aislamiento térmico de la estructura. Debe ser extendido desde el forjado hasta la superficie del forjado acabado y permitirá un movimiento de 5mm mínimo.

La banda perimetral con faldón permitirá que una vez instalado el panel aislante se pueda colocar el plástico encima del mismo para evitar la filtración del mortero entre el aislamiento y el forjado y eliminar los puentes térmicos.

Se instalaran 250 de banda perimetral con recubrimiento de plástico.



Figura 6.19.- Banda perimetral.

6.2.16.6 Aditivo para el mortero

Se adicionara aditivo al mortero para mejorar su fluencia y que envuelva completamente los tubos eliminando las burbujas de aire que interfieren en la transmisión del calor.

6.2.16.7 Sistema de regulación

En un sistema de suelo radiante resulta muy importante el sistema de regulación. Un termostato habitual actuaría en el momento en el que se da un cambio de temperatura pero debido a la forma de trabajo del suelo radiante (inercia térmica) el uso del termostato simple no es suficiente para la regulación en nuestro caso.

Se instalara un controlador que actuara en función de la temperatura exterior y permite mantener una temperatura interior constante.

Se colocara una sonda exterior en la cara norte del edificio que nos dará la temperatura exterior más desfavorable en cada momento del día.

Se colocara una sonda de impulsión introducida en la tubería y una sonda anticondensación ya que también se utilizara el suelo radiante para refrigeración.

Se colocara un termostato ambiente en la zona del pasillo y otro en el local-taller para conocer la pérdida de carga en el interior en cada momento y será el encargado de mandar la señal de arranque y paro del sistema.

Según lo dispuesto en la norma UNE-EN 1264 se debe colocar también un termostato de contacto de seguridad que impida la entrada de agua en el sistema con una temperatura superior a 55°C. El termostato bloqueara la bomba cuando detecte una temperatura superior a esos 55°C.

6.2.16.8 Bomba de circulación del suelo radiante

Se hace necesaria la instalación de una bomba de circulación para el agua del suelo radiante. La bomba escogida es de la marca WILO modelo Yonos PICO. Se trata de una bomba circuladora de alta eficiencia para sistemas de calefacción de agua caliente con regulación de presión diferencial integrada.

Se puede ajustar el modo de regulación y la presión diferencial (altura de impulsión). La presión diferencial se regula a través de la velocidad de la bomba.

La bomba admitirá los siguientes fluidos:

- ✓ Agua de calefacción según VDI 2035.
- ✓ Mezclas de agua-glicol con un contenido máximo de glicol del 50%.

Las características técnicas de la bomba se encuentran detalladas en el anexo de maquinas de la siguiente memoria.

6.2.16.9 Llenado y prueba de presión

El llenado de la instalación se realizara lentamente para reducir posibles entradas de aire. Se cerraran todos los circuitos excepto el que se va a llenar. A continuación se abren los grifos de impulsión y el retorno para que el aire contenido en el circuito salga y se comienza el llenado por el grifo del colector de impulsión.

El circuito en cuestión estará lleno cuando desde el grifo del colector de retorno salga un caudal constante de agua. Una vez se acabe con el llenado del primer circuito se continuara con el resto hasta llenar completamente la instalación. Se utilizaran los purgadores para sacar el aire que haya podido quedar.

Antes de colocar la capa de mortero de cemento se realizara una comprobación de la estanqueidad de los circuitos mediante un ensayo de presión. La presión que deberá soportar será de dos veces la presión de servicio con una presión mínima de 6 bares. La prueba durar una hora.

El calentamiento inicial de la instalación se realizara mínimo 28 días después de la colocación del mortero de cemento .El calentamiento comenzara con una temperatura entre 20-25°C y se mantendrá durante un mínimo de 3 días.

6.2.17 Sala de maquinas

El espacio que se destinara a la sala de maquinas se encuentra ubicado en la planta baja y actualmente alberga una caldera de gasoil de 54 kW. Las dimensiones de la sala son de 2,5x2, 4 metros lo que supone una superficie suficiente para albergar la bomba de calor (0,9 metros de largo) y los elementos auxiliares de la instalación. En la sala de maquinas también se ubicara el depósito de acumulación de ACS.

La sala deberá disponer de una pared libre para la ubicación de la bomba de calor y los colectores de entrada y salida a la sala con todos sus elementos estarán colgados de la pared.

La zona de colectores deberá estar ubicada lo más cerca posible de las conexiones exteriores al intercambiador geotérmico y próximo también a las conexiones de distribución interior.

Los colectores irán aislados y tendrán unos espesores mínimos fijados por la IT1.2.4.2.1 del reglamento de instalaciones térmicas.

Tanto la bomba de calor como los colectores y demás accesorios estarán accesibles para realizar tareas de mantenimiento o de reparación en caso de ser necesario y se dejara un espacio mínimo de trabajo entre la bomba y la envolvente de la sala de maquinas especificado por el fabricante de la propia bomba.

Dado que la potencia de la bomba de calor no es superior a 70kW no es necesario cumplir lo dispuesto en la IT1.3.4.1.2 del reglamento de instalaciones térmicas en edificios ni lo descrito en la norma UNE 60601 relativa a salas de maquinas y equipos autónomos de calor o frio que utilizan combustibles gaseosos.

6.3 Puesta en marcha de los equipos y mantenimiento

Antes de poner en marcha el sistema de climatización por geotermia se harán las siguientes comprobaciones y procesos para asegurar el buen funcionamiento futuro.

- ✓ Limpieza del circuito de sondas de captación.
- ✓ Purga del aire que pueda haberse quedado en las sondas.
- ✓ Verificación de las condiciones de diseño: Caudal y presión de trabajo.
- ✓ Presurización de la instalación.
- ✓ Puesta en marcha de la bomba de calor y comprobación de los parámetros.

Se realizara una prueba preliminar de estanqueidad para ver si hay fallos de continuidad en la red y prevenir los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica utilizando el mismo fluido caloportador a la presión de llenado durante un tiempo suficiente para comprobar la estanqueidad de todas las uniones soldadas. Después dará comienzo la prueba de presión que se efectuara con la red de trabajo llena y sometida a una presión 1,5 veces la máxima efectiva (mínimo 6 bares) durante 1 hora.

La reparación de las posibles juntas no estancas se realizara desmontando la junta donde este la fuga y sustituyéndola por una junta nueva. Una vez reemplazada se repetirá la prueba de presión.

La puesta en marcha de la bomba de calor se realizara después de agregar el líquido de la bomba y presurizar el sistema. Se probará la bomba en todos sus modos de funcionamiento durante un tiempo suficiente comprobando las temperaturas de ida y retorno del intercambiador enterrado, sus presiones, caudal y potencia eléctrica tomada de la red.

El mantenimiento del sistema geotérmico será menor que si se tratara de un sistema de calefacción convencional por combustibles fósiles ya que la parte enterrada no necesitara ningún tipo de mantenimiento. Para el mantenimiento del resto de elementos del sistema se seguirá lo dispuesto en el reglamento de instalaciones térmicas en edificios y la descrito en las guías del IDAE relativo al mantenimiento de instalaciones térmicas.

7 Resultados finales

7.1 Fontanería (agua fría y agua caliente sanitaria)

7.1.1 Agua fría

Se ha elaborado la siguiente tabla para exponer el resultado final con los elementos que componen cada tramo, su caudal, su longitud y el diámetro de la tubería de cobre comercial escogido para cada tramo:

Tabla 7.1.- Elementos consumidores de agua fría.

Elemento	Caudal(l/s)	Longitud del tramo(m)	Diametro(mm cobre)
Lavamanos 1ª planta	0,05	14,5	12
Inodoro 1ª planta	0,1	9,3	12
Fregadero sala de descanso	0,2	14,7	12
Lavamanos planta baja	0,05	14,4	12
Inodoro planta baja	0,1	13,9	12

El vaso de expansión para la instalación será de la marca POTERMIC modelo Ultravarem LS US20046C con una capacidad de 200 litros. La impulsión del agua fría no requerirá bomba de impulsión ya que se aprovechara de la propia presión de la red de distribución.

7.1.2 Agua caliente sanitaria

Se ha elaborado la siguiente tabla para exponer el resultado final con los elementos que componen cada tramo, su caudal, su longitud y el diámetro de la tubería de cobre comercial escogido para cada tramo:

Tabla 7.2.- Elementos consumidores de agua caliente sanitaria.

Elemento	Caudal(l/s)	Longitud del tramo(m)	Diametro(mm cobre)
Lavamanos 1ª planta	0,03	14,5	12
Fregadero sala de descanso	0,1	14,7	12
Lavamanos planta baja	0,03	14,4	12

El vaso de expansión para la instalación será el mismo que para el agua fría, marca POTERMIC modelo Ultravarem LS US20046C con una capacidad total de 200 litros.

El depósito de acumulación será el mismo que se usara para el suelo radiante. El depósito es de la marca ROTH modelo Quadroline TQ-P500 con una capacidad total de 500 litros.

La bomba de circulación escogida para el agua caliente es de la marca WILO modelo StarZ25/6-3.

7.2 Instalación eléctrica

7.2.1 Cargas previstas

Se han realizado los cálculos necesarios para una previsión de potencia de 27546 W (ver anexo de cálculos). Las características de los distintos elementos se encuentran detalladas en el anexo de maquinas.

La potencia comercial a contratar es de 27713W (27,71kW) de acuerdo a las tarifas de las compañías eléctricas.

7.2.2 Acometida

Se ha realizado la siguiente tabla para exponer las características más importantes de la acometida:

Tabla 7.3.- Características de la acometida.

Aislamiento	XLPE
Longitud acometida	7 m
Seccion	4x1x50 Aluminio
Ø tubo	110 mm
Profundidad	0,5 m
Intensidad	44,5 A
I max adm	144 A
Caida de tension	0,065%(<7%)

7.2.3 Derivación individual

Se ha realizado la siguiente tabla para exponer las características más importantes de la derivación individual:

Tabla 7.4.- Características de la derivación individual.

Linea	Trifasica con cables tripolares
Aislamiento	XLPE
Longitud d-i	25 m
Seccion	3x10+10 mm ²
Profundidad	0,5m
Intensidad	44,5A
I _{max adm}	64A
Caida de tension	0,773%(<1.5%)
∅ tubo	63 mm

7.2.4 Circuitos individuales

Todos los circuitos serán monofásicos excepto el de la bomba de calor y el de la toma de corriente trifásica de la sala de maquinas de climatización. El aislamiento de los cables será de PVC y no de XLPE como la acometida y la derivación individual. Los cables irán por el techo de cada planta para evitar contacto con el sistema de suelo radiante. Las secciones obtenidas de cada uno de los circuitos son las siguientes:

Tabla 7.5.- Características de los circuitos individuales.

CIRCUITO	SECCION(mm ²)	∅ TUBO(mm)
C1	2,5+2,5+T2,5	20
C2	2,5+2,5+T2,5	20
C3	2,5+2,5+T2,5	20
C4	4+4+T2,5	20
C5	2,5+2,5+T2,5	20
C6	6+6+T2,5	25
C7	2,5+2,5+T2,5	20
C8	3x2,5+2,5+T2,5	20
C9	2,5+2,5+T2,5	20
C10	4+4+T2,5	20
C11	6+6+T2,5	25
C12	3x2,5+2,5+T2,5	20

7.2.5 Dispositivos generales de mando y protección

No se utilizara interruptor de control de potencia debido a que se superan los 63ª de intensidad para toda la potencia con lo cual se instalara un maxímetro y la sobrepotencia consumida será penalizada en el recibo de la luz.

Tabla 7.6.- Características de los dispositivos de protección.

Interruptor general automatico	50A
Diferenciales	3x30 mA
Control de potencia	Maxímetro

Se instalaran los siguientes pequeños interruptores automáticos para cada circuito (PIA's):

Tabla 7.7.- Intensidad de los pequeños interruptores automáticos.

CIRCUITO	PIA (A)
C1	2
C2	2
C3	4
C4	10
C5	4
C6	20
C7	2
C8	20
C9	4
C10	25
C11	25
C12	2

7.2.6 Toma de tierra

Sera del tipo TT y estará compuesta por un anillo de 8 picas enterradas de 2 metros de longitud cada una.

7.3 Calefacción y refrigeración

7.3.1 Cargas térmicas por calefacción

Tabla 7.8.- Cargas térmicas por calefacción.

Zonas	Potencia (W)
Sala de reuniones	2694,63
Sala de descanso	1558,26
Aseo primera planta	1284,65
Pasillo	2081,69
Despacho 1	1403,16
Despacho 2	1622,8
Despacho 3	1356,19
Hall de entrada y oficina planta baja	12201,86
Aseo planta baja	551,51
TOTAL	24754,75

7.3.2 Cargas térmicas por refrigeración

Tabla 7.9.- Cargas térmicas por refrigeración.

CARGA	POTENCIA(W)
Por transmision de cerramientos opacos	531,14
Por radiaciones solares(huecos de ventana)	450,98
Por ventilacion o infiltracion de aire exterior	628,61
Por iluminacion	618,00
Por maquinaria presente	9765,00
Por ocupacion del local	3000,00
TOTAL(W)	14993,73
TOTAL(Kw)	14,99

7.3.3 Suelo radiante

Se instalara un colector tipo A-1 por cada 12 circuitos del sistema de suelo radiante:

Tabla 7.10.- Características del sistema de suelo radiante.

COLECTOR	SUPERFICIE PANELADA(m ²)	TEMP AGUA (°c)	CAUDAL(l/h)	DpMax(DaPa)
Despachos	38	46	262,61	246
Lugares comunes 1ª planta	73	46	729,48	749
Planta baja	97	46	553,64	381

Potencia instalacion con pavimento(W)	22386
Superficie total panelada(m ²)	208
Longitud total de tuberias(m)	2761
Contenido de agua en la instalacion(l)	333

Bomba de calor VAILLANT GeoTHERM VWS300/2 33.6Kw (COP 5).

Bomba de circulación WILO Yonos Pico regulable.

Deposito acumulador ROTH Quadroline TQ-T de 500 litros.

7.4 Instalación de captación

7.4.1 Temperatura del terreno

La temperatura del terreno empezara a ser constante a lo largo del año en torno a los 13-15 metros de profundidad.

7.4.2 Sondas de captación verticales

La longitud total de intercambio requerida para las necesidades y según la bomba de calor escogida es de 712 m.

Se realizaran 4 pozos de 45 metros de profundidad y se colocaran 2 sondas en forma de U en cada uno para una superficie de intercambio total de 720 metros. Las características principales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 7.11.-Características del sistema de captación.

Longitud requerida(m)	712,46
nº de pozos	4
Profundidad de cada pozo(m)	45
∅ sondas(mm)	32
∅ del pie de la sonda (mm)	110
Perdida de carga(m.c.a)	17,42
Longitud intercambio total(m)	720
Material sondas	Polietileno
Forma de las sondas	Doble U (perpendicular)
Fluido intercambio	Etilenglicol

Bomba de circulación WILO BM50/215-3/4 de alta potencia (regulable).

8. Planificación

La representación de la planificación de las instalaciones de calefacción y ACS se hará mediante:

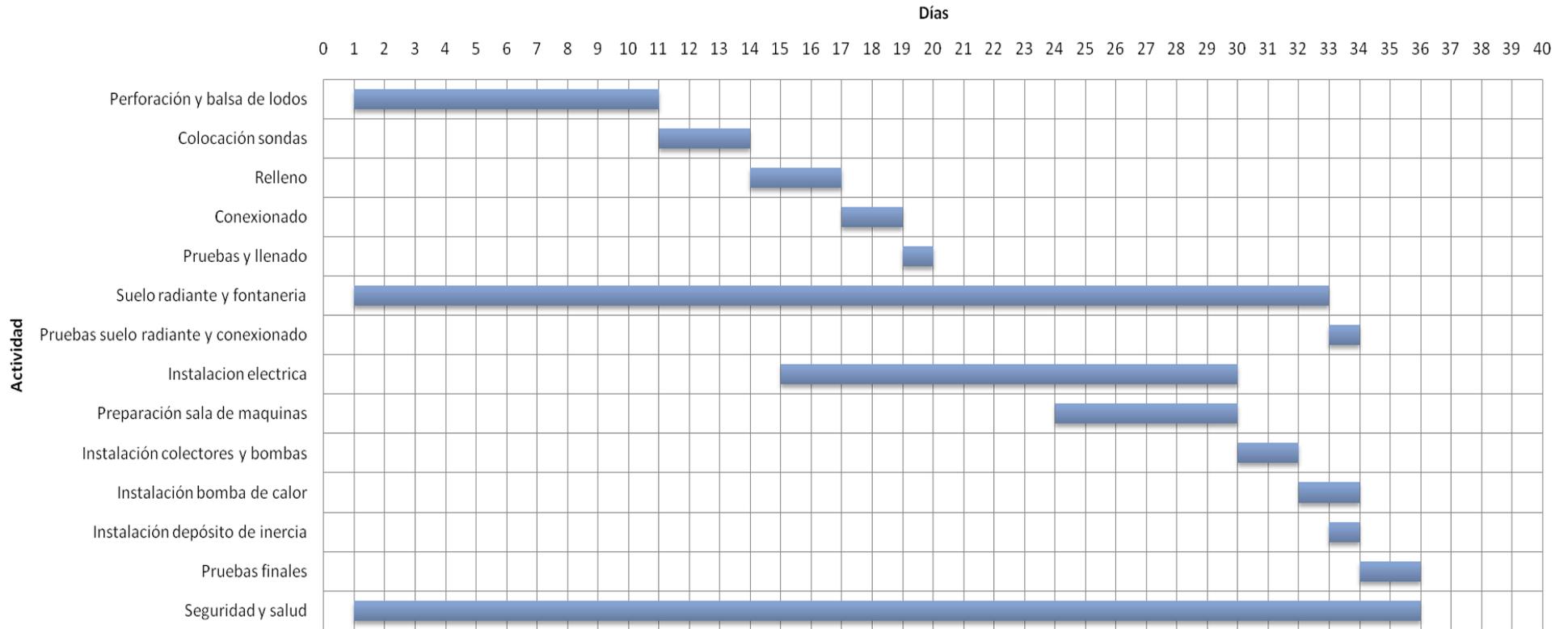
- ✓ Diagrama de Gantt.
- ✓ Diagrama Pert.

Las diferentes tareas consideradas y su duración así como su día de inicio y fin son las siguientes:

Tabal 7.12.- Planificación temporal de actividades.

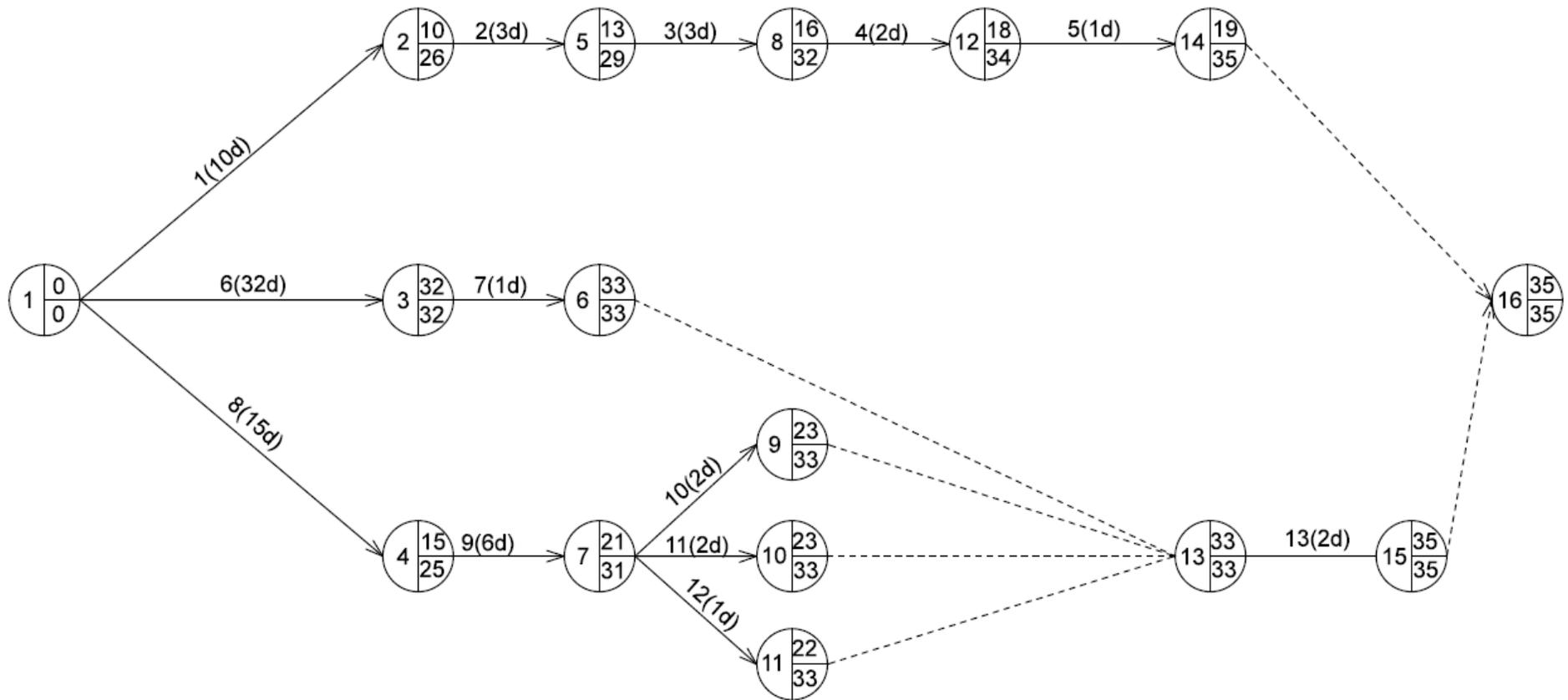
Nº	Actividad	Duración(días)	Inicio(día)	Fin(día)
1	Perforación y balsa de lodos	10	1	10
2	Colocación sondas	3	11	13
3	Relleno	3	14	16
4	Conexionado	2	17	18
5	Pruebas y llenado	1	19	19
6	Suelo radiante y fontanería	32	1	32
7	Pruebas suelo radiante y conexionado	1	33	33
8	Instalación eléctrica	15	15	30
9	Preparación sala de máquinas	6	24	29
10	Instalación colectores y bombas	2	30	31
11	Instalación bomba de calor	2	32	33
12	Instalación depósito de inercia	1	33	33
13	Pruebas finales	2	34	35
14	Seguridad y salud	35	1	35

Diagrama de Gantt



	Seguridad y salud	Pruebas finales	Instalación depósito de inercia	Instalación bomba de calor	Instalación colectores y bombas	Preparación sala de maquinas	Instalacion electrica	Pruebas suelo radiante y conexionado	Suelo radiante y fontanería	Pruebas y llenado	Conexionado	Relleno	Colocación sondas	Perforación y balsa de lodos
Inicio(día)	1	34	33	32	30	24	15	33	1	19	17	14	11	1
■ Duración(días)	35	2	1	2	2	6	15	1	32	1	2	3	3	10

Diagrama PERT



DOCUMENTO 2

ANEXOS A LA MEMORIA

Autor: Jonatan García Villaverde

Índice de los anexos

I. Anexo de cálculos	3
I.1. Calculo de la instalación eléctrica.....	3
I.1.1. Previsión de cargas.....	4
I.1.2. Acometida.....	6
I.1.3. Derivación individual.....	7
I.1.4. Circuitos interiores individuales.....	8
I.1.5. Dispositivos generales de mando y protección.....	10
I.1.6. Instalación de puesta a tierra.....	12
I.2. Calculo de calefacción, refrigeración y ACS.....	14
I.2.1. Cargas térmicas de calefacción.....	14
I.2.2. Cargas térmicas de refrigeración.....	17
I.2.3. Demanda de agua fría y ACS.....	20
I.2.4. Suelo radiante.....	23
I.3. Cálculos de la instalación de captación geotérmica.....	43
II. Anexo de tablas y diagramas utilizados.....	47
III. Anexo de maquinas (catálogos).....	61
III.1. Captación geotérmica.....	61
III.2. Calefacción, refrigeración y ACS.....	67
IV. Anexo de viabilidad.....	74
IV.1. Viabilidad técnica.....	74
IV.2. Viabilidad económica.....	74

I. Anexo de cálculos

I.1. Calculo de la instalación eléctrica

El cálculo de la instalación eléctrica se basara en lo dispuesto en el reglamento electrotécnico de baja tensión y se utilizaran las siguientes formulas para el cálculo de las intensidades de cada circuito y las caídas de tensión:

- ✓ Circuitos trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$Caida\ de\ tension(\%) = \frac{P * L}{U^2 * k * S} * 100$$

- ✓ Circuitos monofásicos:

$$I = \frac{P}{U * \cos\varphi}$$

$$caida\ de\ tension(\%) = \frac{P * L * 2}{U^2 * k * S} * 100$$

Siendo:

I la intensidad en Amperios (A).

P la potencia en Vatios (W).

U la tensión (230/400) en Voltios (V).

K la conductividad del cobre=56m/mm²Ω

L la longitud de la línea en metros.

1.1.1. Previsión de cargas

Se han previsto las siguientes cargas para todo el local:

Tabla I.1.- Cargas eléctricas.

APARATO	POTENCIA (W)	TENSION(V)	CANTIDAD
Iluminacion LED	618	230	-
Microondas(s.d)	900	230	1
Cafetera (s.d)	1350	230	1
Frigorifico y congelador (s.d)	500	230	1
Toma trifasica	750	400	1
Radio,video y TV(s.r)	900	230	3
Bomba captadores vert	370	400	1
Bomba de calor	6720	400	1
Bomba suelo radiante	350	230	1
Bomba ACS	100	230	1
Ordenadores e impresoras	4500	230	18
Tomas de corriente planta baja	5244	230	10
Tomas de corriente 1ª planta	5244	230	10

La potencia de las tomas de corriente está calculada de la siguiente manera:

$$P = N * U * I_e * K_s$$

Siendo:

P la potencia de las tomas de corriente en Vatios (W).

N el número de tomas de corriente.

U la tensión de la toma de corriente en Voltios (V).

I_e la intensidad nominal de los enchufes=16^a

K_s el coeficiente de simultaneidad calculado de la siguiente forma:

$$K_s = 0.1 + \frac{0.9}{N}$$

La potencia obtenida para las tomas de corriente es de 5244W en cada planta con un coeficiente de simultaneidad de 0.19.

La potencia de las bombas esta multiplicada por un coeficiente de 125 según la ITC-BT-47.

La potencia de iluminación está calculada mediante el software de iluminación DIALux Evo 6 arrojando los siguientes datos:

- ✓ Sala de reuniones: 4 focos LED empotrados de 9W cada uno (3x3W). Iluminancia media 625 lux y distancia mínima entre focos de 4,2 metros.
- ✓ Sala de descanso: 2 focos LED empotrados de 9W cada uno (3x3W) con una iluminancia media de 656 lux y una distancia mínima entre focos de 1,2 metros.
- ✓ Pasillo 1ª planta: 5 focos LED de 9W colocados a lo largo de toda la longitud del pasillo con una iluminancia media de 902 lux.
- ✓ Despacho 1: 3 focos LED de 9W cada uno (3x3W) con una iluminancia media de 615 lux.
- ✓ Despacho 2: 2 focos LED de 9W cada uno (3x3W) con una iluminancia media de 513 lux.
- ✓ Despacho 3: 2 focos LED de 9W cada uno (3x3W) con una iluminancia media de 601 lux.
- ✓ Baño 1ª planta: 1 foco LED cuadrado empotrado de 9W (3x3W) con una iluminancia media de 534 lux.
- ✓ Hall de entrada: 2 parrillas de focos LED de 18 W cada una (6x3W) con una iluminancia media de 1143 lux separadas entre sí 1.1 metros.
- ✓ Zona de oficina: 15 plafones LED de 25 W cada uno con una iluminancia media de 824 lux. Cada plafón es de 5x5 luminarias. Los plafones están separados entre sí 2.61 metros.
- ✓ Baño planta baja: 1 foco LED de 9W (3x3W) con una iluminancia media de 1225 lux.
- ✓ Almacén: 1 foco LED empotrado de 9W (3x3W) con una iluminancia media de 613 lux.
- ✓ Sala de maquinas de climatización: 1 foco LED de 9w (3x3w) con una iluminancia media de 653 lux.
- ✓ Escalera y entrada de empleados: 1 foco LED empotrado de 9W (3x3W) y un foco mural de 9W (3x3W) con una iluminancia media de 753 lux.

La carga total por iluminación es de 618W.

LA CARGA TOTAL DE ELECTRICIDAD ES DE 27546W.

I.1.2. Acometida

Se calculara la sección y características de la acometida según las ITC-BT-11. Las características de la acometida son las siguientes:

- ✓ Longitud: 7 metros.
- ✓ Tipo: subterránea enterrada a 0,5 metros.
- ✓ Tensión: trifásica (cables tripolares de aluminio).
- ✓ Aislamiento: XLPE.
- ✓ Factor de potencia: 0,9.
- ✓ Resistividad del terreno: 2.5 mK/W.

Con las formulas antes descritas se calcula la intensidad de corriente que circulara por la acometida dando un resultado de 44.44A.

Con ese dato nos vamos a la tabla nº 5 de la ITC-BT-07 donde se puede ver que la sección de cable para esa intensidad debería ser de 6mm² para una intensidad de 56ª. Para el cálculo de la sección nos basaremos en las acometidas típicas de las compañías eléctricas que suelen ser de conductores de aluminio de 50 mm² con una intensidad máxima admisible de 180A. Se tendrán en cuenta los siguientes factores de corrección debido a la característica de la acometida:

- ✓ Por resistividad del terreno: 0.71
- ✓ Por línea subterránea (0,5 m de profundidad): 1.03
- ✓ Por estar enterrada: 0.8

Con lo cual la intensidad que recorrerá el cable será:

$$I = 180 * 0.71 * 1.03 * 0.8 = 105.30A$$

Con esa intensidad es un cable valido pero hay que calcular la caída de tensión para esa sección y teniendo en cuenta la distancia de la acometida. La caída de tensión obtenida es de 0.065%, inferior al 7% máximo admisible. La sección del conductor neutro será la misma que la de las fases.

El diámetro del tubo donde irán alojados los cables se dimensionara según la ITC-BT-21 dando un diámetro de tubo de 110mm.

I.1.3. Derivación individual

Para el cálculo de la derivación individual se utilizarán las mismas fórmulas que las utilizadas para el cálculo de la acometida según lo dispuesto en la ITC-BT-15.

Las principales características de la derivación individual son las siguientes:

- ✓ Trifásica por la alta previsión de carga.
- ✓ Conductores enterrados en el interior de tubos.
- ✓ Cables tripolares de cobre.
- ✓ Aislamiento XLPE.
- ✓ Longitud de derivación 25 metros.

Con las fórmulas iniciales se calcula la intensidad que circulará por la derivación que será de 44.44. Con esa intensidad se escoge un cable de sección 10 mm^2 .

Ahora se comprueba que la caída de tensión para esa sección y la longitud de la derivación es inferior al 1.5%.

$$e(\%) = \frac{27546 * 25}{400^2 * 56 * 10} * 100 = 0.768\% < 1.5\%$$

La caída de tensión es inferior al 1,5% con lo cual la sección escogida es la adecuada.

Para el conductor neutro nos apoyaremos en la tabla 2 de la ITC-BT-19 estableciendo una sección igual que las fases (10 mm^2). El hilo de mando se dimensionará según la ITC-BT-15 y tendrá una sección de 1.5 mm^2 .

El diámetro del tubo en el que irán alojados los cables enterrados será de 63mm según lo dispuesto en la ITC-BT-21.

Se colocará un registro cada 15 metros.

I.1.4. Circuitos interiores individuales

Para el cálculo de los circuitos interiores individuales se utilizarán las mismas formulas que para el cálculo de la acometida y según lo dispuesto en la ITC-BT-19.

Los circuitos individuales a instalar y sus longitudes son los siguientes:

Tabla I.2.- Circuitos interiores individuales.

CIRCUITO	DISTANCIA LINEA (m)	POTENCIA	TENSION(V)
C1	20	456	230
C2	50	162	230
C3	50	500	230
C4	50	2250	230
C5	50	900	230
C6	40	4500	230
C7	6	370	230
C8	6	6720	400
C9	6	450	230
C10	40	5244	230
C11	40	5244	230
C12	6	750	400

Con las formulas iniciales se ha calculado la intensidad de cada circuito para saber la sección de cada uno. Con la sección y la longitud de cada circuito se ha calculado la caída de tensión para cada uno siendo la máxima admisible de 3% y 5% para equipos de fuerza.

Las intensidades y caídas de tensión de cada circuito son las siguientes:

Tabla I.3.- Caída de tensión en cada circuito.

CIRCUITO	INTENSIDAD	SECCION(mm ²)	CAIDA DE TENSION(%)
C1	1,982608696	2,5	0,246
C2	0,704347826	2,5	0,219
C3	2,173913043	2,5	0,675
C4	9,782608696	4	1,899
C5	3,913043478	2,5	1,215
C6	19,56521739	6	2,025
C7	1,711378353	2,5	0,060
C8	17,87234043	2,5	0,180
C9	2,081406105	2,5	0,073
C10	22,8	6	2,360
C11	22,8	6	2,360
C12	1,875	2,5	0,020

Las intensidades máximas admisibles para cada sección de cable están expuestas en la tabla 1 de la ITC-BT-19 del reglamento electrotécnico para baja tensión.

Todas las caídas de tensión están por debajo del 3% y ninguna supera la intensidad máxima admisible para esa sección de cable con lo cual están bien dimensionadas. Los cables irán tendidos por paredes y techos para evitar el contacto con el sistema de suelo radiante y el aislamiento será de PVC.

El resultado final para cada circuito es el siguiente:

Tabla I.4. Sección de cada circuito.

CIRCUITO	SECCION(mm ²)	Ø TUBO(mm)
C1	2,5+2,5+T2,5	20
C2	2,5+2,5+T2,5	20
C3	2,5+2,5+T2,5	20
C4	4+4+T2,5	20
C5	2,5+2,5+T2,5	20
C6	6+6+T2,5	25
C7	2,5+2,5+T2,5	20
C8	3x2,5+2,5+T2,5	20
C9	2,5+2,5+T2,5	20
C10	6+6+T2,5	20
C11	6+6+T2,5	25
C12	3x2,5+2,5+T2,5	20

1.1.5. Dispositivos generales de mando y protección

Los dispositivos de corte automático se calcularán siguiendo la siguiente regla:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Siendo:

I_B la intensidad ante calculada que circulara por nuestra instalación.

I_N la intensidad del interruptor automático.

I_Z la intensidad máxima que soporta el cable.

En nuestro caso:

$$I_B = 44.44 \text{ A}$$

$$I_N = 50 \text{ A}$$

$$I_Z = 180 \text{ A}$$

Los circuitos individuales dispondrán de pequeños interruptores automáticos con los siguientes valores:

Tabla 1.5.- Intensidad máxima de cada circuito.

CIRCUITO	Intensidad(Ib)	PIAs(IN)	Iz
C1	1,982608696	2	16
C2	0,704347826	2	16
C3	2,173913043	4	16
C4	9,782608696	10	21
C5	3,913043478	4	16
C6	19,56521739	20	27
C7	1,711378353	2	16
C8	17,87234043	20	16
C9	2,081406105	4	16
C10	22,8	25	27
C11	22,8	25	27
C12	1,875	2	16

Serán necesarios 1 diferencial por cada 5 circuitos instalados con lo cual se instalarán 3 diferenciales de 30mA cada uno.

Para dimensionar el control de potencia utilizaremos la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U}$$

Siendo:

I la intensidad que tiene que soportar el dispositivo en Amperios.

P la previsión de carga en Vatios.

U la tensión de suministro.

$$I = \frac{27546}{400} = 68.86 \text{ A}$$

Al ser la intensidad mayor a 63 A (máximo ICP comercial) se instalara un maxímetro en lugar de un interruptor de control de potencia y las infracciones en la potencia contratada se penalizaran en la factura eléctrica.

Se deberá comprobar que el poder de corte de cada dispositivo sea mayor a las diferentes intensidades de cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito se calculara con la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0.8 * V}{R}$$

Siendo:

I_{cc} la intensidad de cortocircuito de cada circuito en Amperios.

V la tensión del cable en Voltios.

R la resistencia de cada circuito en Ohmios.

La resistencia de cada circuito se calculara con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{C * L}{S}$$

Siendo:

C la resistividad del cobre = $0.17 \text{ mm}^2 \Omega/\text{m}$

L la longitud de cada circuito

S la sección de los cables de cada circuito en mm^2

Con estas formulas se han obtenido los siguientes datos de intensidad de cortocircuito y resistencia.

Tabla I.6.- Resistencia e intensidad de cortocircuito en cada circuito.

CIRCUITO	I _{cc} (kA)	I _{cc} (A)	Resistencia(Ω)
C1	0,6429	642,8695	0,1429
C2	0,6429	642,8695	0,3571
C3	0,6429	642,8695	0,3571
C4	1,0286	1028,5913	0,2232
C5	0,6429	642,8695	0,3571
C6	1,5429	1542,8869	0,1190
C7	0,6429	642,8695	0,0429
C8	0,6429	642,8695	0,0429
C9	0,6429	642,8695	0,0429
C10	1,5429	1542,8869	0,1190
C11	1,5429	1542,8869	0,1190
C12	0,6429	642,8695	0,0429

I.1.6. Instalación de puesta a tierra

La instalación de toma de tierra se calculara según lo dispuesto en la ITC-BT-18. En el caso de oficinas la ITC-BT-26 exige que la toma de tierra se realice en forma de anillo cerrado integrando a todo el perímetro del perímetro al que se conectan. El método de cálculo de resistencia de tierra es el siguiente:

$$\text{Placa enterrada: } R = \frac{0.8 * \rho}{P}$$

$$\text{Pica vertical: } R = \frac{\rho}{L}$$

$$\text{Conductor enterrado horizontalmente: } R = \frac{2 * \rho}{L}$$

Siendo:

P la resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$

P el perímetro de la placa en metros

L la longitud de la pica o del conductor en metros

La resistividad del terreno en nuestro caso es de $300 \Omega \cdot m$.

La longitud del conductor de cobre enterrado es de 30 metros y se instalarán picas de 2 metros de longitud.

En nuestro caso se utilizará la tercera fórmula para conductores enterrados horizontalmente:

$$R = \frac{2 * 300}{30} = 20 \Omega$$

En el caso de conexión en paralelo se utilizará la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p}$$

Siendo:

R_t la resistencia total.

R_c la resistencia del conductor enterrado.

R_p a resistencia de las picas.

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{R_p}; \rightarrow R_p = 20 \Omega$$

$$R_p = \frac{\rho}{n^{\circ} \text{ picas} * L}; 20 = \frac{300}{n^{\circ} \text{ picas} * 2}; n^{\circ} \text{ picas} = 7.5$$

Se instalarán 8 picas de 2m de longitud cada una.

I.2. Cálculos de calefacción, refrigeración y ACS

I.2.1. Cargas térmicas de calefacción

Las cargas térmicas de calefacción han sido calculadas para cada una de las salas del local de oficinas teniendo en cuenta su envolvente y mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$P = U * A * \Delta T + V * ce * n * \Delta T$$

Siendo:

P la potencia de calefacción en W.

U la suma de transmitancia de cada sala en W/°Cm².

A la superficie de cada sala en m².

V el volumen de cada sala en m³.

ΔT la diferencia de temperatura entre la interior y la exterior en °C(15.4°C).

ce el calor específico volumétrico del aire (0.29 Kcal/hm³°C).

n el número de renovaciones de aire al día(10).

Se ha considerado una las siguientes temperaturas de cálculo:

- ✓ Temperatura ambiente exterior: -4°C
- ✓ Temperatura de confort interior: 22°C

Las superficies y volúmenes considerados para cada estancia son los siguientes:

Tabla I.7.- Superficie y volumen de cada sala a calefactar.

SALAS A CALEFACTAR	SUPERFICIE(m ²)	VOLUMEN(m ³)
Despacho 1	12	30
Despacho 2	14	35
Despacho 3	12	30
Sala de descargas	12	30
Sala de reuniones	30	75
Pasillo	20	50
Baño 1ª planta	11	27,5
Hall y oficina	93	279
Baño planta baja	4	12
Total	208	568,5

La fórmula de la potencia es el resultado de sumar las pérdidas por transmisión y las pérdidas de calor por ventilación e infiltraciones.

A estas pérdidas se aplicarán unos suplementos por orientación e intermitencia incidentes en el cálculo de las pérdidas de calor totales del local.

Tabla I.8.- Factor de corrección por orientación.

SUPLEMENTO	FACTOR DE CORRECCION
Por orientación norte	1,15
Por orientación sur	1
Por orientación este	1,1
Por orientación oeste	1,05

Las transmitancias térmicas de los distintos cerramientos se han calculado con la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_2}}$$

Siendo:

U la transmitancia en W/m²K.

h₁ el coeficiente de transmisión por contacto interior en W/m²K.

h₂ el coeficiente de transmisión por contacto exterior en W/m²K.

e el espesor en metros

λ el coeficiente de conductividad térmica en W/mK

Las transmitancias obtenidas para cada elemento de la envolvente son las siguientes:

Tabla I.9.- Transmitancias.

Transmitancias	W/°Cm ²
Solera(planta baja)	0,36
Suelo (primera planta)	0,4
Cubierta	0,32
Muros	0,47
Ventanas	2,2
Puertas	2

Utilizando la formula anterior se obtienen las siguientes cargas térmicas en el caso de calefacción:

Tabla I.10.- Resumen de cargas térmicas por calefacción.

CARGAS TERMICAS CALEFACCION	
Zonas	Potencia (W)
Sala de reuniones	2694,63
Sala de descanso	1558,26
Aseo primera planta	1284,65
Pasillo	2081,69
Despacho 1	1403,16
Despacho 2	1622,8
Despacho 3	1356,19
Hall de entrada y oficina planta baja	12201,86
Aseo planta baja	551,51
TOTAL	24754,75

La potencia se dimensionara un 15 % obteniéndose una potencia de calefacción necesaria de 28468W.

I.2.2. Cargas térmicas de refrigeración

En la época de verano se prevé que existan cargas térmicas sensibles debido a diferencias de temperatura y radiación térmica así como cargas latentes debidas a la humedad del aire.

- ✓ Cargas por transmisión a través de cerramientos opacos

$$Q = k * S * \Delta T$$

Siendo:

Q la carga por transmisión a través de cerramientos opacos en Vatios.

k la transmitancia del muro en $W/{}^{\circ}Cm^2$.

A la superficie de muro expuesto en m^2 .

ΔT la diferencia de temperaturas (aplicando factor de corrección por orientación).

$$Q = 0,47 * 141.261 * (32 - 24) = 531.14 W$$

- ✓ Cargas por transmisión a través de cerramientos translucidos

$$Q = k * S * \Delta T$$

Siendo:

Q la carga por transmisión a través de cerramientos translucidos en Vatios.

k la transmitancia de las ventanas y puertas con vidrios en $W/{}^{\circ}Cm^2$.

A la superficie de las ventanas en m^2 .

ΔT la diferencia de temperaturas en ${}^{\circ}C$.

$$Q = 2.2 * 25.624 * (32 - 24) = 450.98 W$$

- ✓ Carga sensible por ventilación o infiltración de aire exterior

$$Q = V * C_e * \rho * \Delta T$$

Siendo:

Q la carga sensible por ventilación o infiltración de aire exterior en Vatios.

V es el caudal de aire infiltrado o de ventilación en m³/s.

C_e el calor específico del aire=1012J/kg°C.

P la densidad del aire en kg/m³.

ΔT la diferencia de temperatura entre el ambiente exterior y el interior

$$Q = 0.0658 * 1012 * 1.18 * (32 - 24) = 628.60 W$$

- ✓ Carga sensible por ocupación de local

$$Q = k * n$$

Siendo:

Q la carga sensible por ocupación del lugar en Vatios.

k el calor emitido por persona =150 kcal/persona.

n el numero de ocupación del local.

$$Q = 150 * 20 = 3000 W$$

✓ Cargas generadas por la iluminación del local

Se considerara que toda potencia de iluminación se transformara en calor sensible:

$$Q = 618 \text{ W}$$

✓ Cargas generadas por maquinas presentes en el local

Se considerara que la potencia de las maquinas se transformara en calor sensible y se multiplicara esa potencia por un coeficiente de 0,75. Se tendrán en cuenta los ordenadores e impresoras, la cafetera de la sala de descanso y las maquinas de climatización.

$$Q = (4500 + 1350 + 7170) * 0.75 = 9765 \text{ W}$$

El resumen de las cargas térmicas de refrigeración es el siguiente:

Tabla I.11.- Resumen de cargas térmicas por refrigeración.

CARGA	POTENCIA(W)
Por transmision de cerramientos opacos	531,14
Por radiaciones solares(huecos de ventana)	450,98
Por ventilacion o infiltracion de aire exterior	628,61
Por iluminacion	618,00
Por maquinaria presente	9765,00
Por ocupacion del local	3000,00
TOTAL(W)	14993,73
TOTAL(Kw)	14,99

La potencia total de refrigeración (verano) asciende a ≈ 15 kW.

1.2.3. Demanda de agua fría y ACS

Para determinar el caudal de agua fría se ha utilizado la tabla 2.1 del CTE-HS4 obteniendo el caudal mínimo instantáneo para cada uno de los aparatos.

Mediante la tabla 4.2 del CTE-HS4 obtendremos los diámetros de tubería necesarios para cada aparato.

Para calcular la bomba de circulación se tendrá en cuenta el caudal máximo simultáneo y el tramo de tubería más largo correspondiente al grifo de la sala de descanso. Los caudales de cada aparato son los siguientes:

Tabla 1.12.- Resumen de elementos consumidores de agua fría y ACS.

Elemento	Caudal(l/s)	Longitud del tramo(m)	Diametro(mm cobre)
Lavamanos 1ª planta	0,05	14,5	12
Inodoro 1ª planta	0,1	9,3	12
Fregadero sala de descanso	0,2	14,7	12
Lavamanos planta baja	0,05	14,4	12
Inodoro planta baja	0,1	13,9	12
Caudal total(l/s)		0,5	

El caudal total de agua fría es de 0,5 l/s y la pérdida de carga total es de 7.641m.c.a calculada mediante la pérdida de carga individual de codos, llaves de paso, válvulas antirretorno y los metros de tubería.

Para el cálculo de las necesidades de ACS se ha utilizado la tabla 19 del subapartado 2.2 del CTE-HE4:

Tabla 1.13.- Demanda de referencia a 60°C.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Para 20 trabajadores en la oficina se obtiene una demanda diaria de 60 litros de ACS. Para calcular la demanda de potencia a la bomba de calor para ACS utilizaremos la siguiente fórmula:

$$D_{ACS} = D(T) * \rho * C_p * (T_{uso} - T_{agua\ fría})$$

Siendo:

D_{ACS} la demanda de energía para ACS en kW/día.

$D(T)$ el consumo de ACS cada mes en litros/día

ρ la densidad del agua(1kg/litro).

C_p el calor específico del agua (0.00116kW/kg°C).

T_{uso} la temperatura de uso en °C.

$T_{agua\ fría}$ la temperatura del agua de la red de distribución en °C.

Se calculara para cada mes del año pero los de más importancia son los meses en los que la temperatura de distribución del agua fría es más bajo (diciembre, enero, febrero y marzo).La temperatura del agua fría en estos meses es de 10°C de media.

$$D_{ACS} = 60 * 1 * 0.00116 * (60 - 10) = 3.48 \text{ kW/día}$$

Con lo cual la potencia necesaria para ACS se estima en 4kW/día. Los datos para el resto de meses del año son los siguientes:

Tabla I.14.- Resumen demanda de ACS por meses.

MES	Dias	L/día	Tª entrada(°C)	Tª Demanda	Demanda ACS (kW/día)
Enero	31	60,00	10,00	60,00	3,48
Febrero	28	60,00	10,00	60,00	3,48
Marzo	31	60,00	10,00	60,00	3,48
Abril	30	60,00	11,00	60,00	3,41
Mayo	31	60,00	13,00	60,00	3,27
Junio	30	60,00	15,00	60,00	3,13
Julio	31	60,00	15,00	60,00	3,13
Agosto	31	60,00	15,00	60,00	3,13
Septiembre	30	60,00	13,00	60,00	3,27
Octubre	31	60,00	12,00	60,00	3,34
Noviembre	30	60,00	11,00	60,00	3,41
Diciembre	31	60,00	10,00	60,00	3,48

Los elementos que consumirán agua caliente sanitaria serán los siguientes:

Tabla I.15.- Elementos consumidores de ACS.

Elemento	Caudal(l/s)	Longitud del tramo(m)	Diametro(mm cobre)
Lavamanos 1ª planta	0,03	14,5	12
Fregadero sala de descanso	0,1	14,7	12
Lavamanos planta baja	0,03	14,4	12

El caudal máximo simultáneo de ACS es de 0.195 l/s y las pérdidas de carga se estiman en 7.641 m.c.a ya que los elementos del circuito de ACS son similares a los del circuito de distribución de agua fría. Con estos datos se escogió la bomba de circulación del circuito de ACS.

Para saber el volumen del depósito de acumulación de ACS se utilizara la siguiente expresión extraída del CTE-HS4:

$$V = Q * t * 60$$

Siendo:

V el volumen del depósito de acumulación en litros.

Q el caudal máximo simultaneo en l/s multiplicado por 0,5 para un confort medio.

t el tiempo estimado para calentar el agua(de 15 a 20 minutos).

$$V = 0.195 * 0.5 * 15 * 60 = 87.75 \text{ litros}$$

Dado que el depósito de inercia escogido es de 500 litros y el sistema de suelo radiante consume alrededor de 333 litros será utilizado también como depósito de acumulación de ACS.

Para saber el volumen del vaso de expansión se utilizara la siguiente expresión extraída del CTE-HS4:

$$V_n = \frac{P_b * V_a}{P_a}$$

Siendo:

V_n el volumen útil del depósito de expansión en litros.

P_b la presión absoluta mínima en bares

V_a el volumen mínimo de agua en litros

P_a la presión absoluta máxima en bares.

$$V = \frac{500 * 0.6263}{1.8789} = 166 \text{ litros}$$

Como el volumen mínimo del vaso de expansión ha de ser de 166 litros se ha escogido un vaso de expansión de 200 litros.

1.2.4. Suelo radiante

Para el cálculo del suelo radiante se ha utilizado el software de la empresa ORKLI de suelos radiantes.

Los resultados obtenidos para cada espacio calefactado son los siguientes:

✓ Sala de reuniones

Espacio	Sala de reuniones	Nº	1	Colector:	Colector lugares comunes primera planta
Superficie total	[m ²]	:	30.0	Potencia requerida	[W] : 2695
Superficie panelable	[m ²]	:	30.0	Potencia residual	[W] : -72
Superficie marginal	[m ²]	:		Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m ² K/W] : 0.050
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m ² K/W] : 0.600
8 Espesor mortero	[mm]	:	45		
Panel		:	Panel aislante multidireccional 25mm de espesor		
Tubería		:	Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno		
Colector		:	Colector A 1"		
Circuitos insertados		:	4		

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 7.5		
	Paso	Densidad	Potencia	Temperatura	Sup. cubierta	
		[W/m ²]	[W]	[°C]	[m ²]	
Zona Residencial	75	87.4	656	29.0	7.5	
Zona Marginal	0					
Longitud circuito	Total:	102	Espiral:	100	Tubo conexión:	
[m]					2	
	dT	dP	Caudal	Potencia [W]		Posición válvula
	[°C]	[DaPa]	[l/h]	Alto	Bajo	

Datos circuito	12.99	291	52,91	666	134	800	1 v
-----------------------	-------	-----	-------	-----	-----	-----	-----

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. :2	Superficie cubierta [m ²]: 7.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	656	29.0	7.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total:	102	Espiral:	100	Tubo conexión:	2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	291	52,91	666	134	800	1 v

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. :3	Superficie cubierta [m ²]: 7.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	656	29.0	7.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total:	102	Espiral:	100	Tubo conexión:	2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	291	52,91	666	134	800	1 v

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. :4	Superficie cubierta [m ²]: 7.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		

Zona Residencial	75	87.4	656	29.0	7.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 102	Espiral: 100	Tubo conexión: 2				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	291	52,91	666	134	800	1 v

✓ Sala de descanso

Espacio	Sala de descanso	Nº	2	Colector:	Colector lugares comunes primera planta
Superficie total	[m ²]	:	12.0	Potencia requerida	[W] : 1558
Superficie panelable	[m ²]	:	12.0	Potencia residual	[W] : -513
Superficie marginal	[m ²]	:		Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m ² K/W] : 0.015
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m ² K/W] : 0.600
9 Espesor mortero	[mm]	:	45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor				
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno				
Colector	: Colector A 1"				
Circuitos insertados	: 2				

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. :1	Superficie cubierta [m ²]: 6.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.1	523	28.9	6.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 82	Espiral: 80	Tubo conexión: 2			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	80	30,23	533	95	628	1 v

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. :2	Superficie cubierta [m ²]: 6.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.1	523	28.9	6.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 82	Espiral: 80	Tubo conexión: 2			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	80	30,23	533	95	628	1 v

✓ Despacho 1

Espacio	Despacho 1	Nº	3	Colector:	Colector despachos
Superficie total	[m ²]	:	12.0	Potencia requerida	[W] : 1403
Superficie panelable	[m ²]	:	12.0	Potencia residual	[W] : -354
Superficie marginal	[m ²]	:		Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m ² K/W] : 0.050
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m ² K/W] : 0.600
10 Espesor mortero	[mm]	:	45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor				
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno				
Colector	: Colector A 1"				
Circuitos insertados	: 2				

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector despachos			Circuito N.: :1	Superficie cubierta [m ²]: 6.0		
	Paso	Densidad	Potencia	Temperatura	Sup. cubierta	
		[W/m ²]	[W]	[°C]	[m ²]	
Zona Residencial	75	87.4	525	29.0	6.0	
Zona Marginal	0					
Longitud circuito	Total:	82	Espiral:	80	Tubo conexión:	
[m]					2	
	dT	dP	Caudal	Potencia [W]		Posición válvula
	[°C]	[DaPa]	[l/h]	Alto	Bajo	

Datos circuito	12.99	104	39,38	535	61	595	1 v
-----------------------	-------	-----	-------	-----	----	-----	-----

Colector: Colector despachos			Circuito N. : 2	Superficie cubierta [m ²]: 6.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	525	29.0	6.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 82	Espiral: 80	Tubo conexión: 2				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	104	39,38	535	61	595	1 v

✓ Despacho 2

Espacio	Despacho 2	Nº	4	Colector:	Colector despachos
Superficie total	[m ²]	:	14.0	Potencia requerida	[W] : 1623
Superficie panelable	[m ²]	:	14.0	Potencia residual	[W] : -399
Superficie marginal	[m ²]	:		Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m ² K/W] : 0.050
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m ² K/W] : 0.600
11 Espesor mortero	[mm]	:	45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor				
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxidante				
Colector	: Colector A 1"				
Circuitos insertados	: 2				

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector despachos			Circuito N. :1	Superficie cubierta [m ²]: 7.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	612	29.0	7.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 95	Espiral: 93	Tubo conexión: 2			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	243	49,44	622	125	747	Total

Colector: Colector despachos			Circuito N. :2	Superficie cubierta [m ²]: 7.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	612	29.0	7.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 95	Espiral: 93	Tubo conexión: 2			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	243	49,44	622	125	747	Total

✓ Despacho 3

Espacio	Despacho 3	Nº	5	Colector:	Colector despachos
Superficie total	[m ²]	:	12.0	Potencia requerida	[W] : 1356
Superficie panelable	[m ²]	:	12.0	Potencia residual	[W] : -307
Superficie marginal	[m ²]	:	:	Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m ² K/W] : 0.050
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m ² K/W] : 0.600
12 Espesor mortero	[mm]	:	45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor				
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno				
Colector	: Colector A 1"				
Circuitos insertados	: 2				

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector despachos			Circuito N. : 1	Superficie cubierta [m ²]: 6.0			
	Paso	Densidad	Potencia	Temperatura	Sup. cubierta		
		[W/m ²]	[W]	[°C]	[m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	525	29.0	6.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito	Total:	82	Espiral:	80	Tubo conexión:	2	
[m]							
	dT	dP	Caudal	Potencia [W]			Posición válvula
	[°C]	[DaPa]	[l/h]	Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	112	42,49	535	108	642	1 v

Colector: Colector despachos			Circuito N. : 2	Superficie cubierta [m ²]: 6.0			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	525	29.0	6.0		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 82	Espiral: 80	Tubo conexión:		2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	112	42,49	535	108	642	1 v

✓ Aseo primera planta

Espacio	Aseo primera planta	Nº	6	Colector:	Colector lugares comunes primera planta
Superficie total	[m ²]	:	11.0	Potencia requerida	[W] : 1285
Superficie panelable	[m ²]	:	11.0	Potencia residual	[W] :
Superficie marginal	[m ²]	:		Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m ² K/W] : 0.015
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m ² K/W] : 0.600
13 Espesor mortero	[mm]	:	45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor				
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno				
Colector	: Colector A 1"				
Circuitos insertados	: 2				

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. :1	Superficie cubierta [m ²]: 5.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	150	116.8	642	31.4	5.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 39	Espiral: 37	Tubo conexión:		2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	4.11	719	157,99	652	103	755	Total

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. :2	Superficie cubierta [m ²]: 5.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	150	116.8	642	31.4	5.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 39	Espiral: 37	Tubo conexión:		2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	4.11	719	157,99	652	103	755	Total

✓ Pasillo

Espacio	Pasillo	Nº	7	Colector:	Colector lugares comunes primera planta
Superficie total	[m ²]	:	20.0	Potencia requerida	[W] : 2082
Superficie panelable	[m ²]	:	20.0	Potencia residual	[W] : -333
Superficie marginal	[m ²]	:		Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m ² K/W] : 0.050
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m ² K/W] : 0.600
14 Espesor mortero	[mm]	:	45		
Panel		:	Panel aislante multidireccional 25mm de espesor		
Tubería		:	Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno		
Colector		:	Colector A 1"		
Circuitos insertados		:	3		

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N.: 1	Superficie cubierta [m ²]: 6.7		
	Paso	Densidad	Potencia	Temperatura	Sup. cubierta	
		[W/m ²]	[W]	[°C]	[m ²]	
Zona Residencial	75	87.4	583	29.0	6.7	
Zona Marginal	0					
Longitud circuito	Total:	91	Espiral:	89	Tubo conexión:	
[m]					2	
	dT	dP	Caudal	Potencia [W]		Posición válvula
	[°C]	[DaPa]	[l/h]	Alto	Bajo	

Datos circuito	12.99	137	47,12	593	119	712	1 v
-----------------------	-------	-----	-------	-----	-----	-----	-----

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. : 2	Superficie cubierta [m ²]: 6.7			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	583	29.0	6.7		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total:	91	Espiral:	89	Tubo conexión:	2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	137	47,12	593	119	712	1 v

Colector: Colector lugares comunes prime			Circuito N. : 3	Superficie cubierta [m ²]: 6.7			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.4	583	29.0	6.7		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total:	91	Espiral:	89	Tubo conexión:	2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	12.99	137	47,12	593	119	712	1 v

✓ Hall de entrada y oficina

Espacio	Hall de entrada y of	Nº	8	Colector:	Colector planta baja
Superficie total	[m ²]	:	93.0	Potencia requerida	[W] : 12202
Superficie panelable	[m ²]	:	93.0	Potencia residual	[W] : -4102
Superficie marginal	[m ²]	:		Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m ² K/W] : 0.015
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m ² K/W] : 0.600
15 Espesor mortero	[mm]	:	45		
Panel	: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor				
Tubería	: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno				
Colector	: Colector A 1"				
Circuitos insertados	: 11				

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector planta baja			Circuito N.: 1	Superficie cubierta [m ²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total:	115	Espiral:	113	Tubo conexión:	2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. :2	Superficie cubierta [m ²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 115	Espiral: 113	Tubo conexión: 2			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. :3	Superficie cubierta [m ²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 115	Espiral: 113	Tubo conexión: 2			
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. :4	Superficie cubierta [m ²]: 8.5		
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]	
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5	
Zona Marginal	0					

Longitud circuito [m]		Total: 115	Espiral: 113	Tubo conexión:			2
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. : 5	Superficie cubierta [m²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]		Sup. cubierta [m²]	
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9		8.5	
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 115	Espiral: 113	Tubo conexión:			2
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. : 6	Superficie cubierta [m²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]		Sup. cubierta [m²]	
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9		8.5	
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]		Total: 115	Espiral: 113	Tubo conexión:			2
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	

Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v
-----------------------	-------	-----	-------	-----	-----	-----	-----

Colector: Colector planta baja			Circuito N. : 7	Superficie cubierta [m ²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total:	115	Espiral:	113	Tubo conexión:	2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. : 8	Superficie cubierta [m ²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total:	115	Espiral:	113	Tubo conexión:	2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. : 9	Superficie cubierta [m ²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m ²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m ²]		

Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 115	Espiral: 113	Tubo conexión: 2				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. : 10	Superficie cubierta [m²]: 8.5			
	Paso	Densidad [W/m²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m²]		
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5		
Zona Marginal	0						
Longitud circuito [m]	Total: 115	Espiral: 113	Tubo conexión: 2				
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

Colector: Colector planta baja			Circuito N. : 11	Superficie cubierta [m²]: 8.5		
	Paso	Densidad [W/m²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m²]	
Zona Residencial	75	87.1	736	28.9	8.5	
Zona Marginal	0					
Longitud circuito [m]	Total: 115	Espiral: 113	Tubo conexión: 2			

	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	17.84	156	42,37	746	133	880	1 v

✓ Aseo planta baja

Espacio	Aseo planta baja	Nº:	9	Colector:	Colector planta baja
Superficie total	[m²]	:	4.0	Potencia requerida	[W] : 552
Superficie panelable	[m²]	:	4.0	Potencia residual	[W] : -7
Superficie marginal	[m²]	:		Potencia adquirida (Pasajes)	[W] :
Temperatura interior	[°C]	:	21.0	Resistencia pavimento	[m²K/W] : 0.015
Temperatura espacio inferior	[°C]	:	10.0	Resistencia forjado	[m²K/W] : 0.600
16 Espesor mortero	[mm]	:			: 45
Panel		:			: Panel aislante multidireccional 25mm de espesor
Tubería		:			: Tubo PEX-A 16x1,8 con barrera antioxígeno
Colector		:			: Colector A 1"
Circuitos insertados		:			: 1

Temperatura de impulsión: 45.6 [°C]

Colector: Colector planta baja		Circuito N. : 1		Superficie cubierta [m²]: 4.0	
	Paso	Densidad [W/m²]	Potencia [W]	Temperatura [°C]	Sup. cubierta [m²]
Zona Residencial	75	136.1	544	32.9	4.0
Zona Marginal	0				

Longitud circuito [m]	Total:	55	Espiral:	53	Tubo conexión:	2	
	dT [°C]	dP [DaPa]	Caudal [l/h]	Potencia [W]			Posición válvula
				Alto	Bajo	Total	
Datos circuito	6.25	372	87,59	554	83	637	Total

El resumen de los cálculos del suelo radiante es el siguiente:

Código. Colector.	Superficie Panelada	N. Circ.	Temp H₂O [°C]	Cau- dal [l/h]	DpMax [DaPa]	Pot. Alto [W]	Pot. Bajo [W]	Pot. Tot [W]
Colector despachos	38	6	46	262,61	246	3382	587	3969
Colector lugares comunes primera planta	73	11	46	729,48	749	6811	1291	8102
Colector planta baja	97	12	46	553,64	381	8765	1551	10315

Total	208	29		1545		18957	3429	22386

Tabla I.16.- Resumen sistema de suelo radiante.

Potencia instalacion con pavimento(W)	22386
Superficie total panelada(m ²)	208
Longitud total de tuberias(m)	2761
Contenido de agua en la instalacion(l)	333

I.3. Cálculos de la instalación de captación geotérmica

La longitud de intercambio se ha calculado mediante el método IGHAPS y la norma VDI 4640. sabiendo las cargas térmicas del local y las características del terreno se determinara la temperatura del terreno a diferentes profundidades.

La temperatura del terreno dependerá de la profundidad a la que este la perforación aumentando unos 3°C cada 100 metros aproximadamente .Se calculara con las siguientes formulas:

$$T_{\max} = T_m + A * e^{-y \sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}}$$

Siendo:

T_{\max} la temperatura máxima del terreno (en función de la profundidad) en °C.

T_m la temperatura media seca anual del terreno en °C.

A la amplitud anual de la temperatura.

Y la profundidad en metros.

A la difusividad térmica del suelo (0.02304m²/día).

$$T_{\min} = T_m - A * e^{-y \sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}}$$

Siendo:

T_{\max} la temperatura máxima del terreno (en función de la profundidad) en °C.

T_m la temperatura media seca anual del terreno en °C (en Zamora 13.1°C).

A la amplitud anual de la temperatura (en Zamora 22.7°C-4.6°C).

y la profundidad en metros.

A la difusividad térmica del suelo (0.02304m²/día).

Con estas formulas se ha calculado para distintas profundidades la temperatura máxima y mínima para saber a qué profundidad la temperatura del terreno es estable a lo largo de todo el año.

Tabla I.17.- Temperatura del terreno a diferentes profundidades.

PROFUNDIDAD(m)	Tmin(°C)	Tmax(°C)
1	8,188598990	18,011401010
2	10,434601118	15,765398882
3	11,653498037	14,546501963
4	12,314988818	13,885011182
5	12,673977380	13,526022620
7	12,974528153	13,225471847
9	13,063046130	13,136953870
12	13,094093498	13,105906502
14	13,098260422	13,101739578
16	13,099487661	13,100512339
18	13,099849106	13,100150894
20	13,099955559	13,100044441
22	13,099986911	13,100013089
24	13,099996145	13,100003855
26	13,099998865	13,100001135
28	13,099999666	13,100000334
30	13,099999902	13,100000098
35	13,099999995	13,100000005
40	13,100000000	13,100000000
45	13,100000000	13,100000000
50	13,100000000	13,100000000

A partir de los 12-14 metros la diferencia de entre la temperatura máxima y la mínima es prácticamente insignificante.

Para el cálculo de la longitud del intercambiador enterrado se utilizara la siguiente fórmula:

$$L_{\text{calefacción}} = \frac{P_c * \frac{COP_c - 1}{COP_c} * (R_t + R_s * F_{u,h})}{T_{\text{min}} - T_L}$$

Siendo:

$L_{\text{calefacción}}$ la longitud de intercambiador enterrado para calefacción.

P_c la potencia de calefacción (33600W).

COP_c coeficiente de rendimiento en calefacción (5).

R_t la resistencia térmica de la tubería (0.07824 m°C/W).

R_s la resistencia térmica del terreno (2.5 m°C/W).

T_{\min} la temperatura mínima del terreno.

T_L la temperatura mínima del fluido en la bomba de calor (-4°C).

$F_{u,h}$ el factor de utilización (0.15).

$$L_{\text{calefacción}} = \frac{33600 * \frac{5-1}{5} * (0.07824 + 2.5 * 0.15)}{13.10 - (-4)} = 712.46 \text{ metros}$$

Se ha dimensionado el intercambiador para el caso de calefacción ya que la potencia de calefacción es mayor que la potencia de refrigeración. Para la longitud de intercambio necesaria en el caso de refrigeración (geocooling) se utiliza la siguiente fórmula:

$$L_{\text{refrigeracion}} = \frac{P_R * \frac{\text{COP}_R - 1}{\text{COP}_R} * (R_t + R_s * F_{u,h})}{T_H - T_{\max}}$$

Siendo:

$L_{\text{refrigeracion}}$ la longitud del intercambiador enterrado para refrigeración.

P_R la potencia necesaria de refrigeración (15000W).

T_H la temperatura máxima del fluido en la bomba de calor (22°C).

COP_R el coeficiente de rendimiento EER (6.1).

$$L_{\text{refrigeracion}} = \frac{15000 * \frac{6.1-1}{6.1} * (0.07824 + 2.5 * 0.15)}{22 - 13.10} = 638.66 \text{ metros}$$

La resistencia térmica de la tubería se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{1}{2 * \pi * k_t} * \ln\left(\frac{D_e}{D_i}\right)$$

Siendo:

R_t la resistencia térmica de la tubería en $m^{\circ}C/W$.

k_t la conductividad térmica de la tubería ($0.40678 W/m^{\circ}C$).

D_i el diámetro interno de la tubería en mm.

D_e el diámetro externo de la tubería en mm.

$$R_t = \frac{1}{2 * \pi * 0.40678} * \ln\left(\frac{32}{26.2}\right) = 0.07824 m^{\circ}C/W$$

Se realizaran 4 sondeos de 45 metros de profundidad con dos sondas en forma de U perpendiculares en cada uno para una longitud total de intercambio de 720 metros.

El caudal determinado para un número de Reynolds inferior a 2300 (régimen laminar) es de $7.55 \times 10^{-5} m^3/s$ (272l/h).

El diámetro de cada perforación será de 110mm con una separación de 6 metros entre cada una. La cantidad necesaria de bentonita se calculara restando a los sondeos el volumen que ocuparan las sondas de captación. El resultado ha sido un volumen total de bentonita de $2.708 m^3$ y $4.062 m^3$ de arena para un volumen total de perforaciones de $6.770 m^3$.

El volumen de la balsa de lodos de los sondeos se calculara con la siguiente fórmula:

$$V_b = V_s * N_s * 1.5$$

Siendo:

V_b el volumen de la balsa de lodos en m^3 .

V_s el volumen del sondeo en m^3 .

N_s el número total de sondeos.

$$V_b = 6.770 * 4 * 1.5 = 40.62 m^3$$

Las dimensiones de la lasa serán de 6x5 m y una profundidad de 1.4 m.

II. Anexo de tablas y diagramas utilizados

Tabla 1: Intensidades máximas admisibles (fuente: REBT).

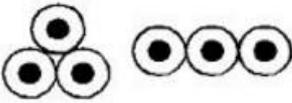
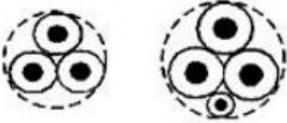
SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tabla2: Intensidades máximas admisibles (fuente: REBT).

			3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE	2x EPR XLPE			
A	Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes.		3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE	2x EPR XLPE			
A2	Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes.	3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE	2x EPR XLPE				
B	Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra.				3x PVC	2x PVC			3x EPR XLPE	2x EPR XLPE
B2	Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra.			3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE		2x EPR XLPE	
C	Cables multiconductores directamente sobre la pared.					3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE	2x EPR XLPE
E	Cables multiconductores al aire libre. Distancia sobre la pared no inferior a 0,3D.						3x PVC		2x PVC	3x EPR XLPE
F	Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia sobre la pared no inferior a D.							3x PVC		
G	Cables unipolares separados mínimo D.									3x PVC
	mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1.5	11	11,5	13	13.5	15	16	-	18	21
	2.5	15	16	17.5	18.5	21	22	-	25	29
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91
	25	59	64	70	77	84	88	96	105	116
	35		77	86	96	104	110	119	131	144
	50		94	103	117	125	133	145	159	175
	70				149	160	171	188	202	224
	95				180	194	207	230	245	271
	120				208	225	240	267	284	314
	150				236	260	278	310	338	363
	185				268	297	317	354	386	415
	240				315	350	374	419	456	490
	300				360	404	423	484	524	565

Tabla 3: Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (fuente: REBT).

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Tabla 4: Potencias eléctricas normalizadas (fuente: Iberdrola).

INTENSIDAD (A)	MONOFÁSICOS		TRIFÁSICOS	
	220v	230v	3*220/380v	3*230/400V
1,5	0,330	0,3450	0,987	1,030
3	0,660	0,690	1,975	2,078
3,5	0,770	0,805	2,304	2,425
5	1,100	1,150	3,291	3,464
7,5	1,650	1,725	4,936	5,196
10	2,200	2,300	6,582	6,928
15	3,300	3,450	9,873	10,392
20	4,400	4,600	13,164	13,856
25	5,500	5,750	16,454	17,321
30	6,600	6,900	19,745	20,785
35	7,700	8,050	23,036	24,249
40	8,800	9,200	26,327	27,713
45	9,900	10,350	29,618	31,177
50	11,000	11,500	32,909	34,641
63	13,860	14,490	41,465	43,648

Tabla 5: Valores orientativos de la resistividad en función del terreno (fuente: REBT).

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 6: Demanda de referencia a 60°C (fuente: CTE).

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 7: Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato (fuente: CTE).

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 8: Diámetro mínimo de derivaciones a los aparatos (fuente: CTE).

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20

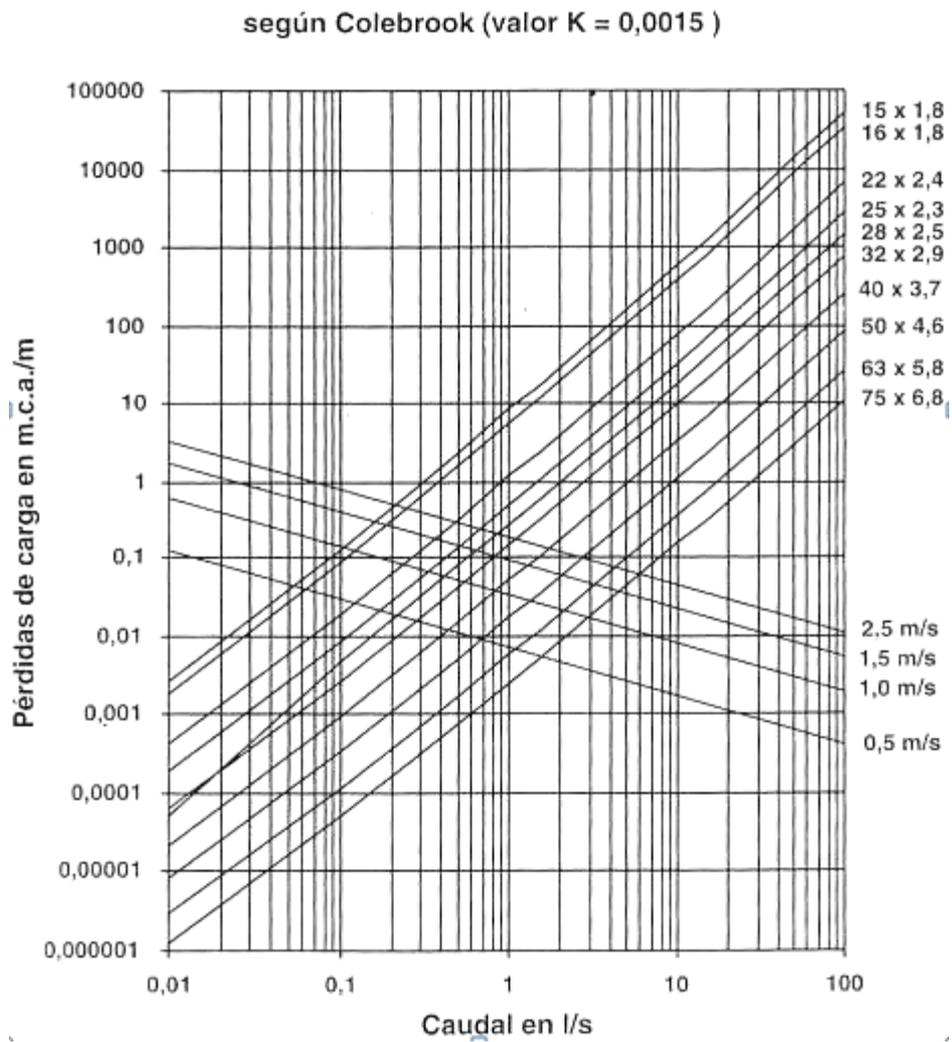
Tabla 9: Pérdida de carga en tuberías de cobre.

Tabla 10: Zonas Climáticas (fuente: CTE).

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Tabla 11: Datos climatológicos de Zamora (fuente: Aemet)**Valores climatológicos normales. Zamora**Periodo: 1981-2010 - **Altitud (m):** 656**Latitud:** 41° 30' 56" N - **Longitud:** 5° 44' 7" O - **Posición:** Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	4.6	8.3	0.9	32	82	6.1	1.1	0.1	9.1	14.4	4.7	97
Febrero	6.4	11.4	1.3	25	73	5.1	1.2	0.0	3.3	11.2	5.2	144
Marzo	9.5	15.5	3.5	22	63	5.0	0.2	0.2	1.0	5.0	6.0	201
Abril	11.2	17.1	5.3	39	62	7.2	0.2	0.6	0.4	1.2	5.2	224
Mayo	15.0	21.2	8.7	43	58	7.4	0.0	2.8	0.2	0.0	5.0	264
Junio	19.8	27.0	12.6	23	51	3.8	0.0	2.0	0.1	0.0	9.6	318
Julio	22.7	30.4	14.9	12	47	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	15.0	354
Agosto	22.3	29.8	14.8	13	50	2.4	0.0	2.0	0.0	0.0	13.9	322
Septiembre	18.8	25.5	12.0	28	57	4.2	0.0	1.4	0.3	0.0	9.7	241
Octubre	13.6	19.0	8.3	50	69	6.9	0.0	0.4	2.3	0.1	5.0	175
Noviembre	8.4	12.7	4.1	45	78	7.1	0.2	0.1	5.9	5.2	5.3	113
Diciembre	5.5	9.2	1.8	46	82	7.0	0.8	0.1	7.0	11.0	4.9	87
Año	13.1	18.9	7.4	379	64	64.2	3.4	11.7	29.6	48.3	-	2532

Legenda

T Temperatura media mensual/anual (°C)

TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)

Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)

R Precipitación mensual/anual media (mm)

H Humedad relativa media (%)

DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

DN Número medio mensual/anual de días de nieve

DT Número medio mensual/anual de días de tormenta

DF Número medio mensual/anual de días de niebla

DH Número medio mensual/anual de días de helada

DD Número medio mensual/anual de días despejados

Tabla 12: Conductividad térmica en función del terreno (fuente: Idae).

Tipo de roca	Conductividad térmica (W/mK)			Capacidad térmica volumétrica
	Mín.	Valor típico	Máx.	(MJ/m³K)
Rocas magmáticas				
Basalto	1,3	1,7	2,3	2,3-2,6
Diorita	2	2,6	2,9	2,9
Grabo	1,7	1,9	2,5	2,6
Granito	2,1	3,4	4,1	2,1-3,0
Peridotita	3,8	4	5,3	2,7
Riolita	3,1	3,3	3,4	2,1
Rocas metamórficas				
Gneis	1,9	2,9	4	1,8-2,4
Mármol	1,3	2,1	3,1	2
Metacuarcita		aprox. 5,8		2,1
Micasquistos	1,5	2	3,1	2,2
Esquistos arcillosos	1,5	2,1	2,1	2,2-2,5
Rocas sedimentarias				
Caliza	2,5	2,8	4	2,1-2,4
Marga	1,5	2,1	3,5	2,2-2,3
Cuarcita	3,6	6	6,6	2,1-2,2
Sal	5,3	5,4	6,4	1,2
Arenisca	1,3	2,3	5,1	1,6-2,8
Limolitas y argilitas	1,1	2,2	3,5	2,1-2,4
Rocas no consolidadas				
Grava, seca	0,4	0,4	0,5	1,4-1,6
Grava, saturada de agua		aprox. 1,8		aprox. 2,4
Arena, seca	0,3	0,4	0,8	1,3-1,6
Arena, saturada de agua	1,7	2,4	5	2,2-2,9
Arcilla/limo, seco	0,4	0,5	1	1,5-1,6
Arcilla/limo, saturado de agua	0,9	1,7	2,3	1,6-3,4
Turba	0,2	0,4	0,7	0,5-3,8
Otros materiales				
Bentonita	0,5	0,6	0,8	aprox. 3,9
Hormigón	0,9	1,6	2	aprox. 1,8
Hielo (-10°C)		2,32		1,87
Plástico (PE)		0,39		
Aire (0 - 20 °C, seco)		0,02		0,0012
Acero		60		3,12
Agua (+ 10 °C)		0,58		4,19

Tabla 13: Propiedades físicas de los fluidos de intercambio (fuente: Idae).

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

Tabla 14: Características de las tuberías de sondeo (fuente: Idae).

POLIETILENO					
Tipo	Presión (Bar)	Diam Nominal (Pul)	DN=Do Exterior (mm)	Di Interior (mm)	Kp (W/m K)
PE32	4	3/4"	20	17,6	0,40678
		1"	25	21,0	0,40678
		1 1/4"	32	28,0	0,40678
		1 1/2"	40	35,2	0,40678
		2"	50	44,0	0,40678
		2 1/2"	63	55,4	0,40678
	6	3/4"	20	16,0	0,40678
		1"	25	20,4	0,40678
		1 1/4"	32	26,2	0,40678
		1 1/2"	40	32,6	0,40678
		2"	50	40,8	0,40678
		2 1/2"	63	51,4	0,40678
	10	3/4"	20	14,4	0,40678
		1"	25	18,0	0,40678
		1 1/4"	32	23,2	0,40678
		1 1/2"	40	29,0	0,40678
		2"	50	36,2	0,40678
		2 1/2"	63	45,8	0,40678
PE50A	6	3/4"	-	-	0,43
		1"	25	21,0	0,43
		1 1/4"	32	28,0	0,43
		1 1/2"	40	35,2	0,43
		2"	50	44,0	0,43
		2 1/2"	63	55,4	0,43
	10	3/4"	20	16,0	0,43
		1"	25	20,4	0,43
		1 1/4"	32	26,2	0,43
		1 1/2"	40	32,6	0,43
		2"	50	40,8	0,43
		2 1/2"	63	51,4	0,43
	16	3/4"	-	-	0,43
		1"	-	-	0,43
		1 1/4"	32	23,2	0,43
		1 1/2"	40	29,0	0,43
		2"	50	36,2	0,43
		2 1/2"	63	45,8	0,43

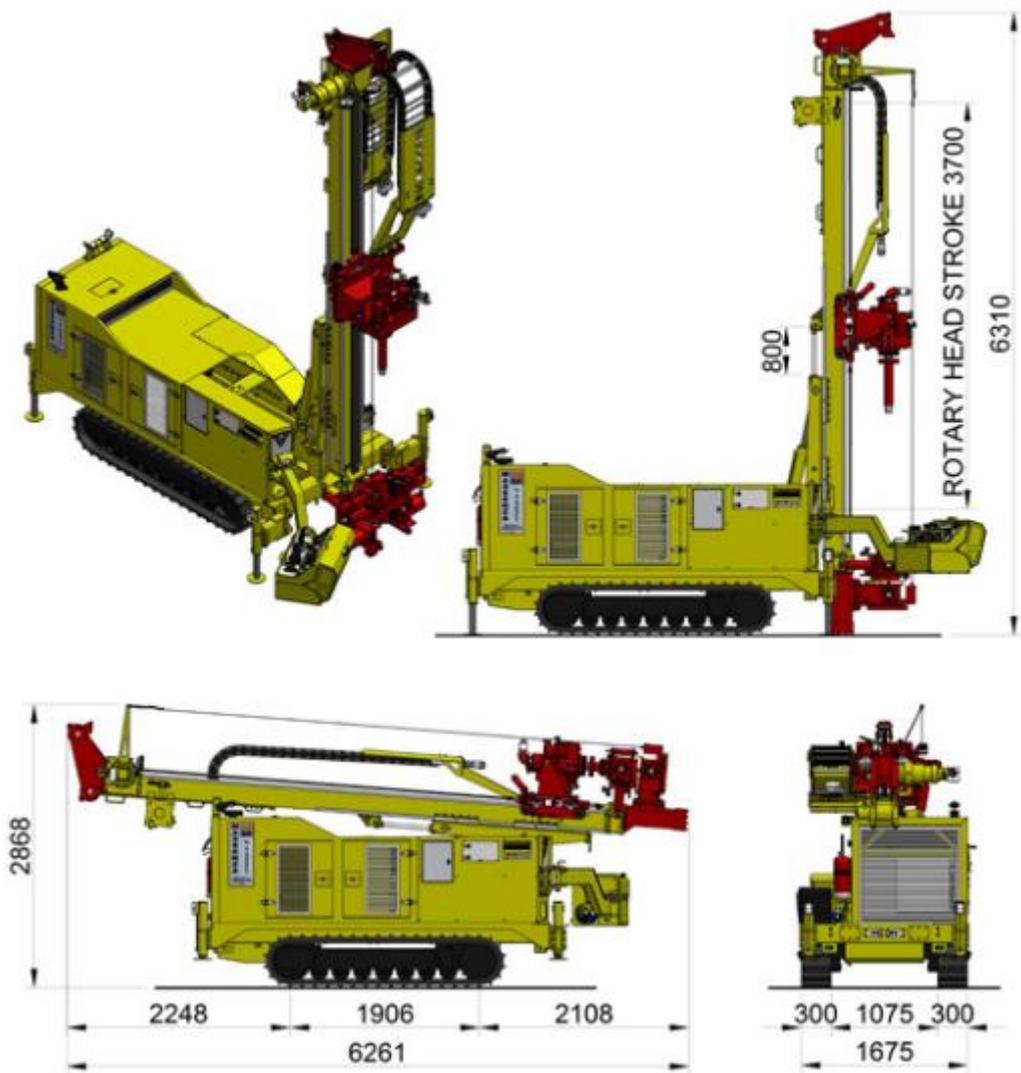
III. Anexo de maquinas(catálogos)

III.1. Captación geotérmica

- ✓ Máquina perforadora(Massenza MI8)



Camion	Truck	Camion	Truck	Camión	Автошасси	Recommended 4x4	
Carro Cingolato	Under-carriage	Chariot chenille	Fahrwerk	Oruga	Гусеничная ходовая часть	Standard	
Larghezza	Width	Largeur	Gesamtbreite	Ancho	Ширина	1.700 mm – 5 ft 7"	
Larghezza suole	Pad width	Largeur patins	Kettenbreite	Pad ancho	Ширина гусениц	300 mm – 1 ft	
Centrale Idrraulica	Power Pack	Centrale Hydraulique	Hydraulikaggregat	Central Hyráulica	Гидросистема		
Potenza motore	Engine power	Puissance moteur	Antriebsleistung	Potencia motor	Мощность двигателя	156 Hp (Ac) 115 kW (кВт)	
Serbatoio olio	Oil tank	Réservoir huile	Oltank	Depósito de aceite	Масляный бак	300 l(литров) - 79 gal	
Serbatoio gasolio	Fuel tank	Réservoir diesel	Dieseltank	Depósito de Combustible	Топливный бак	150 l (литров)-39,6 gal	500 l (литров)-106 gal
Antenna	Mast	Mat	Bohrtum	Mastil	Мачта	From	To
Forza di tiro	Pull up	Traction	Rückzugkraft	Tiro max.	Тяговое усилие	6.500 daN (кр) 14.613 lbf	12.000 daN (кр) 26.977 lbf
Forza di spinta	Pull down	Poussée	Vorschubkraft	Empuje max.	Толкающее усилие	6.500 daN (кр) 14.613 lbf	12.000 daN (кр) 26.977 lbf
Testa di rotazione	Rotary head	Tête de rotation	Drehkopf	Cabeza de rotacion	Головка вращения		
Coppia max.	Max torque	Couple max.	Drehmoment max.	Par max.	Максимальный Момент	11.000 Nm (Нм) – 8115 lbf ft	
Giri max.	Max speed	Vitesse max.	Drehzahl max.	Velocidad max.	Максимальная Скорость	1.200 Rpm (об/мин)	
Morse	Clamps	Mors	Klemm	Mordaza	Тиски		
Passaggio max.	Max passage	Passage max.	Max passage	Paso max.	Максимальный диаметр прохода	360 mm - 14"	
Diametro min. di presa	Min clamping diameter	Tige/diamètre min.	Durchmesser min.	Min. diámetro cierre	Минимальный диаметр зажима	76 mm - 3"	
Forza di chiusura	Clamping force	Force de serrage	Klemmkraft	Fuerza cierre	Усилие сжатия	17.000 daN (кр)	
Coppia di svitamento	Breaking torque	Couple de deserrage	Brechvorrichtung	Par desenroscado	Момент скручивания	23.500 Nm (Нм) 17.330 lbf ft	
Peso	Weight	Poids	Gewicht	Pesos	Масса	7.100 kg (кр) – 15.620 lbs	



✓ Sonda geotérmica y colectores(Uponor)

CAPTADORES GEOTÉRMICOS SONDAS VERTICALES UPONOR PEX

**NOVEDAD****Uponor Geo Vertis PLUS D32 PEX-a Sonda Doble U***

Sonda Geotérmica Vertical de tubería de polietileno reticulado Uponor PEX-a, fabricada según el exclusivo método Engel (PE-Xa) y según DIN 16892/16893.

Adecuado para todo tipo de Captadores Geotérmicos Horizontales, Pilotes Geotérmicos y como tubería de suministro y retorno. Color PEX natural recubierto de capa PE negro de protección, resistente a rayos UV 2 años, marcado blanco. SDR 11. Temperatura ambiente de trabajo -50 °C a 95 °C. Sistema de unión Q&E único y exclusivo de Uponor. Sistema de unión por electrosoldadura con accesorios Uponor EF.



NO ES NECESARIO LECHO DE ARENA SEGÚN NORMA DVGW W 400-2



**ALTA RESISTENCIA
ANCHO DIAGONAL MÁXIMO DEL PIE SONDA DOBLEU D32 SÓLO 105MM**

CAPTADORES GEOTÉRMICOS SONDAS VERTICALES UPONOR PEX

**Uponor Geo Vario Colectores Impulsión y Retorno PEAD con válvulas de equilibrado y de corte**

Incluye válvulas de equilibrado hidráulico en el colector de retorno y válvulas de bola en el colector de impulsión. Purgador de aire en ambos colectores. Conexión en 63-90 mm a bomba de calor geotérmica y salidas en 40 mm hacia colectores geotérmicos. Presión máxima 6 bar.

FRÍO PASIVO

**Uponor Geo Fluvia grupo EPG6 de impulsión y centralita para frío pasivo**

Circulación y separación del flujo de los captadores geotérmicos para frío pasivo (free-cooling).

Centralita C46 premontada para regulación y control de múltiples parámetros. Incluye:

- Válvula 3V mezcladora con cabezal
- Bomba circuladora eficiencia energética clase A (Grundfos Alpha 2L 25-60)
- Regulación de temperatura de impulsión, centralita C46 con interfaz integrada con control de temperatura ambiente en las estancias C56
- Intercambiador de calor, material de fijación
- Conexión circuito primario rosca hembra 1 1/4"
- Válvulas de bola en salida al circuito secundario con termómetros, conexión rosca hembra 1"
- Sensor de temperatura de impulsión
- Sensor de temperatura exterior

Accesorios de control necesarios:

- Sensor de humedad H56 (1047846), termostato Uponor T75 (1046114) y antena para C56 (1000513); o unidad de control C56 (1045565, 1045562) con sensor de humedad H56 (1047846) y termostato Uponor T75 (1046114)

Potencia 1-6 kW

Temperatura máxima 90°C, Presión máxima 10 bar.

ARQUETAS

**Uponor Geo Arqueta***

Arqueta PEAD cuerpo DN1000 totalmente terminada con tomas de distribución a circuitos geotérmicos y conexiones de ida y retorno a bomba de calor.

✓ Fluido geotérmico (Etilenglicol Potermic)**ANTIFROST ESTÁNDAR****Etilenglicol**

Para instalaciones de calefacción, geotermia, refrigeración industrial y automoción.

Temp. de congelación	Volumen ANTIFROST	Volumen agua
-4°C	25%	75%
-7°C	50%	50%
-12°C	75%	25%
-18°C	100%	0%

**ANTIFROST SUPER****Etilenglicol**

Para instalaciones de calefacción, geotermia, refrigeración industrial y automoción.

Temp. de congelación	Volumen ANTIFROST	Volumen agua
-5°C	25%	75%
-7°C	50%	50%
-15°C	75%	25%
-37°C	100%	0%



III.2. Calefacción, refrigeración y ACS

- ✓ Bomba de calor(Vaillant geoTHERM vws300/2)



Aplicación	Vivienda unifamiliar ¹	Vivienda adosada ¹	Edificio de pisos ¹	Depósito de ACS integrado	Refrigeración activa*	Refrig. pasiva integrada
Bomba de calor						
geoTHERM exclusiv (tierra/agua)	●			●	●	●
geoTHERM (tierra/agua)	●	●			●	
geoTHERM alta potencia (tierra/agua)		●	●		●	
geoTHERM plus VWL S (aire/agua)	●			●		
geoTHERM VWL S (aire/agua)	●	●				

Datos técnicos - geoTHERM pro para instalaciones de grandes dimensiones

Datos técnicos

Datos técnicos	Unidad	VWS 220/2	VWS 300/2	VWS 380/2	VWS 460/2
Potencia calorífica (BOW35 $\Delta T5K$ conforme a EN 14511)	kW	21,6	29,9	38,3	45,9
Consumo	kW	5,1	6,8	8,8	10,6
Coefficiente de rendimiento		4,3	4,4	4,4	4,4
Potencia calorífica (BOW55 $\Delta T5K$ conforme a EN 14511)	kW	20,3	27,3	36,2	42,5
Consumo	kW	6,9	9,3	11,8	14,1
Coefficiente de rendimiento		3,0	2,9	3,1	3,0
Tensión nominal		400 V/50 Hz			
Tensión nominal del circuito de mando		230 V/50 Hz			
Tensión nominal del compresor		400 V/50 Hz			
Fusibles de acción lenta (C)	A	3x20	3x25	3x32	3x40
Corriente de arranque con limitador	A	< 44	< 65	< 85	< 110
Caudal nominal del circuito de calefacción	l/h	3726	5160	6600	7680
Pérdida de presión interna en salida de calefacción, ($\Delta T=5K$)	mbar	72	87	132	173
Caudal nominal del circuito de la fuente de calor	l/h	4858	6660	8640	9840
Altura manométrica residual del circuito de la fuente de calor, $\Delta T=3K$	mbar	324	275	431	379
Temperatura del circuito de calefacción (mín./máx.)	°C	25/62	25/62	25/62	25/62
Temperatura del circuito de la fuente de calor (mín./máx.)	°C	-10/20	-10/20	-10/20	-10/20
Conexión de ida/retorno de calefacción		G 11/2	G 11/2	G 11/2	G 11/2
Conexión de ida/retorno de la fuente de calor		G 11/2	G 11/2	G 11/2	G 11/2
Nivel de potencia acústica	dB (A)	63	63	63	65
Refrigerante	-	R 407 C	R 407 C	R 407 C	R 407 C
- Tipo	-	R 407 C	R 407 C	R 407 C	R 407 C
- Cantidad	kg	4,1	5,99	6,7	8,6
Compresor	-	de espiral éster	de espiral éster	de espiral éster	de espiral éster
- Tipo	-	de espiral éster	de espiral éster	de espiral éster	de espiral éster
- Aceite	-	de espiral éster	de espiral éster	de espiral éster	de espiral éster
- Cantidad de aceite	l	4,0	4,0	4,14	4,14
Dimensiones de la bomba de calor:					
Altura	mm	1200	1200	1200	1200
Ancho	mm	760	760	760	760
Profundidad	mm	1100	1100	1100	1100
Profundidad sin columna (medida de inserción)	mm	900	900	900	900
Peso (sin embalaje)	kg	326	340	364	387

✓ Deposito de inercia(y acumulación ACS)(Roth Quadroline TQ-T-500)

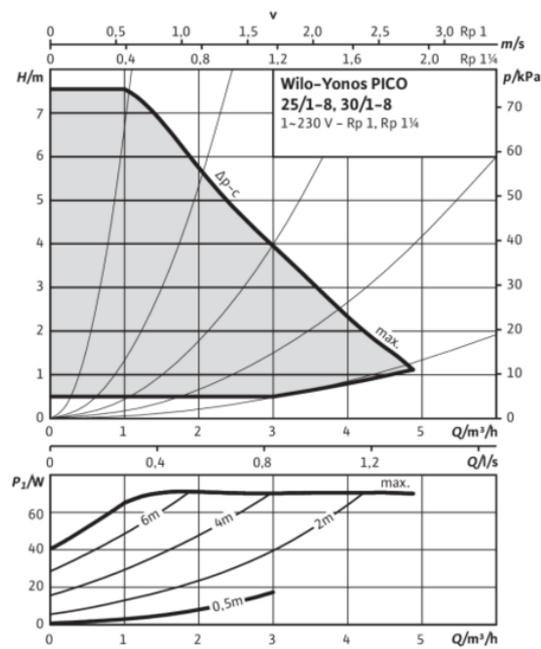


Datos técnicos / Tipos		TQ-P 325	TQ-P 500	TQ-T 325	TQ-T 500	TQ-S 325	TQ-S 500
Modelos		Inercia		Inercia con estratificador		Solar	
Referencia		1115009462	1115009467	1115009463	1115009468	1115009465	1115009470
Descripción	Unidad						
Dimensiones con aislante							
Largo/ancho	mm	650 x 650	780 x 780	650 x 650	780 x 780	650 x 650	780 x 780
Alto	mm	1965	1965	1965	1965	1965	1965
Características							
Diámetro D	mm	547	677	547	677	547	677
Altura	mm	1935	1935	1935	1935	1935	1935
Diagonal	mm	2030	2070	2030	2070	2030	2070
Volumen de acumulación interior	Litros	325	500	325	500	315,5	485,5
Peso en vacío	kg	40	50	40	50	52	62
Temperatura máxima de trabajo	°C	90	90	90	90	90	90
Presión de trabajo	bar	3	3	3	3	3	3
Presión máxima de trabajo a 20 °C *	bar	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Serpentín solar							
Superficie de intercambio	m ²					1,5	1,5
Presión máxima	bar					10	10
Volumen	Litros					8	8
Sup. máxima de captación solar por potencia	m ²					12,5	12,5
Sup. máxima de captación solar según CTE	m ²					6,2	9,7
Intercambiador de ACS, Rendimiento según DIN 4708/T3							
Superficie de intercambio	m ²						
Presión máxima	bar						
Volumen serpentín ACS.	Litros						
Volumen de suministro ACS (20 l/min.)	Litros						
Índice de potencia N _L							
Conexiones							
Retorno del generador de calor (caliente)	Dim. /Conexión	1½" / H	1½" / H	1½" / H	1½" / H		1½" / H
Altura de la conexión	mm	45	45	45	45		45
Ída al generador de calor (fría)	Dim. / Conexión			1½" / G	1½" / G	1½" / G	1½" / G
Altura de la conexión	mm			115	115	45	115
Ída a distribución de agua caliente (caliente)	Dim. /Conexión	1½" / A	1½" / A	1½" / B	1½" / B	1½" / B	1½" / B
Altura de la conexión	mm	1890	1890	1820	1820	1820	1820
Retorno de distribución de agua caliente (fría)	Dim. /Conexión			1½" / A	1½" / A	1½" / A	1½" / A
Altura de la conexión	mm			1890	1890	1890	1890
Entrada a intercambiador solar (caliente)	Dim. /Conexión					1½" / E	1½" / E
Altura de la conexión	mm					185	255
Salida del intercambiador solar (fría)	Dim. /Conexión					1½" / F	1½" / F
Altura de la conexión	mm					115	185
Entrada a intercambiador de ACS (fría)	Dim. /Conexión						
Altura de la conexión	mm						
Salida del intercambiador de ACS (caliente)	Dim. /Conexión						
Altura de la conexión	mm						
Entradas de sonda	4 Posiciones					x	x

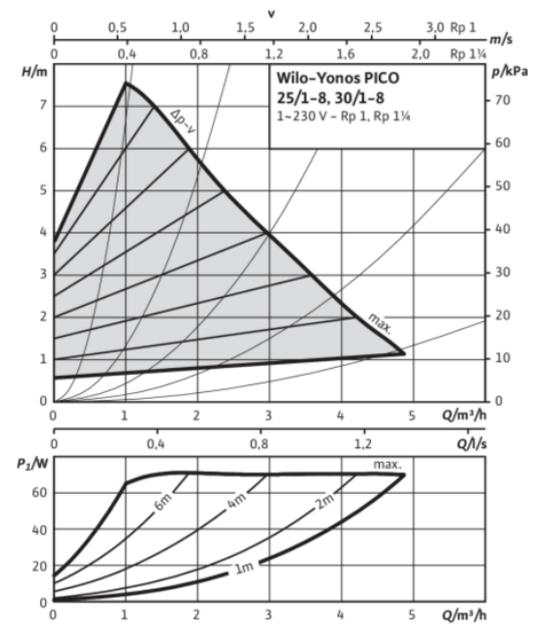
✓ Bomba de circulación del sistema suelo radiante(Wilo Yonos pico)



Curvas características Δp -c (constante)



Curvas características Δp -v (variable)



Fluidos admisibles (se pueden solicitar otros)

Agua de calefacción (según VDI 2035)	•
Mezclas de agua/glicol (máx. 1:1; a partir de un 20 % de aditivo se deben comprobar los datos de impulsión)	•

Campo de aplicación autorizado

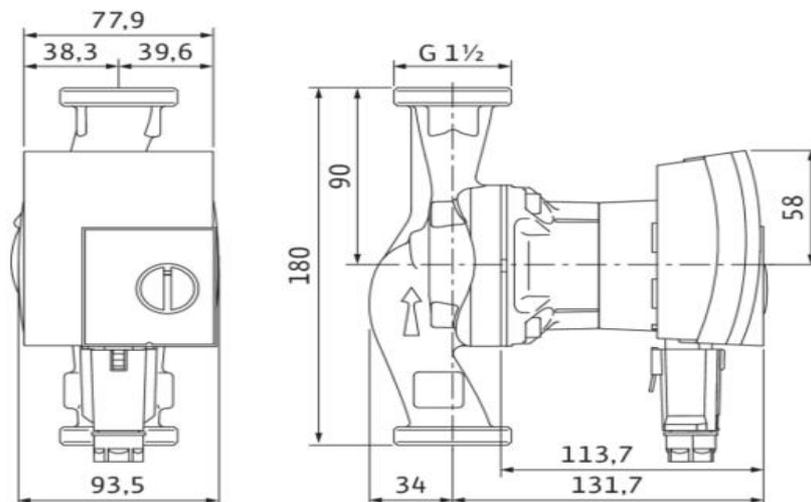
Rango de temperaturas con temperatura ambiente máx. +25 °C	-10...+110 °C
Rango de temperaturas con temperatura ambiente máx. +40 °C	-10...+95 °C
Presión de trabajo máxima admisible P_{max}	6 bar

Conexiones de tubería

Racor	Rp 1
Diámetro nominal de la brida	DN 25
Rosca	G 1½
Longitud efectiva $L0$	180 mm

Motor/componentes electrónicos

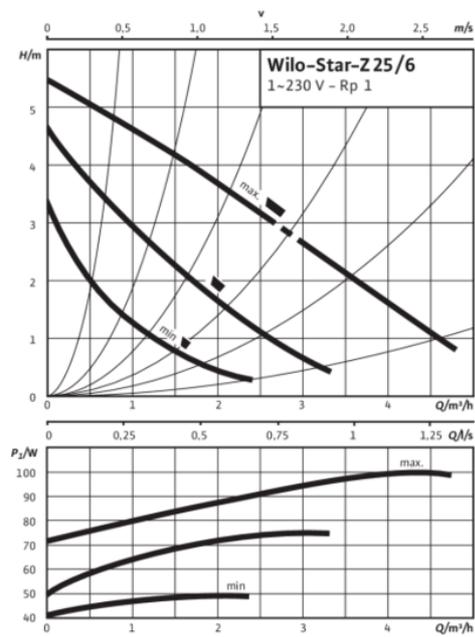
Índice de eficiencia energética (IEE)	$\leq 0,20$
Compatibilidad electromagnética	EN 61800-3
Emisión de interferencias	EN 61000-6-3
Resistencia a interferencias	EN 61000-6-2
Regulación de la velocidad	Convertidor de frecuencia
Tipo de protección	IP X2D
Clase de aislamiento	F
Alimentación eléctrica	1~230 V, 50/60 Hz
Velocidad n	1170 - 4800 rpm
Potencia nominal del motor P_2	33 W
Consumo de potencia P_1	4 - 75 W
Intensidad absorbida I	max. 0,66 A
Protección de motor	no requerida(resistente al bloqueo)
Prensaestopas Connector	11 PG

Plano de dimensiones

✓ Bomba de circulación ACS (Wilo StarZ25/6-3)



Curvas características Corriente monofásica



Fluidos admisibles (se pueden solicitar otros)

Agua potable y agua para la industria alimentaria según el Reglamento relativo al agua potable de Alemania («TrinkwV 2001»)

•

Campo de aplicación autorizado

Rango de temperaturas para aplicación en sistemas de recirculación de ACS con una temperatura ambiente máx. de +40 °C

+2 ... +65 °C

Rango de temperaturas para aplicación en sistemas de recirculación de ACS a una temperatura ambiente máx. de +40 °C en servicio de corta operación 2 h [°C] *T*

70 °C

Dureza total máx. admisible en sistemas de recirculación de ACS

3,21 mmol/l (18 °dH)

Presión de trabajo máxima admisible P_{max}

10 bar

Conexiones de tubería

Racor

Rp 1

Rosca

G 1½

Longitud efectiva L_0

180 mm

Motor/componentes electrónicos

Emisión de interferencias

EN 61000-6-3

Resistencia a interferencias

EN 61000-6-2

Tipo de protección

IP 44

Clase de aislamiento

F

Alimentación eléctrica

1~230 V, 50 Hz

Velocidad n

1200 - 2200 rpm

Consumo de potencia P_1

49 / 74 / 99 W

Intensidad absorbida I

0,22 - 0,43 A

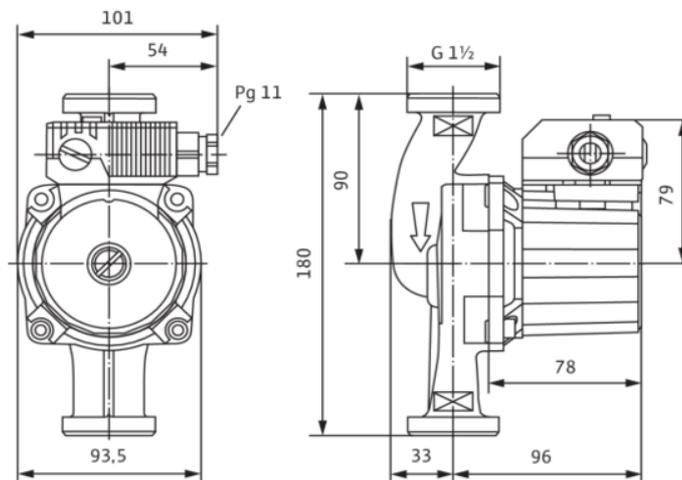
Protección de motor

no requerida(resistente al bloqueo)

Prensaestopas PG

1x11

Plano de dimensiones



IV. Anexo de viabilidad

IV.1. Viabilidad técnica

Hay espacio suficiente en la parcela anexa al local de oficinas para realizar las perforaciones que albergaran las sondas geotérmicas y para la balsa de lodos necesaria para los trabajos de perforación.

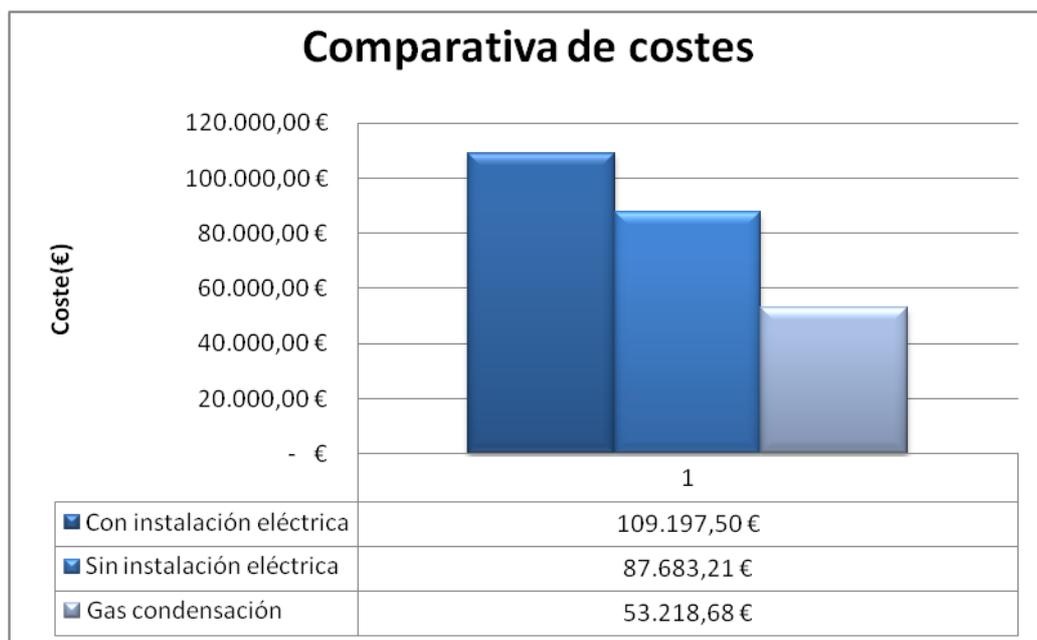
El colector de impulsión y retorno del fluido de captación vertical ira alojado en una arqueta que se colocara en el exterior de la fachada norte del local y dara directamente a la sala de maquinas.

Es posible la instalación del suelo radiante ya que el local solo dispone actualmente de la envolvente básica (solera de hormigón).

IV.2. Viabilidad económica

El coste total del sistema de climatización geotérmico sin contar el coste de la instalación eléctrica asciende a 87683,21€ para satisfacer la demanda térmica del local de oficinas, tanto de calefacción y refrigeración como de ACS.

La alternativa a este sistema de climatización seria mediante un sistema de caldera de gas de condensación. Se ha estimado que el coste de este sistema con una caldera de condensación de la marca Vaillant y aparatos de aire también de la marca Vaillant asciende a 53218,67€.



Optar por el sistema geotérmico supone un sobrecoste de 34464,53€ comparado con un sistema de caldera mural de gas de condensación y equipos de aire acondicionado tipo Split de la marca Vaillant para satisfacer las mismas necesidades.

Se ha calculado la potencia anual total consumida en kWh para poder conocer posteriormente el coste total anual de climatización y ACS. Los resultados han sido los siguientes:

Tabla IV.1.- Potencia de calefacción por meses (Enero-Junio).

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Días/mes	31	28	31	30	31	30
Horas trabajo/día	10	10	10	10	10	10
Horas trabajo/mes	300	300	300	300	300	300
ACS(kW)	3,48	3,48	3,48	3,41	3,27	3,13
Calefacción(kW)	28,46	28,46	28,46	28,46	28,46	0,00
Refrigeración(kW)	0	0	0	0	0	14,99
Necesidades(kW)	31,94	31,94	31,94	31,87	31,73	18,12
Necesidades(kWh)	319,40	319,40	319,40	318,70	317,31	181,22
Necesidades mensuales(kWh)	9582,00	9582,00	9582,00	9561,12	9519,36	5436,60

Tabla IV.2.- Potencia de calefacción por meses (Julio-Diciembre).

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	31	30	31	30	31
Horas trabajo/día	6	6	10	10	10	10
Horas trabajo/mes	180	180	300	300	300	300
ACS(kW)	3,13	3,13	3,27	3,34	3,41	3,48
Calefacción(kW)	0,00	0,00	28,46	28,46	28,46	28,46
Refrigeración(kW)	14,99	14,99	0	0	0	0
Necesidades(kW)	18,12	18,12	31,73	31,80	31,87	31,94
Necesidades(kWh)	108,73	108,73	317,31	318,01	318,70	319,40
Necesidades mensuales(kWh)	3261,96	3261,96	9519,36	9540,24	9561,12	9582,00

La demanda total para climatización y ACS es de 97989,72 kWh anual.

Se han obtenido los precios de cada uno de los suministros habituales de energía de la CNMC (Comisión nacional de los mercados y de la competencia), del ministerio de industria, comercio y turismo y de los principales comercializadores:

Tabla IV.3.- Precio de cada energía alternativa.

Electricidad	0,124	€/kWh
Butano	0,080	€/kWh
Propano	0,080	€/kWh
Gas natural	0,050	€/kWh
Gasoleo calefacción	0,052	€/kWh

Se ha aplicado un incremento del IPC anual del 2,692% basado en la media de los datos históricos proporcionados por el Ministerio de economía y competitividad.

Se han utilizado rendimientos típicos de cada uno de los principales sistemas de climatización:

Tabla IV.4.- Rendimiento de cada sistema alternativo.

Rendimientos		
Radiadores electricos		1
Caldera a gasoleo	Hierro fundido	0,91
	Chapa de acero	0,91
	Baja tª	0,93
Caldera a gas	Estándar	0,91
	Condensación	0,97
	Condensación Baja tª	1,05
Bomba de calor Vaillant VWS 300/2		5

Para obtener los gastos anuales de cada sistema se utilizara la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo total}(\text{€}) = \frac{\text{Consumo anual}(\text{kWh}) * \text{coste}(\text{€ /kWh})}{\text{Rendimiento}(\%)}$$

Se ha calculado el gasto anual de cada sistema hasta el año en el que se prevé que el sobrecoste ha quedado cubierto por el ahorro de anual.

Tabla IV.5.- Gasto anual de cada sistema (Año 0-Año 2).

Gasto anual (€)		Año 0	Año 1	Año 2	
Radiadores electricos		12.187,96 €	12.516,06 €	12.852,99 €	
Caldera a gasoleo	Hierro fundido	5.610,18 €	5.761,21 €	5.916,30 €	
	Chapa de acero	5.610,18 €	5.761,21 €	5.916,30 €	
	Baja tª	5.489,53 €	5.637,31 €	5.789,07 €	
Caldera a gas	Estándar	Butano	8.614,48 €	8.846,38 €	9.084,53 €
		Propano	8.614,48 €	8.846,38 €	9.084,53 €
		Gas natural	5.384,05 €	5.528,99 €	5.677,83 €
	Condensación	Butano	8.081,63 €	8.299,18 €	8.522,60 €
		Propano	8.081,63 €	8.299,18 €	8.522,60 €
		Gas natural	5.051,02 €	5.186,99 €	5.326,62 €
	Condensación Baja tª	Butano	7.465,88 €	7.666,87 €	7.873,26 €
		Propano	7.465,88 €	7.666,87 €	7.873,26 €
		Gas natural	4.666,18 €	4.791,79 €	4.920,79 €
Bomba de calor Vaillant VWS 300/2		2.437,59 €	2.503,21 €	2.570,60 €	

Tabla IV.6.- Gasto anual de cada sistema (Año 3-Año 5).

Gasto anual (€)		Año 3	Año 4	Año 5	
Radiadores electricos		13.199,00 €	13.554,31 €	13.919,20 €	
Caldera a gasoleo	Hierro fundido	6.075,57 €	6.239,12 €	6.407,08 €	
	Chapa de acero	6.075,57 €	6.239,12 €	6.407,08 €	
	Baja tª	5.944,91 €	6.104,94 €	6.269,29 €	
Caldera a gas	Estándar	Butano	9.329,08 €	9.580,22 €	9.838,12 €
		Propano	9.329,08 €	9.580,22 €	9.838,12 €
		Gas natural	5.830,68 €	5.987,64 €	6.148,83 €
	Condensación	Butano	8.752,03 €	8.987,63 €	9.229,58 €
		Propano	8.752,03 €	8.987,63 €	9.229,58 €
		Gas natural	5.470,02 €	5.617,27 €	5.768,49 €
	Condensación Baja tª	Butano	8.085,21 €	8.302,86 €	8.526,37 €
		Propano	8.085,21 €	8.302,86 €	8.526,37 €
		Gas natural	5.053,25 €	5.189,29 €	5.328,98 €
Bomba de calor Vaillant VWS 300/2		2.639,80 €	2.710,86 €	2.783,84 €	

Tabla IV.7.- Gasto anual de cada sistema (Año 6-Año 9).

Gasto anual (€)		Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	
Radiadores electricos		14.293,90 €	14.678,69 €	15.073,84 €	15.479,63 €	
Caldera a gasoleo	Hierro fundido	6.579,55 €	6.756,68 €	6.938,57 €	7.125,35 €	
	Chapa de acero	6.579,55 €	6.756,68 €	6.938,57 €	7.125,35 €	
	Baja tª	6.438,06 €	6.611,37 €	6.789,35 €	6.972,12 €	
Caldera a gas	Estándar	Butano	10.102,96 €	10.374,94 €	10.654,23 €	10.941,04 €
		Propano	10.102,96 €	10.374,94 €	10.654,23 €	10.941,04 €
		Gas natural	6.314,35 €	6.484,33 €	6.658,89 €	6.838,15 €
	Condensación	Butano	9.478,04 €	9.733,19 €	9.995,20 €	10.264,27 €
		Propano	9.478,04 €	9.733,19 €	9.995,20 €	10.264,27 €
		Gas natural	5.923,77 €	6.083,24 €	6.247,00 €	6.415,17 €
	Condensación Baja tª	Butano	8.755,90 €	8.991,61 €	9.233,66 €	9.482,23 €
		Propano	8.755,90 €	8.991,61 €	9.233,66 €	9.482,23 €
		Gas natural	5.472,44 €	5.619,76 €	5.771,04 €	5.926,40 €
Bomba de calor Vaillant VWS 300/2		2.858,78 €	2.935,74 €	3.014,77 €	3.095,93 €	

Tabla IV.8.- Gasto anual de cada sistema (Año 10-Año 13).

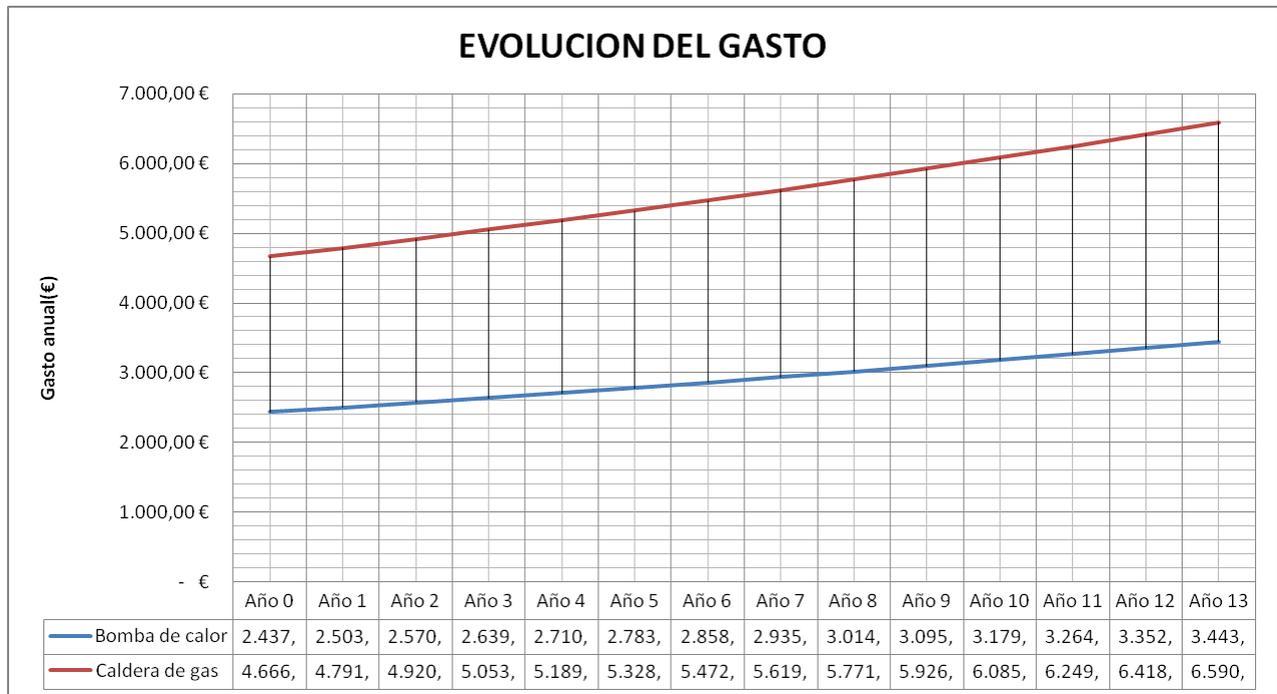
Gasto anual (€)		Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	
Radiadores electricos		15.896,34 €	16.324,27 €	16.763,72 €	17.215,00 €	
Caldera a gasoleo	Hierro fundido	7.317,17 €	7.514,15 €	7.716,43 €	7.924,15 €	
	Chapa de acero	7.317,17 €	7.514,15 €	7.716,43 €	7.924,15 €	
	Baja tª	7.159,81 €	7.352,55 €	7.550,48 €	7.753,74 €	
Caldera a gas	Estándar	Butano	11.235,57 €	11.538,03 €	11.848,64 €	12.167,60 €
		Propano	11.235,57 €	11.538,03 €	11.848,64 €	12.167,60 €
		Gas natural	7.022,23 €	7.211,27 €	7.405,40 €	7.604,75 €
	Condensación	Butano	10.540,59 €	10.824,34 €	11.115,73 €	11.414,97 €
		Propano	10.540,59 €	10.824,34 €	11.115,73 €	11.414,97 €
		Gas natural	6.587,87 €	6.765,21 €	6.947,33 €	7.134,36 €
	Condensación Baja tª	Butano	9.737,50 €	9.999,63 €	10.268,82 €	10.545,26 €
		Propano	9.737,50 €	9.999,63 €	10.268,82 €	10.545,26 €
		Gas natural	6.085,94 €	6.249,77 €	6.418,01 €	6.590,79 €
Bomba de calor Vaillant VWS 300/2		3.179,27 €	3.264,85 €	3.352,74 €	3.443,00 €	

Se puede observar que el sistema de bomba de calor es el que menos costes genera anualmente. El siguiente sistema es el de caldera de gas de condensación de baja temperatura. El ahorro anual de nuestro sistema respecto a la caldera de gas más rentable es el siguiente:

Tabla IV.9.- Ahorro anual.

Ahorro anual		Acumulado
Año 0	2.228,58 €	2.228,58 €
Año 1	2.288,58 €	4.517,16 €
Año 2	2.350,19 €	6.867,35 €
Año 3	2.413,45 €	9.280,80 €
Año 4	2.478,42 €	11.759,23 €
Año 5	2.545,14 €	14.304,37 €
Año 6	2.613,66 €	16.918,03 €
Año 7	2.684,02 €	19.602,05 €
Año 8	2.756,27 €	22.358,32 €
Año 9	2.830,47 €	25.188,79 €
Año 10	2.906,67 €	28.095,46 €
Año 11	2.984,91 €	31.080,37 €
Año 12	3.065,27 €	34.145,64 €
Año 13	3.147,79 €	37.293,43 €

Se puede observar que en el año 13 se ha cubierto el sobrecoste que supone la instalación del sistema de bomba de calor. La evolución del gasto de nuestro sistema y del sistema convencional se puede apreciar en el siguiente grafico:



DOCUMENTO 3

PLANOS

Autor: Jonatan García Villaverde

Índice de planos

1. Localización geográfica del local.....	1
2. Distribución de la planta baja.....	2
3. Distribución de la primera planta.....	3
4. Esquema de principio (calefacción).....	4
5. Esquema de principio (refrigeración).....	5
6. Situación de los pozos de captación.....	6
7. Instalación suelo radiante planta baja.....	7
8. Instalación suelo radiante primera planta.....	8
9. Detalle suelo radiante.....	9
10. Esquema unifilar.....	10

DOCUMENTO 4
PLIEGO DE CONDICIONES

Autor: Jonatan García Villaverde

Índice del pliego de condiciones

1. Pliego de condiciones generales.....	4
1.1. Permisos, certificados, leyes y ordenanzas.....	4
1.2. Definiciones.....	5
1.3. Contratación de obras a terceros.....	5
1.3.1. Aportación del contratista.....	5
1.3.2. Transferencias de trabajo por parte del contratista.....	6
1.3.4. Emplazamientos.....	6
1.3.5. Protección del lugar.....	6
1.3.6. Comienzo y terminación de los trabajos.....	7
1.3.7. Retrasos y penalizaciones.....	6
1.3.8. Rescisión del contrato.....	7
1.4. Actuaciones en caso de accidente.....	8
1.5. Accesos.....	8
1.6. Organización interna.....	8
1.7. Ingreso y formación del personal.....	9
1.8. Entrada y permanencia en la obra.....	9
1.9. Utilización de prendas especiales y equipos de protección individual.....	9
1.10. Reconocimiento de labores y actuaciones.....	10
1.11. Vigilancia del personal en casos especiales.....	10
2. Especificaciones de materiales y equipos.....	10
3. Especificaciones de ejecución.....	11
3.1. Descripción de la obra.....	11
3.2. Ejecución de los trabajos.....	11
3.2.1. Prescripciones generales.....	12
3.2.2. Operaciones.....	12
3.2.3. Diseño.....	13
3.2.4. Señalización.....	13
3.2.5. Manejo de la perforadora.....	13
3.2.6. Circulación de personal.....	14

4. Pliego de condiciones económicas	15
4.1. Prescripciones generales	15
4.2. Obras incompletas	15
4.3. Excesos de magnitud	15
4.4. Trabajos no previstos	16
4.5. Revisión de precios	16
4.6. Forma de pago	16
4.7. Formulario de oferta económica	16

1. Pliego de Condiciones generales

1.1. Permisos, Certificados, Leyes y ordenanzas

La empresa deberá procurarse todos los permisos, certificados y licencias que la Ley requiera de ella a fin de llevar a cabo el trabajo conforme con la Ley. Se cumplirán las Leyes Nacionales, Provinciales y Locales y todas las Ordenanzas y Reglamentos que afecten a la obra a realizar.

El trabajo será llevado a cabo con la máxima seguridad para el personal que lo ejecute, debiéndose cumplir escrupulosamente las Normas vigentes en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo. La Normativa aplicable es la siguiente:

- ✓ Estatuto de los trabajadores.
- ✓ Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.C's).
- ✓ Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✓ Ley de Minas
- ✓ Código Técnico de la Edificación
- ✓ Estudio de Seguridad y Salud

Cuando sea precisa la adaptación a casos concretos, de las medidas del Reglamento General de normas Básicas de Seguridad Minera y de cuantas disposiciones posteriores puedan desarrollarlo, el Director Facultativo responsable establecerá Disposiciones Internas de Seguridad que regulen la actividad interna, si no fueran necesarias las contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud.

Todas las modificaciones que se realicen, necesitarán la aprobación de los proyectos correspondientes y la autorización de la puesta en servicio, para lo que sería necesaria la certificación y homologación de ciertos materiales y equipos.

1.2. Definiciones

- Empresa: Se entenderá por "Empresa" a Promociones y Construcciones Zamora S.A., con C.I.F. A-49000000, con domicilio social en la avenida de las tres cruces nº 24.

- Contratista: Se entenderá por "Contratista" a la empresa contratada para la realización de trabajos específicos y determinados, y que, conociendo el presente Pliego de condiciones, acepte llevar a cabo las obras contratadas según las normas definidas en el Pliego y cumpliendo las cláusulas del mismo.

- Director Facultativo: Se entenderá por " Director Facultativo" a la persona encargada del control, ordenación y supervisión de todos los aspectos técnicos, estéticos, organizativos y de seguridad, salud y calidad que inciden en la ejecución de la obra.

1.3. Contratación de Obras a terceros

En los casos en los que se efectúen trabajos por un contratista ajeno a la plantilla, éstos trabajos han de ser realizados de acuerdo a las prescripciones dictadas en el presente Pliego de condiciones y cumpliendo el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y las Instrucciones Técnicas Complementarias.

El Contratista deberá obtener previamente los permisos específicos necesarios para desempeñar un trabajo determinado y específico, conforme a lo establecido con la Empresa contratante.

Los trabajos contratados deberán estar perfectamente definidos, de forma que la empresa contratada se limite a realizar las labores encomendadas, cumpliendo las prescripciones dadas en el presente Pliego de condiciones.

1.3.1. Aportación del contratista

El Contratista deberá aportar toda la mano de obra, materiales, transportes, equipos y accesorios necesarios para la realización del trabajo para el que ha sido contratado.

Los materiales, equipos y accesorios aportados, deberán cumplir con todas las especificaciones técnicas descritas en el presente Pliego en cuanto a calidad de los productos empleados se refiere.

1.3.2. Transferencias de trabajo por parte del contratista

El Contratista solo podrá transferir de forma parcial algunos trabajos a terceros, siendo necesaria la autorización, por escrito, de la empresa contratante.

La petición la realizará el Contratista por escrito, justificando de forma adecuada su propuesta al Encargado.

1.3.3. Responsabilidad sobre equipo, material y accesorios

La empresa contratante no se hará responsable de robos, sustracciones, actos de vandalismo o similares que pudieran suceder durante la realización de los trabajos contratados, estando a cargo del contratista la vigilancia adecuada de sus equipos y materiales.

1.3.4. Emplazamientos

La empresa proveerá las zonas y derechos de acceso para que el trabajo especificado con el Contratista pueda realizarse.

El Contratista no ocupará ni entrará en zonas diferentes a las señaladas por el Encargado, si no es con autorización expresa del mismo.

El Contratista permitirá en todo momento el libre acceso a los operarios y prohibirá rigurosamente la entrada a toda persona que no haya sido expresamente autorizada por el encargado con un documento escrito.

1.3.5. Protección del lugar

El Contratista estará obligado a proteger durante la duración de sus trabajos, las estructuras, caminos, conducciones e instalaciones existentes, si no se indica lo contrario.

Una vez finalizado su trabajo deberá eliminar los materiales y residuos, dejando el lugar en las un estado lo más próximo al actual, reponiendo en su caso todo lo que hubiera sido dañado.

En todo caso el Contratista será responsable de los daños a terceros que puedan derivarse de sus actuaciones.

1.3.6. Comienzo y terminación de los trabajos

El Contratista deberá iniciar los trabajos dentro de los quince días siguientes a la aceptación de su oferta por la empresa y avisará a ésta, por lo menos con cinco días de anticipación, sobre el momento exacto de su comienzo.

Se considerarán las obras terminadas una vez que el encargado haya hecho las mediciones y comprobaciones de calidad para ver si dichas obras se han realizado de acuerdo a las especificaciones técnicas dictadas en el presente Pliego.

La planificación desarrollada en el proyecto contempla un máximo de 30 días, es decir las fases de la obra se llevarán a cabo en un periodo inferior a dicha fecha.

1.3.7. Retrasos y penalizaciones

El Contratista incluirá en su oferta técnica una descripción de los trabajos a realizar y una estimación de los plazos en que han de llevarse a cabo cada una de las labores, así como la fecha tope para la duración de la totalidad de la obra.

Siempre que las causas objeto de penalización dependan de la voluntad técnica, arte y materiales del Contratista, podrán aplicarse las penalizaciones que sean convenientes.

En el caso de haber retrasos en los plazos previstos, la empresa podrá aplicar una penalización del 1 % sobre el total de la oferta por día de retraso.

1.3.8. Rescisión del contrato

Si durante la ejecución de los trabajos, la empresa decidiera rescindir el contrato, se abonarán los trabajos realizados.

Si fuese el Contratista quién rescindiera el contrato, solo serán de abono los dos tercios del valor de los trabajos realizados.

En todo caso, el Contratista deberá dejar las obras en las condiciones que le indique el Encargado.

1.4. Actuaciones en caso de Accidente

La empresa titular de la obra comunicará con la mayor urgencia a la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo o autoridad competente, cualquier accidente mortal o que haya producido lesiones calificadas graves, todo ello sin perjuicio de las notificaciones a la autoridad laboral previstas en la legislación vigente

Igualmente procederá cuando se produzca un incidente que comprometa gravemente la seguridad de los trabajos o de las instalaciones, o cuando por cualquier causa exista un peligro inminente.

También se tiene la obligación de remitir los partes normalizados, con la periodicidad que se solicite para la confección de la estadística de accidentes y enfermedades profesionales.

Los trabajos de salvamento y la ejecución de las labores necesarias para evitar nuevos peligros, se dispondrán por el Encargado dando cuenta de ello a la autoridad laboral competente.

En caso de necesidad, las autoridades provinciales o locales podrán recabar de la obra toda clase de medios en personal y material, así como los servicios de los técnicos mineros y sanitarios que se encuentren en algún punto cercano al suceso.

1.5. Accesos

No se permitirá la presencia de personas no autorizadas en las instalaciones, ni de aquellas cuya actuación comprometa la seguridad e higiene de los trabajadores o de la suya propia.

1.6. Organización interna

La empresa, en su organigrama hará figurar, al menos, la organización que prevea en orden a mantener la seguridad del personal fijando las responsabilidades y atribuciones de los distintos escalones jerárquicos y las medidas a tomar cuando circunstancias excepcionales alteren el orden normal del trabajo.

1.7. Ingreso y Formación de Personal

Solo pueden ser admitidos, como de nuevo ingreso a trabajos en la obra, las personas que, sometidas a examen médico apropiado, no padezcan enfermedad o defecto físico o psíquico que pueda suponer peligrosidad en los trabajos a desarrollar.

Toda persona que sea incorporada como trabajador, deberá ser instruida previamente sobre las normas generales de seguridad y las específicas de su puesto de trabajo.

1.8. Entrada y Permanencia en la Obra

Durante el desarrollo de los trabajos queda prohibida la entrada y permanencia de toda persona ajena a los mismos que no disponga de una autorización expresa del Encargado.

La obra deberá estar debidamente señalizada.

No se permitirá la entrada o permanencia en la obra a aquellas personas que, aún perteneciendo a la empresa, presenten síntomas de embriaguez, inconsciencia temporal, o cuya actuación sea tal que comprometa la seguridad e higiene de los trabajadores, la suya propia o la integridad de equipos e instalaciones.

1.9. Utilización de Prendas Especiales y Equipos de Protección Individual

No estará permitido el acceso ni la presencia a nadie que no lleve un casco protector.

Las personas que deban trabajar cerca de maquinaria no llevarán pelo largo suelto, ropa holgada, pañuelos para el pelo, pulseras o artículos similares que pudieran dar lugar a enganches, golpes o movimientos involuntarios.

Cuando se realicen trabajos en los que no pueda evitarse que las ropas corrientes sean empapadas de modo duradero, se proveerá a los trabajadores de ropas impermeables y botas adecuadas.

Ante un riesgo reconocido se implantará el uso obligatorio de equipos de protección individual. Cuando esto suceda, el personal estará obligado a usarlos y cuidarlos, y en su caso deberá ser instruido en su empleo. Una disposición interna de seguridad regulará el uso de esos equipos.

1.10. Reconocimiento de labores y actuaciones

Antes de comenzar los trabajos después de una parada prolongada, el Encargado o una persona competente por él designada reconocerá las zonas que puedan suponer peligro en aquellos sitios donde los obreros han de pasar o realizar su trabajo, cerciorándose de las condiciones de seguridad.

Las zonas agrietadas deberán ser señalizadas o cercadas.

Todo trabajador que haya advertido un peligro en cualquier parte que no pueda ser fácil y rápidamente subsanado por él mismo, deberá ponerlo en conocimiento del responsable de los trabajos, quién tomará medidas oportunas para poder subsanarlo y, de considerarlo conveniente, ordenará la retirada del personal afectado.

1.11. Vigilancia del personal en casos especiales

El encargado deberá ocuparse preferentemente de aquellos obreros que por su corta experiencia o por la peligrosidad de su trabajo están más expuestos al riesgo.

2. Especificaciones de Materiales y Equipos

Todo equipo o material que requiera el cumplimiento de una determinada Norma, deberá ir acompañado de los requisitos siguientes:

- ✓ Certificación de conformidad a la Norma exigida en la Instrucción Técnica Complementaria.
- ✓ El equipo o material a utilizar llevará una marca indeleble de conformidad a la Norma, junto con la identificación del fabricante, tipo y número de fabricación. La autoridad competente comprobará ese extremo en el trámite de puesta en servicio de la instalación, constatando la coincidencia de los certificados. Si la forma o tamaño del material impidieran la realización de la marca, se podrán exigir las comprobaciones que se estimen pertinentes.

3. Especificaciones de ejecución

3.1. Descripción de la obra

La obra a ejecutar es la instalación de un sistema de climatización y ACS mediante bomba de calor geotérmica. Para ello se realizarán unas perforaciones verticales de 45 m de profundidad para introducir el intercambiador vertical que será el encargado de transportar el fluido por el cual se llevará el intercambio de calor con el terreno.

Se realizarán 4 sondeos de de 45 m de profundidad cada uno dispuestos en forma de malla con una separación entre cada uno de 6 m.

3.2. Ejecución de los Trabajos

Los sondeos se harán en fases sucesivas. Estos trabajos serán realizados con maquinaria propia para este tipo de trabajos de geotermia, es decir, con perforadoras ligeras.

Las obras que comprende este proyecto, son las definidas en los Planos y en la memoria (así como en sus diferentes anexos).

Su ejecución se ajustará a las dimensiones que en ellos se señalan, a las condiciones que estipule el presente Pliego y las instrucciones complementarias.

Comprende las siguientes partes:

- ✓ La ejecución de los sondeos con un diámetro de perforación reducido de 110 mm. y de 45 m. de profundidad y el control geológico de la perforación.
- ✓ La colocación de los tubos, estarán de acuerdo con los diámetros y especificaciones contenidas en los restantes documentos del proyecto, colocados con verticalidad perfecta.
- ✓ El transporte a un vertedero de los productos procedentes de las excavaciones y demoliciones que resulten sobrantes así como de los materiales no utilizables y limpieza de la obra con transporte de ripios y detritus.
- ✓ El balizamiento de las obras durante su ejecución con señales de precaución reglamentarias, y medidas de protección en las partes peligrosas.

- ✓ La conservación de las obras durante el periodo de garantía para que se encuentre en condiciones de recibo al término de éste.

3.2.1. Prescripciones generales

Para la ejecución de las obras, se seguirán las normas vigentes durante el periodo de realización de las mismas, establecidas en el presente Pliego y las instrucciones que reciban en cada caso.

En el caso de que se contraten obras a terceros, se deberá cumplir:

- ✓ El hecho de que un trabajo se encontrara insuficientemente definido en el presente pliego no eximirá al Contratista de la obligación de realizarlo correctamente y terminarlo en su totalidad con arreglo a lo sancionado por la experiencia como buena práctica constructiva.
- ✓ El Contratista será responsable de los daños ocasionados que fueran debidos a cualquier negligencia o falsa operación por su parte y deberá, en tal caso, reparar a su costa los perjuicios que se ocasionen.
- ✓ Si el Contratista así lo solicitara, el Encargado deberá acusar recibo de las comunicaciones que aquel le dirija por escrito. Por otra parte, cuando éste de sus órdenes o instrucciones por escrito duplicado, el Contratista le devolverá copia de las mismas en que conste su "enterado"

3.2.2. Operaciones

Se tomarán las siguientes medidas:

- ✓ Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo antes de iniciarse los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.
- ✓ En el caso de haber árboles que pudieran interferir los trabajos, deberán ser talados con una motosierra.
- ✓ En los casos en los que fuera necesario eliminar maleza, se hará mediante siega y se evitará siempre recurrir al fuego.
- ✓ Se prohibirá circular o acopiar materiales cerca de la obra.
- ✓ Si es necesario, se dispondrá de un operario para señalar las maniobras.
- ✓ Se dispondrá de un operario para señalar.
- ✓ Los accesos a vías públicas se mantendrán limpios de restos de obra para evitar proyecciones, patinajes, etc.

3.2.3. Diseño

Este apartado queda definido en la Memoria del proyecto.

3.2.4. Señalización

El Encargado establecerá una disposición interna de seguridad para la señalización correspondiente, que será de obligado cumplimiento.

Se prohibirá la entrada de toda persona ajena a la obra, a menos que sea autorizado expresamente y sea informado de las normas y conductas que debe seguir.

Las señales que se establezcan deberán ser fáciles de ver e interpretar y deberán conservarse y mantenerse durante todo el tiempo que persistan las condiciones que determinaron la necesidad o conveniencia de su colocación.

3.2.5. Manejo de la perforadora

El material se conservará en correcto estado de funcionamiento y se utilizará de acuerdo con los usos para los que está previsto.

La perforadora, dispondrá de un manual de utilización del fabricante que proporcione, de manera clara y comprensible, todas las indicaciones necesarias para poder utilizarlo con seguridad. Este manual deberá poder consultarse en el lugar de trabajo y estará redactado en castellano.

- ✓ Exigencias técnicas: Deberá cumplimentar las normas o disposiciones técnicas vigentes.
- ✓ Reparaciones, revisiones y mantenimiento: Las reparaciones, mantenimientos y revisiones se realizarán siempre de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Será revisada de acuerdo al alcance y la periodicidad que fije la disposición interna de seguridad. Además, y según las condiciones de utilización, se efectuarán los controles complementarios que sean necesarios.

3.2.6. Circulación de personal

Se prohibirá el acceso a las instalaciones o zonas de trabajo a las personas que no formen parte de los propios equipos de trabajo, salvo que sean autorizados de forma expresa por el responsable. Esta prohibición se mostrará mediante carteles visibles.

La circulación del personal por las distintas zonas de trabajo se practicará por accesos seguros y fácilmente practicables.

La presencia de personal a pie de sondeos deberá ser limitada al mínimo imprescindible.

Todo personal que realice trabajos nocturnos en las proximidades de zonas de tránsito, deberá estar provisto de prendas reflectantes adecuadas.

4. Pliego de Condiciones Económicas

4.1. Prescripciones Generales

En la contratación de trabajos a terceros por parte de la empresa, cada unidad de obra realizada se medirá y abonará por volumen, superficie, longitud, peso, número, tiempo, etc., con arreglo a la definición dada, en cada caso, en el Cuadro de Precios ofertado por el Contratista. La medición se efectuará siempre sobre obra realmente ejecutada y totalmente terminada, no sobre planos, croquis o cualquier otro tipo de documento representativo.

Para que la unidad de obra medida se considere abonable, los materiales empleados en ella deberán cumplir las prescripciones técnicas contenidas en el presente Pliego y su ejecución deberá realizarse conforme a las prescripciones de ejecución.

El Contratista pondrá gratuitamente a disposición del Director Facultativo los medios de equipo y personal necesario para efectuar dichas mediciones y comprobaciones.

4.2. Obras incompletas

No será de abono ninguna unidad de obra incompleta, salvo en caso en caso de rescisión del contrato por voluntad de la empresa y no debida a manifiesta incompetencia del Contratista

4.3. Excesos de Magnitud

Tampoco serán de abono los excesos de magnitud sobre lo indicado en los planos, en el texto de este pliego de condiciones, o en las instrucciones escritas citadas por el Encargado y que el Contratista realizara por su conveniencia.

Se exceptúan los casos, en que, por considerar inevitables dichos excesos, estos hayan sido expresamente autorizados, de forma anticipada y por escrito, por el Encargado.

4.4. Trabajos no Previstos

Si a juicio del Encargado se presentara la necesidad de realizar trabajos no previsto en el Contrato, sus precios unitarios se fijarán por acuerdo entre el Contratista, acuerdo que deberá alcanzarse antes de que sean iniciados dichos trabajos.

Para la estimación de tales precios unitarios se aplicarán los correspondientes a personal, equipos y medios auxiliares contenidos en el Contrato vigente.

4.5. Revisión de Precios

No se aplicará ninguna otra revisión de precios a los contenidos en la oferta que dé lugar al Contrato ligado al presente Pliego de condiciones.

4.6. Forma de Pago

A la terminación de los trabajos objeto del presente Pliego de condiciones y una vez realizada la recepción provisional de las obras, el Contratista deberá redactar una relación valorada que comprenda la totalidad de sus prestaciones y trabajos realizados.

Dicha relación valorada será sometida, por duplicado, a la aprobación del encargado, quien, una vez aceptada, procederá a su abono en la forma estipulada.

4.7. Formulario de Oferta económica

El Contratista deberá presentar una Oferta al Encargado de todos los trabajos que se van a realizar.

El modelo de Oferta tiene tres partes que son:

- ✓ Escrito de Propuesta.
- ✓ Oferta Técnica.
- ✓ Oferta Económica.

En cualquier caso, se entenderá que:

- ✓ Las prestaciones y trabajos ofertados son completos y de primera calidad.
- ✓ El Contratista declara que ha leído detenidamente el presente Pliego de condiciones y que está de acuerdo con la totalidad de su contenido.
- ✓ El Contratista se ha personado en el terreno donde se llevarán a cabo los trabajos y lo ha inspeccionado cuidadosamente, haciéndose perfecto cargo y apreciando bajo su responsabilidad y punto de vista la naturaleza de los trabajos a realizar.
- ✓ La oferta económica contiene los precios totales a aplicar en cada caso, incluido cualquier gravamen que pueda ser de aplicación.
- ✓ No se abonará ninguna cantidad por conceptos diferentes en los contenidos en la oferta económica.

DOCUMENTO 5

ESTADO DE MEDICIONES

Autor: Jonatan García Villaverde

Índice del estado de mediciones

1. Capitulo 01: Fontanería.....	3
2. Capitulo 02: Electricidad.....	6
3. Capitulo 03: Bomba de calor geotérmica.....	9
4. Capitulo 04: Captación vertical.....	10
5. Capitulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares.....	12

1. Capítulo 01:Fontaneria

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.01.1. ACS			
P.01.1.1	Tubería de cobre de distribución de agua D=12mm.i/acc.	m.	50
P.01.1.2	Contador agua 1/2"(15mm) clase B marca Salvador Escoda modelo DN40,transmisión magnética,lectura directa,esfera seca,de 0 a 90°C,con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	1
P.01.1.3	Tubería de cobre de distribución de agua 20/22mm D=20mm.i/acc.	m.	20
P.01.1.4	Bomba circuladora para ACS marca WILO Star Z 25/6-3.	ud.	1
P.01.1.5	Valvula de retencion de laton a roscar 1/2".	ud.	1
P.01.1.6	Toma de agua de 1/2" calidad media.	ud.	1
P.01.1.7	V.bola hierro/inox brid .PN-16-15 1/2".	ud.	2
P.01.1.8	Union en T ramas reducidas modelo Ekoplastic 20x12x20 con todos los elementos para su correcta instalacion.	ud.	5
P.01.1.9	Llave de paso D:20 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	2
P.01.1.10	Llave de paso D:20 mm a empotrar.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	1
P.01.1.11	Llave de paso D:12 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	8
P.01.1.12	Llave de paso D:12 mm a empotrar.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	2

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.01.2. Aparatos sanitarios			
P.01.2.1	Lavamanos 45x34cm./fij.color	ud.	2
P.01.2.2	Sifón para lavamanos marca Jimten modelo S-66.	ud.	2
P.01.2.3	Grifo de repisa serie alta cromado	ud.	2
P.01.2.4	Taza P/fluxor normal col.Victoria	ud.	2
P.01.2.5	Freg.doméstico.ac.120x60 1 seno+esc.	ud.	1
P.01.2.6	Sifón para fregadero marca Jimten modelo S-83	ud.	1
P.01.3. Agua fría			
P.01.3.1	Tubería de cobre de distribución de agua D=12mm.i/acc.	m.	100
P.01.3.2	Tubería de cobre de distribución de agua 20/22mm D=20mm.i/acc.	m.	40
P.01.3.3	Union en T ramas reducidas modelo Ekoplastic 20x12x20 con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	8
P.01.3.4	Llave de paso D:20 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	2
P.01.3.5	Llave de paso D:12 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	8
P.01.3.6	V.bola hierro/inox brid .PN-16-15 1/2".	ud.	3
P.01.3.7	Contador agua 1/2"(15mm) clase B marca Salvador Escoda modelo DN40,transmisión magnética,lectura directa,esfera seca,de 0 a 90°C,con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	1
P.01.3.8	Valvula de retencion de laton a roscar 1/2".	ud.	1

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.01.4. Suelo radiante			
P.01.4.1	Panel multidireccional de 25mm espesor, 75mm de paso, densidad 30 Kg/m ³ y R=0,75m ² K/W.	ud.	264
P.01.4.2	Tubo de polietileno reticulado conforme al método de Peróxido de alta densidad, con total uniformidad de reticulación en su estructura molecular tridimensional. Posee una barrera antioxígeno que evita el aporte de oxígeno al caudal de agua.	m.	2500
P.01.4.3	Colector (1" - 6 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	1
P.01.4.4	Colector (1" - 11 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	1
P.01.4.5	Colector (1" - 12 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	1
P.01.4.6	Accesorio PEX M24*1,5 Ø 16*1,8.	ud.	29
P.01.4.7	Banda Perimetral de espuma de polietileno cuya función es absorber las dilataciones que sufre el mortero al calentarse. Lleva un film de polietileno para evitar la filtración de mortero entre el panel aislante y la banda perimetral.	m.	250
P.01.4.8	Codo guía para tubo de Ø 16.	ud.	58
P.01.4.9	Clip plástico de fijación para panel con tetones.	ud.	100
P.01.4.10	Bomba de circulación de suelo radiante marca WILO modelo Yonos Pico regulable.	ud.	1
P.01.4.11	Vaso de expansión marca POTERMIC modelo Ultravarem LSUS20046C de 200 litros de capacidad.	ud.	1
P.01.4.12	Depósito de inercia y acumulación de ACS marca ROTH modelo Quadroline TQ-T con una capacidad de 500 litros.	ud.	1
P.01.5. Mano de obra fontanería			
P.01.5.1	Oficial fontanería de 1ª	h	72
P.01.5.2	Oficial fontanería de 2ª	h	120

2. Capítulo 02: Electricidad

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.02.1. Acometida			
P.02.1.1	Cable conductor en Aluminio 4x1x50 con aislamiento XLPE	m.	7
P.02.1.2	Tubo de protección de PVC corrug.forrado M110/gp7 de 110 mm de diametro.	m.	7
P.02.2. Derivación individual			
P.02.2.1	Cable conductor tripolar de cobre 3x10+10mm ² con aislamiento XLPE.	m.	25
P.02.2.2	Tubo de protección de PVC refor.abocar M63/gp7 de 63 mm de diametro.	m.	25
P.02.3 Circuitos individuales			
P.02.3.1	Cable conductor de cobre 2,5+2,5+T2,5	m.	182
P.02.3.2	Cable conductor de cobre 4+4+T2,5	m.	50
P.02.3.3	Cable conductor de cobre 6+6+T2,5	m.	120
P.02.3.4	Cable conductor de cobre 3x2,5+T2,5	m.	12
P.02.3.5	Tubo de protección de acero roscado p pg.M 20 de 20 mm de diametro	m.	284
P.02.3.6	Tubo de protección de acero enchufable pg.M 25 de 25 mm de diametro	m.	80

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.02.4. Dispositivos de mando y protección			
P.02.4.1	Caja para maxímetro (4p), s>10	ud.	1
P.02.4.2	Arm.puerta trasp.12 mod.	ud.	1
P.02.4.3	Interruptor general automatico marca SCHNEIDER IC60N 50A2P .	ud.	1
P.02.4.4	Interruptor diferencial 2P 30mA marca SCNEIDER para la protección de contactos indirectos y disparos intempestivos de hasta 250A.	ud.	3
P.02.4.5	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 2A.	ud.	4
P.02.4.6	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 4A.	ud.	3
P.02.4.7	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 10A.	ud.	1
P.02.4.8	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 20A.	ud.	2
P.02.4.9	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 25A.	ud.	2
P.02.5. Toma de tierra			
P.02.5.1	Electrodo(pica) de toma de tierra de 2m de longitud.	ud.	8
P.02.6. Iluminación			
P.02.6.1	Foco LED empotrado 9W(3x3W) marca SIMON	ud.	17
P.02.6.2	Foco LED simple 9W marca SIMON	ud.	5
P.02.6.3	Foco LED cuadrado empotrado marca SIMON	ud.	1
P.02.6.4	Parrilla de focos LED de 18W(6x3W) marca SIMON	ud.	2
P.02.6.5	Plafón LED cuadrado de 25W marca SIMON	ud.	15
P.02.6.6	Foco mural de 9W(3x3W) marca SIMON	ud.	1

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.02.7. Iluminación y servicios de emergencia			
P.02.7.1	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Argos M N1.	ud.	8
P.02.7.2	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Argos M N2 TCA.	ud.	3
P.02.7.3	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo lisu 2P(RT1300).	ud.	1
P.02.7.4	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Luna N2.	ud.	8
P.02.7.5	Grupo electrogeno diesel marca KAISER 25Kva con una potencia máxima de 26,5KW, refrigerado por agua con radiador y arranque eléctrico de 12V.Frecuencia de 50 Hz, autoexcitado sin necesidad de escobillas.	ud.	1
P.02.8.Mano de obra electricidad e iluminación			
P.02.8.1	Oficial electricista de 1ª	h	30
P.02.8.2	Oficial electricista de 2ª	h	60

3. Capítulo 03: Bomba de calor geotérmica

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.03.1.Bomba de calor			
P.03.1.1	Bomba de calor reversible interior marca VAILLANT modelo Geotherm VWS 300/2.Suministro eléctrico trifásico.Temperaturas de ida hasta 62 °C para renovación. Contador de calorías integrado de serie para obtener la capacidad volumétrica conforme a MAP. aislamiento multisonido de varias etapas (MSI). Circuito de refrigeración controlado por sensores.Sonda de temperatura exterior, del acumulador intermedio, de ida y del acumulador de agua caliente.	ud.	1
P.03.1.2	Tubería de polietileno 100mm para conexión de la bomba de calor con el sistema de captación geotérmica.Fabricada en polietileno de alta densidad.	m.	10
P.03.1.3	Válvula de 3 vías de 3"	ud.	1
P.03.1.4	Válvula de esfera 2 1/2"	ud.	1
P.03.1.5	Válvula de seguridad 1 1/2"	ud.	1
P.03.2.Mano de obra climatización			
P.03.2.1	Oficial de climatización de 1ª	h	12
P.03.2.2	Oficial de climatización de 2ª	h	30

4. Capítulo 04: Captación vertical

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.04.1. Perforación y relleno			
P.04.1.1	Perforación a rotación con circulación directa de lodos.Cabeza de perforación de tipo Trialeta y tricono con un diametro total de 110mm.Se incluye la colocación de la sonda geotérmica mediante aparato Slangman.Incluye alquiler de maquinaria de perforación.	m.	180
P.04.1.2	Geocompuesto de Bentonita de sodio natural tipo Bentomat conformado por geotextil tejido (130gr/m ²), geotextil no tejido(200gr/m ²)y bentonita (minimo 5 kg/m ²) unidos por medio de agujado colocado para impermeabilizar.	m ³	2,708
P.04.1.3	Relleno de arena.Material granular sin clasificar con IP=0 en rellenos de trasdos,de espesor mínimo 1mm ,compactado al 95% del proctor.Incluye alquiler de rodillo vibrante manual tandem de 800 kg,alquiler de retrocargadora con neumaticos y transporte de zahorra.	m ³	4,062

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.04.2. Elementos del sistema de captacion			
P.04.2.1	Bomba de circulación de alta potencia marca WILO modelo BM 50/215-3/4 con altura de impulsión mínima de 50 metros.Instalación completa.	ud.	1
P.04.2.2	Sonda de intercambio de polietileno marca UPONOR tipo Pex-a en doble U con un diámetro de 32mm.Instalación completa.	m.	720
P.04.2.3	Valvula de seguridad 1 1/2".Instalación completa.	ud.	2
P.04.2.4	Uponor Geo Arqueta 1000 PLUS*.Arqueta PEAD cuerpo DN1000 totalmente terminada con tomas de distribución a circuitos geotérmicos y conexiones de ida y retorno a bomba de calor.Equipamiento interno: colectores impulsión y retorno PEAD con válvulas de equilibrado y de corte.Incluye válvulas de equilibrado hidráulico en el colector de retorno y válvulas de bola en el colector de impulsión.Conexion en 63-90mm a bomba de calor geotérmica y salidas en 32mm hacia colectores geotérmicos.Presión maxima 6 bar.Incluye cuello de arqueta extendido para cortar a medida de la solera y tapa resistente al paso de vehiculos de hasta 40 toneladas..Instalación completa.	ud.	1
CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.04.3. Balsa de lodos			
P.04.3.1	Excavación de balsa de lodos,relleno y compactado con Zahorra.	m ³	40,62
P.04.4.Mano de obra captación vertical			
P.04.4.1	Oficial perforista.	h	55
P.04.4.2	Peón ordianrio.	h	45
P.04.4.3	Capataz.	h	14

5. Capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.05.1. Protecciones individuales			
P.05.1.1	Casco de seguridad con desudador homologado CE	ud.	10
P.05.1.2	Cinturón de seguridad clase A de sujeción con cuerda regulable de 1,8 m provisto de guardacabos y 2 mosquetones con homologación CE	ud.	2
P.05.1.3	Mono de trabajo con homologación CE	ud.	10
P.05.1.4	Mandil de soldador de grado A 60x90 cm y homologación CE	ud.	2
P.05.1.5	Par de guantes de soldador con serraje forrado ignifugo de 34cm de largo y homologación CE.	ud.	2
P.05.1.6	Par de polainas de soldador con serraje grado A y homologación CE.	ud.	2
P.05.1.7	Careta de soldador con fijación de cabeza y homologación CE	ud.	2
P.05.1.8	Protectores auditivos versátiles de tipo orejera y con homologación CE.	ud.	10
P.05.1.9	Respirador buconasal doble de silicona y con homologación CE.	ud.	10
P.05.1.10	Par de guantes lona serraje de tipo americano y con homologación CE.	ud.	10
P.05.1.11	Par de botas de agua con homologación CE	ud.	10
P.05.1.12	Par de botas de seguridad con puntera metálica y homologación CE.	ud.	10
P.05.1.13	Gafas antipolvo incoloras y con homologación CE.	ud.	10

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.05.2. Protecciones colectivas			
P.05.2.1	Cartel indicativo de seguridad de 1,2x0,9 m sin soporte metalico.	ud.	1
P.05.2.2	Extintor de Polvo Químico ABC de 9 kg, Completo, pintado en color rojo RAL-3000. Incluye válvula de disparo rápido, manguera, soporte mural, manómetro y base de plástico. Fabricado segun EN-3/96. Homologado y Certificado por ECA.	ud.	2
P.05.3. Instalaciones auxiliares de obra			
P.05.3.1	Caseta de obra de chapa lacada en blanco, marco de aluminio y una puerta de entrada. Superficie total de 11,52m ² .	ud.	1
P.05.3.2	Taquilla metálica individual con llave de 1,8 m de altura.	ud.	2
P.05.3.3	Caseta de obra sanitaria compuesta por un inodoro, una pileta y un espejo. Envoltente de chapa lacada en blanco y marco de aluminio. Superficie de 1,28m ² .	ud.	1
P.05.3.4	Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos.	ud.	1
P.05.3.5	Depósito de desechos con capacidad total de 350 litros de acero y dispuesto con ruedas para transporte. Colocado.	ud.	1

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD
P.05.4. Primeros auxilios y formación en seguridad			
P.05.4.1	Reconocimiento médico obligatorio del personal de obra.	ud.	10
P.05.4.2	Botiquín de obra.	ud.	1
P.05.4.3	Formación en seguridad e higiene en el trabajo de una hora de duración realizada por un técnico especialista en seguridad e higiene.	ud.	1
P.05.4.4	Comité de seguridad formado por un técnico especialista en seguridad e higiene en el trabajo, dos trabajadores con categoría mínima de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría mínima de oficial de 1ª. Reunión de una hora semanal mínimo.	ud.	1

DOCUMENTO 6

PRESUPUESTO

Autor: Jonatan García Villaverde

Índice del Presupuesto

1. Precios unitarios	3
1.1. Capítulo 01: Fontanería	3
1.2. Capítulo 02: Electricidad	6
1.3. Capítulo 03: Bomba de calor geotérmica	9
1.4. Capítulo 04: Captación vertical	10
1.5. Capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares	12
2. Presupuesto final por capítulos	15
2.1. Capítulo 01: Fontanería	15
2.2. Capítulo 02: Electricidad	18
2.3. Capítulo 03: Bomba de calor geotérmica	21
2.4. Capítulo 04: Captación vertical	22
2.5. Capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares	24
3. Resumen del presupuesto	27

1. Precios unitarios

1.1. Capítulo 01: Fontanería

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.01.1. ACS			
P.01.1.1	Tubería de cobre de distribución de agua D=12mm.i/acc.	m.	1,20
P.01.1.2	Contador agua 1/2"(15mm) clase B marca Salvador Escoda modelo DN40,transmisión magnética,lectura directa,esfera seca,de 0 a 90°C,con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	25,80
P.01.1.3	Tubería de cobre de distribución de agua 20/22mm D=20mm.i/acc.	m.	2,30
P.01.1.4	Bomba circuladora para ACS marca WILO Star Z 25/6-3.	ud.	985,00
P.01.1.5	Válvula de retención de latón a roscar 1/2".	ud.	4,01
P.01.1.6	Toma de agua de 1/2" calidad media.	ud.	3,65
P.01.1.7	V.bola hierro/inox brid .PN-16-15 1/2".	ud.	69,18
P.01.1.8	Unión en T ramas reducidas modelo Ekoplastic 20x12x20 con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	12,29
P.01.1.9	Llave de paso D:20 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	27,70
P.01.1.10	Llave de paso D:20 mm a empotrar.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	18,20
P.01.1.11	Llave de paso D:12 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	15,30
P.01.1.12	Llave de paso D:12 mm a empotrar.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	16,80

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.01.2. Aparatos sanitarios			
P.01.2.1	Lavamanos 45x34cm./fij.color	ud.	58,30
P.01.2.2	Sifón para lavamanos marca Jimten modelo S-66.	ud.	10,76
P.01.2.3	Grifo de repisa serie alta cromado	ud.	25,15
P.01.2.4	Taza P/fluxor normal col.Victoria	ud.	93,24
P.01.2.5	Freg.doméstico.ac.120x60 1 seno+esc.	ud.	125,30
P.01.2.6	Sifón para fregadero marca Jimten modelo S-83	ud.	12,76
P.01.3. Agua fría			
P.01.3.1	Tubería de cobre de distribución de agua D=12mm.i/acc.	m	1,20
P.01.3.2	Tubería de cobre de distribución de agua 20/22mm D=20mm.i/acc.	m	2,30
P.01.3.3	Unión en T ramas reducidas modelo Ekoplastic 20x12x20 con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	12,29
P.01.3.4	Llave de paso D:20 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	27,70
P.01.3.5	Llave de paso D:12 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	15,30
P.01.3.6	V.bola hierro/inox brid .PN-16-15 1/2".	ud.	69,18
P.01.3.7	Contador agua 1/2"(15mm) clase B marca Salvador Escoda modelo DN40,transmisión magnética,lectura directa,esfera seca,de 0 a 90°C,con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	25,80
P.01.3.8	Valvula de retencion de laton a roscar 1/2".	ud.	4,01

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.01.4. Suelo radiante			
P.01.4.1	Panel multidireccional de 25mm espesor, 75mm de paso, densidad 30 Kg/m ³ y R=0,75m ² K/W.	ud.	11,80
P.01.4.2	Tubo de polietileno reticulado conforme al método de Peróxido de alta densidad, con total uniformidad de reticulación en su estructura molecular tridimensional. Posee una barrera antioxígeno que evita el aporte de oxígeno al caudal de agua.	m	1,42
P.01.4.3	Colector (1" - 6 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	405,13
P.01.4.4	Colector (1" - 11 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	628,00
P.01.4.5	Colector (1" - 12 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	669,17
P.01.4.6	Accesorio PEX M24*1,5 Ø 16*1,8.	ud.	4,20
P.01.4.7	Banda Perimetral de espuma de polietileno cuya función es absorber las dilataciones que sufre el mortero al calentarse. Lleva un film de polietileno para evitar la filtración de mortero entre el panel aislante y la banda perimetral.	m	1,30
P.01.4.8	Codo guía para tubo de Ø 16.	ud.	1,71
P.01.4.9	Clip plástico de fijación para panel con tetones.	ud.	0,43
P.01.4.10	Bomba de circulación de suelo radiante marca WILO modelo Yonos Pico regulable.	ud.	289,00
P.01.4.11	Vaso de expansión marca POTERMIC modelo Ultravarem LSUS20046C de 200 litros de capacidad.	ud.	569,50
P.01.4.12	Depósito de inercia y acumulación de ACS marca ROTH modelo Quadroline TQ-T con una capacidad de 500 litros.	ud.	1435,00
P.01.5 Mano de obra fontanería			
P.01.5.1	Oficial fontanería de 1ª	h	18,00
P.01.5.2	Oficial fontanería de 2ª	h	16,00

1.2. Capítulo 02: Electricidad

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.02.1. Acometida			
P.02.1.1	Cable conductor en Aluminio 4x1x50 con aislamiento XLPE	m	28,34
P.02.1.2	Tubo de protección de PVC corrug.forrado M110/gp7 de 110 mm de diametro.	m	2,30
P.02.2. Derivación individual			
P.02.2.1	Cable conductor tripolar de cobre 3x10+10mm ² con aislamiento XLPE.	m	14,34
P.02.2.2	Tubo de protección de PVC refor.abocar M63/gp7 de 63 mm de diametro.	m	14,34
P.02.3 Circuitos individuales			
P.02.3.1	Cable conductor de cobre 2,5+2,5+T2,5	m	11,49
P.02.3.2	Cable conductor de cobre 4+4+T2,5	m	12,02
P.02.3.3	Cable conductor de cobre 6+6+T2,5	m	13,56
P.02.3.4	Cable conductor de cobre 3x2,5+T2,5	m	25,30
P.02.3.5	Tubo de protección de acero roscado p pg.M 20 de 20 mm de diametro	m	2,34
P.02.3.6	Tubo de protección de acero enchufable pg.M 25 de 25 mm de diametro	m	2,40

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.02.4. Dispositivos de mando y protección			
P.02.4.1	Caja para máxímetro (4p), s>10	ud.	10,35
P.02.4.2	Arm.puerta trasp.12 mod.	ud.	30,69
P.02.4.3	Interruptor general automático marca SCHNEIDER IC60N 50A2P .	ud.	46,58
P.02.4.4	Interruptor diferencial 2P 30mA marca SCNEIDER para la protección de contactos indirectos y disparos intempestivos de hasta 250A.	ud.	22,90
P.02.4.5	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 2A.	ud.	2,66
P.02.4.6	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 4A.	ud.	2,66
P.02.4.7	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 10A.	ud.	2,66
P.02.4.8	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 20A.	ud.	2,66
P.02.4.9	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 25A.	ud.	2,66
P.02.5. Toma de tierra			
P.02.5.1	Electrodo(pica) de toma de tierra de 2m de longitud.	ud.	12,65
P.02.6. Iluminación			
P.02.6.1	Foco LED empotrado 9W(3x3W) marca SIMON	ud.	15,24
P.02.6.2	Foco LED simple 9W marca SIMON	ud.	15,24
P.02.6.3	Foco LED cuadrado empotrado 9W marca SIMON	ud.	15,24
P.02.6.4	Parrilla de focos LED de 18W(6x3W) marca SIMON	ud.	25,60
P.02.6.5	Plafón LED cuadrado de 25W marca SIMON	ud.	29,95
P.02.6.6	Foco mural de 9W(3x3W) marca SIMON	ud.	16,50

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.02.7. Iluminación y servicios de emergencia			
P.02.7.1	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Argos M N1.	ud.	46,92
P.02.7.2	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Argos M N2 TCA.	ud.	57,42
P.02.7.3	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo lisu 2P(RT1300).	ud.	44,47
P.02.7.4	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Luna N2.	ud.	56,54
P.02.7.5	Grupo electrógeno diesel marca KAISER 25Kva con una potencia máxima de 26,5KW, refrigerado por agua con radiador y arranque eléctrico de 12V.Frecuencia de 50 Hz, autoexcitado sin necesidad de escobillas.	ud.	4829,18
P.02.8. Mano de obra electricidad			
P.02.8.1	Oficial electricista de 1ª	h	18,00
P.02.8.2	Oficial electricista de 2ª	h	16,00

1.3. Capítulo 03: Bomba de calor geotérmica

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.03.1. Bomba de calor			
P.03.1.1	Bomba de calor reversible interior marca VAILLANT modelo Geotherm VWS 300/2. Suministro eléctrico trifásico. Temperaturas de ida hasta 62 °C para renovación. Contador de calorías integrado de serie para obtener la capacidad volumétrica conforme a MAP. Aislamiento multisonido de varias etapas (MSI). Circuito de refrigeración controlado por sensores. Sonda de temperatura exterior, del acumulador intermedio, de ida y del acumulador de agua caliente. Incluye instalación completa.	ud.	14450
P.03.1.2	Tubería de polietileno 100mm para conexión de la bomba de calor con el sistema de captación geotérmica. Fabricada en polietileno de alta densidad. Instalación completa.	m	55,6
P.03.1.3	Válvula de 3 vías de 3". Instalación completa.	ud.	55,12
P.03.1.4	Válvula de esfera 2 1/2". Instalación completa.	ud.	72,6
P.03.1.5	Válvula de seguridad 1 1/2". Instalación completa.	ud.	98,56
P.03.2. Mano de obra climatización			
P.03.2.1	Oficial de climatización de 1ª	h	18,00
P.03.2.2	Oficial de climatización de 2ª	h	16,00

1.4. Capítulo 04: Captación vertical

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO€)
P.04.1. Perforación y relleno			
P.04.1.1	Perforación a rotación con circulación directa de lodos.Cabeza de perforación de tipo Trialeta y tricono con un diámetro total de 110mm.Se incluye la colocación de la sonda geotérmica mediante aparato Slangman.Incluye alquiler de maquinaria de perforación.	m	50,28
P.04.1.2	Geocompuesto de Bentonita de sodio natural tipo Bentomat conformado por geotextil tejido (130gr/m ²), geotextil no tejido(200gr/m ²)y bentonita (mínimo 5 kg/m ²) unidos por medio de agujado colocado para impermeabilizar.	m ³	305,70
P.04.1.3	Relleno de arena.Material granular sin clasificar con IP=0 en rellenos de trasdos,de espesor mínimo 1mm ,compactado al 95% del proctor.Incluye alquiler de rodillo vibrante manual tandem de 800 kg,alquiler de retrocargadora con neumáticos y transporte de zahorra.	m ³	150,28

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO€)
P.04.2. Elementos del sistema de captación			
P.04.2.1	Bomba de circulación de alta potencia marca WILO modelo BM 50/215-3/4 con altura de impulsión mínima de 50 metros.Incluye instalación completa.	ud.	1373,00
P.04.2.2	Sonda de intercambio de polietileno marca UPONOR tipo Pex-a en doble U con un diámetro de 32mm.Incluye Instalación completa.	m	10,81
P.04.2.3	Valvula de seguridad 1 1/2".Instalación completa.	ud.	98,56
P.04.2.4	Uponor Geo Arqueta1000 PLUS* Arqueta PEAD cuerpo DN1000 totalmente terminada con tomas de distribución a circuitos geotérmicos y conexiones de ida y retorno a bomba de calor. Equipamiento interior: colectores PEAD de ida y retorno con válvulas de bola montadas en impulsión y válvulas de equilibrado en el retorno de cada toma. Incluye cuello de arqueta extendido para cortar a medida de la solera y tapa resistente al paso de vehículos de hasta 40 toneladas.Instalación completa.	ud.	3493,00
P.04.3. Balsa de lodos			
P.04.3.1	Excavación de balsa de lodos,relleno y compactado con Zahorra.Incluye alquiler de maquina retroexcavadora y mano de obra.	m ³	15,13
P.04.4.Mano de obra captación vertical			
P.04.4.1	Oficial perforista.	h	18,00
P.04.4.2	Peón ordianario.	h	14,55
P.04.4.3	Capataz.	h	22,00

1.5. Capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.05.1. Protecciones individuales			
P.05.1.1	Casco de seguridad con desudador homologado CE	ud.	2,03
P.05.1.2	Cinturón de seguridad clase A de sujeción con cuerda regulable de 1,8 m provisto de guardacabos y 2 mosquetones con homologación CE	ud.	28,70
P.05.1.3	Mono de trabajo con homologación CE	ud.	12,50
P.05.1.4	Mandil de soldador de grado A 60x90 cm y homologación CE	ud.	15,45
P.05.1.5	Par de guantes de soldador con serraje forrado ignifugo de 34cm de largo y homologación CE.	ud.	7,60
P.05.1.6	Par de polainas de soldador con serraje grado A y homologación CE.	ud.	11,63
P.05.1.7	Careta de soldador con fijación de cabeza y homologación CE	ud.	14,33
P.05.1.8	Protectores auditivos versátiles de tipo orejera y con homologación CE.	ud.	12,60
P.05.1.9	Respirador buconasal doble de silicona y con homologación CE.	ud.	11,30
P.05.1.10	Par de guantes lona serraje de tipo americano y con homologación CE.	ud.	3,05
P.05.1.11	Par de botas de agua con homologación CE	ud.	20,70
P.05.1.12	Par de botas de seguridad con puntera metálica y homologación CE.	ud.	30,57
P.05.1.13	Gafas antipolvo incoloras y con homologación CE.	ud.	2,50

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.05.2. Protecciones colectivas			
P.05.2.1	Cartel indicativo de seguridad de 1,2x0,9 m sin soporte metálico.	ud.	9,20
P.05.2.2	Extintor de polvo químico ABC de 9 kg, Completo, pintado en color rojo RAL-3000. Incluye válvula de disparo rápido, manguera, soporte mural, manómetro y base de plástico. Fabricado según EN-3/96. Homologado y Certificado por ECA.	ud.	33,88
P.05.3. Instalaciones auxiliares de obra			
P.05.3.1	Caseta de obra de chapa lacada en blanco, marco de aluminio y una puerta de entrada. Superficie total de 11,52m ² .	ud.	550,00
P.05.3.2	Taquilla metálica individual con llave de 1,8 m de altura.	ud.	260,35
P.05.3.3	Caseta de obra sanitaria compuesta por un inodoro, una pileta y un espejo. Envoltorio de chapa lacada en blanco y marco de aluminio. Superficie de 1,28m ² .	ud.	305,25
P.05.3.4	Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos.	ud.	212,33
P.05.3.5	Depósito de desechos con capacidad total de 350 litros de acero y dispuesto con ruedas para transporte. Colocado.	ud.	125,30

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	PRECIO(€)
P.05.4. Primeros auxilios y formación en seguridad			
P.05.4.1	Reconocimiento médico obligatorio del personal de obra.	ud.	51,00
P.05.4.2	Botiquín de obra.	ud.	23,81
P.05.4.3	Formación en seguridad e higiene en el trabajo de una hora de duración realizada por un técnico especialista en seguridad e higiene.	ud.	279,63
P.05.4.4	Comité de seguridad formado por un técnico especialista en seguridad e higiene en el trabajo, dos trabajadores con categoría mínima de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría mínima de oficial de 1ª. Reunión de una hora semanal mínimo.	ud.	90,60

2. Presupuesto final por capítulos

2.1. Capítulo 01: Fontanería

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.01.1. ACS					
P.01.1.1	Tubería de cobre de distribución de agua D=12mm.i/acc.	m	50	1,20	60
P.01.1.2	Contador agua 1/2"(15mm) clase B marca Salvador Escoda modelo DN40,transmisión magnética,lectura directa,esfera seca,de 0 a 90°C,con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	1	25,80	25,8
P.01.1.3	Tubería de cobre de distribución de agua 20/22mm D=20mm.i/acc.	m	20	2,30	46
P.01.1.4	Bomba circuladora para ACS marca WILO Star Z 25/6-3.	ud.	1	985,00	985
P.01.1.5	Válvula de retención de latón a rosca 1/2".	ud.	1	4,01	4,01
P.01.1.6	Toma de agua de 1/2" calidad media.	ud.	1	3,65	3,65
P.01.1.7	V.bola hierro/inox brid .PN-16-15 1/2".	ud.	2	69,18	138,36
P.01.1.8	Unión en T ramas reducidas modelo Ekoplastic 20x12x20 con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	5	12,29	61,45
P.01.1.9	Llave de paso D:20 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	2	27,70	55,4
P.01.1.10	Llave de paso D:20 mm a empotrar.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	1	18,20	18,2
P.01.1.11	Llave de paso D:12 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	8	15,30	122,4
P.01.1.12	Llave de paso D:12 mm a empotrar.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	2	16,80	33,6

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.01.2. Aparatos sanitarios					
P.01.2.1	Lavamanos 45x34cm./fij.color	ud.	2	58,30	116,6
P.01.2.2	Sifón para lavamanos marca Jimten modelo S-66.	ud.	2	10,76	21,52
P.01.2.3	Grifo de repisa serie alta cromado	ud.	2	25,15	50,3
P.01.2.4	Taza P/fluxor normal col.Victoria	ud.	2	93,24	186,48
P.01.2.5	Freg.doméstico.ac.120x60 1 seno+esc.	ud.	1	125,30	125,3
P.01.2.6	Sifón para fregadero marca Jimten modelo S-83	ud.	1	12,76	12,76
P.01.3. Agua fría					
P.01.3.1	Tubería de cobre de distribución de agua D=12mm.i/acc.	m	100	1,20	1,20
P.01.3.2	Tubería de cobre de distribución de agua 20/22mm D=20mm.i/acc.	m	40	2,30	92
P.01.3.3	Unión en T ramas reducidas modelo Ekoplastic 20x12x20 con todos los elementos para su correcta instalacion.	ud.	8	12,29	98,32
P.01.3.4	Llave de paso D:20 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 20x20 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	2	27,70	55,4
P.01.3.5	Llave de paso D:12 mm de palanca.Suministro e instalación de llave de corte para empotrar dimensión 12x12 marca Salvador Escoda con todos los componentes para su correcta instalación.	ud.	8	15,30	122,4
P.01.3.6	V.bola hierro/inox brid .PN-16-15 1/2".	ud.	3	69,18	207,54
P.01.3.7	Contador agua 1/2"(15mm) clase B marca Salvador Escoda modelo DN40,transmisión magnética,lectura directa,esfera seca,de 0 a 90°C,con todos los elementos para su correcta instalación.	ud.	1	25,80	25,8
P.01.3.8	Válvula de retención de latón a roscar 1/2".	ud.	1	4,01	4,01

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.01.4. Suelo radiante					
P.01.4.1	Panel multidireccional de 25mm espesor, 75mm de paso, densidad 30 Kg/m ³ y R=0,75m ² K/W.	ud.	264	11,80	3115,2
P.01.4.2	Tubo de polietileno reticulado conforme al método de Peróxido de alta densidad, con total uniformidad de reticulación en su estructura molecular tridimensional. Posee una barrera antioxidante que evita el aporte de oxígeno al caudal de agua.	m	2500	1,42	3550
P.01.4.3	Colector (1" - 6 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	1	405,13	405,13
P.01.4.4	Colector (1" - 11 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	1	628,00	628
P.01.4.5	Colector (1" - 12 vías) con accionamiento manual, reguladores de caudal, soportes, válvulas de corte, tapón terminal, purgadores, Válvulas de vaciado, Termómetros.	ud.	1	669,17	669,17
P.01.4.6	Accesorio PEX M24*1,5 Ø 16*1,8.	ud.	29	4,20	121,8
P.01.4.7	Banda Perimetral de espuma de polietileno cuya función es absorber las dilataciones que sufre el mortero al calentarse. Lleva un film de polietileno para evitar la filtración de mortero entre el panel aislante y la banda perimetral.	m	250	1,30	325
P.01.4.8	Codo guía para tubo de Ø 16.	ud.	58	1,71	99,18
P.01.4.9	Clip plástico de fijación para panel con tetones.	ud.	100	0,43	43
P.01.4.10	Bomba de circulación de suelo radiante marca WILO modelo Yonos Pico regulable.	ud.	1	289,00	289
P.01.4.11	Vaso de expansión marca POTERMIC modelo Ultravarem LSUS20046C de 200 litros de capacidad.	ud.	1	569,50	569,5
P.01.4.12	Depósito de inercia y acumulación de ACS marca ROTH modelo Quadroline TQ-T con una capacidad de 500 litros.	ud.	1	1435,00	1435
P.01.5 Mano de obra fontanería					
P.01.5.1	Oficial fontanería de 1ª	h	72	18,00	1296
P.01.5.2	Oficial fontanería de 2ª	h	120	16,00	1920

Asciende el precio final del capítulo 01: Fontanería a la cantidad de diecisiete mil ciento treinta y nueve Euros con cuarenta y ocho céntimos (17139,48€).

2.2. Capítulo 02: Electricidad

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.02.1. Acometida					
P.02.1.1	Cable conductor en Aluminio 4x1x50 con aislamiento XLPE	m	7	28,34	198,38
P.02.1.2	Tubo de protección de PVC corrug.forrado M110/gp7 de 110 mm de diámetro.	m	7	2,30	16,1
P.02.2. Derivación individual					
P.02.2.1	Cable conductor tripolar de cobre 3x10+10mm ² con aislamiento XLPE.	m	25	14,34	358,5
P.02.2.2	Tubo de protección de PVC refor.abocar M63/gp7 de 63 mm de diámetro.	m	25	14,34	358,5
P.02.3 Circuitos individuales					
P.02.3.1	Cable conductor de cobre 2,5+2,5+T2,5	m	182	11,49	2091,18
P.02.3.2	Cable conductor de cobre 4+4+T2,5	m	50	12,02	601
P.02.3.3	Cable conductor de cobre 6+6+T2,5	m	120	13,56	1627,2
P.02.3.4	Cable conductor de cobre 3x2,5+T2,5	m	12	25,30	303,6
P.02.3.5	Tubo de protección de acero roscado p pg.M 20 de 20 mm de diámetro	m	284	2,34	664,56
P.02.3.6	Tubo de protección de acero enchufable pg.M 25 de 25 mm de diámetro	m	80	2,40	192

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.02.4. Dispositivos de mando y protección					
P.02.4.1	Caja para maxímetro (4p), s>10	ud.	1	10,35	10,35
P.02.4.2	Arm.puerta trasp.12 mod.	ud.	1	30,69	30,69
P.02.4.3	Interruptor general automático marca SCHNEIDER IC60N 50A2P .	ud.	1	46,58	46,58
P.02.4.4	Interruptor diferencial 2P 30mA marca SCNEIDER para la protección de contactos indirectos y disparos intempestivos de hasta 250A.	ud.	3	22,90	68,7
P.02.4.5	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 2A.	ud.	4	2,66	10,64
P.02.4.6	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 4A.	ud.	3	2,66	7,98
P.02.4.7	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 10A.	ud.	1	2,66	2,66
P.02.4.8	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 20A.	ud.	2	2,66	5,32
P.02.4.9	Pequeño interruptor automático marca LEGRAND local(I+N) 25A.	ud.	2	2,66	5,32
P.02.5. Toma de tierra					
P.02.5.1	Electrodo(pica) de toma de tierra de 2m de longitud.	ud.	8	12,65	101,2
P.02.6. Iluminación					
P.02.6.1	Foco LED empotrado 9W(3x3W) marca SIMON	ud.	17	15,24	259,08
P.02.6.2	Foco LED simple 9W marca SIMON	ud.	5	15,24	76,2
P.02.6.3	Foco LED cuadrado empotrado 9W marca SIMON	ud.	1	15,24	15,24
P.02.6.4	Parrilla de focos LED de 18W(6x3W) marca SIMON	ud.	2	25,60	51,2
P.02.6.5	Plafón LED cuadrado de 25W marca SIMON	ud.	15	29,95	449,25
P.02.6.6	Foco mural de 9W(3x3W) marca SIMON	ud.	1	16,50	16,5

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.02.7. Iluminación y servicios de emergencia					
P.02.7.1	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Argos M N1.	ud.	8	46,92	375,36
P.02.7.2	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Argos M N2 TCA.	ud.	3	57,42	172,26
P.02.7.3	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo lisu 2P(RT1300).	ud.	1	44,47	44,47
P.02.7.4	Bl.Aut.Emerg. Marca DAISALUX modelo Luna N2.	ud.	8	56,54	452,32
P.02.7.5	Grupo electrógeno diesel marca KAISER 25Kva con una potencia máxima de 26,5KW, refrigerado por agua con radiador y arranque eléctrico de 12V.Frecuencia de 50 Hz, autoexcitado sin necesidad de escobillas.	ud.	1	4829,18	4829,18
P.02.8. Mano de obra electricidad					
P.02.8.1	Oficial electricista de 1ª	h	30	18,00	540
P.02.8.2	Oficial electricista de 2ª	h	60	16,00	960

Asciende el precio final del capítulo 02: Electricidad a la cantidad de catorce mil novecientos cuarenta y un Euros con cincuenta y dos céntimos (14941,52).

2.3. Capítulo 03: Bomba de calor geotérmica

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.03.1. Bomba de calor					
P.03.1.1	Bomba de calor reversible interior marca VAILLANT modelo Geotherm VWS 300/2. Suministro eléctrico trifásico. Temperaturas de ida hasta 62 °C para renovación. Contador de calorías integrado de serie para obtener la capacidad volumétrica conforme a MAP. Aislamiento multisonido de varias etapas (MSI). Circuito de refrigeración controlado por sensores. Sonda de temperatura exterior, del acumulador intermedio, de ida y del acumulador de agua caliente. Incluye instalación completa.	ud.	1	14450	14450
P.03.1.2	Tubería de polietileno 100mm para conexión de la bomba de calor con el sistema de captación geotérmica. Fabricada en polietileno de alta densidad. Instalación completa.	m	10	55,6	556
P.03.1.3	Válvula de 3 vías de 3". Instalación completa.	ud.	1	55,12	55,12
P.03.1.4	Válvula de esfera 2 1/2". Instalación completa.	ud.	1	72,6	72,6
P.03.1.5	Válvula de seguridad 1 1/2". Instalación completa.	ud.	1	98,56	98,56
P.03.2. Mano de obra climatización					
P.03.2.1	Oficial de climatización de 1ª	h	12	18,00	216
P.03.2.2	Oficial de climatización de 2ª	h	30	16,00	480

Asciende el precio final del capítulo 03: Bomba de calor geotérmica a la cantidad de quince mil novecientos veinte ocho Euros con veinte ocho céntimos (15928,28€).

2.4. Capítulo 04: Captación vertical

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.04.1. Perforación y relleno					
P.04.1.1	Perforación a rotación con circulación directa de lodos.Cabeza de perforación de tipo Trialeta y tricono con un diámetro total de 110mm.Se incluye la colocación de la sonda geotérmica mediante aparato Slangman.Incluye alquiler de maquinaria de perforación.	m	180	50,28	9050,4
P.04.1.2	Geocompuesto de Bentonita de sodio natural tipo Bentomat conformado por geotextil tejido (130gr/m ²), geotextil no tejido(200gr/m ²)y bentonita (minimo 5 kg/m ²) unidos por medio de agujado colocado para impermeabilizar.	m ³	2,708	305,70	827,8356
P.04.1.3	Relleno de arena.Material granular sin clasificar con IP=0 en rellenos de trasdos,de espesor mínimo 1mm ,compactado al 95% del proctor.Incluye alquiler de rodillo vibrante manual tandem de 800 kg,alquiler de retrocargadora con neumáticos y transporte de zavorra.	m ³	4,062	150,28	610,43736

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.04.2. Elementos del sistema de captación					
P.04.2.1	Bomba de circulación de alta potencia marca WILO modelo BM 50/215-3/4 con altura de impulsión mínima de 50 metros.Incluye instalación completa.	ud.	1	1373,00	1373
P.04.2.2	Sonda de intercambio de polietileno marca UPONOR tipo Pex-a en doble U con un diámetro de 32mm.Incluye Instalación completa.	m	720	10,81	7783,2
P.04.2.3	Válvula de seguridad 1 1/2".Instalación completa.	ud.	2	98,56	197,12
P.04.2.4	Uponor Geo Arqueta 1000 PLUS*.Arqueta PEAD cuerpo DN1000 totalmente terminada con tomas de distribución a circuitos geotérmicos y conexiones de ida y retorno a bomba de calor.Equipamiento interior: Colectores de Impulsión y Retorno PEAD con válvulas de equilibrado y de corte.Incluye válvulas de equilibrado hidráulico en el colector de retorno y válvulas de bola en el colector de impulsión. Purgador de aire en ambos colectores. Conexión en 63-90 mm a bomba de calor geotérmica y salidas en 40 mm hacia colectores geotérmicos. Presión máxima 6 bar.Incluye cuello de arqueta extendido para cortar a medida de la solera y tapa resistente al paso de vehiculos de hasta 40 toneladas.Instalación completa.	ud.	1	1615,76	1615,76
P.04.3. Balsa de lodos					
P.04.3.1	Excavación de balsa de lodos,relleno y compactado con Zahorra.Incluye alquiler de máquina retroexcavadora y mano de obra.	m ³	40,62	15,13	614,5806
P.04.4.Mano de obra captación vertical					
P.04.4.1	Oficial perforista.	h	55	18,00	990
P.04.4.2	Peón ordinario.	h	45	14,55	654,75
P.04.4.3	Capataz.	h	14	22,00	308

Asciende el precio final del capítulo 04: Captación vertical a la cantidad de veinticuatro mil veinticinco Euros con ocho céntimos (24025,08€).

2.5. Capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.05.1. Protecciones individuales					
P.05.1.1	Casco de seguridad con desudador homologado CE.	ud.	10	2,03	20,3
P.05.1.2	Cinturón de seguridad clase A de sujeción con cuerda regulable de 1,8 m provisto de guardacabos y 2 mosquetones con homologación CE.	ud.	2	28,70	57,4
P.05.1.3	Mono de trabajo con homologación CE.	ud.	10	12,50	125
P.05.1.4	Mandil de soldador de grado A 60x90 cm y homologación CE.	ud.	2	15,45	30,9
P.05.1.5	Par de guantes de soldador con serraje forrado ignífugo de 34cm de largo y homologación CE.	ud.	2	7,60	15,2
P.05.1.6	Par de polainas de soldador con serraje grado A y homologación CE.	ud.	2	11,63	23,26
P.05.1.7	Careta de soldador con fijación de cabeza y homologación CE	ud.	2	14,33	28,66
P.05.1.8	Protectores auditivos versátiles de tipo orejera y con homologación CE.	ud.	10	12,60	126
P.05.1.9	Respirador buconasal doble de silicona y con homologación CE.	ud.	10	11,30	113
P.05.1.10	Par de guantes lona serraje de tipo americano y con homologación CE.	ud.	10	3,05	30,5
P.05.1.11	Par de botas de agua con homologación CE	ud.	10	20,70	207
P.05.1.12	Par de botas de seguridad con puntera metálica y homologación CE.	ud.	10	30,57	305,7
P.05.1.13	Gafas antipolvo incoloras y con homologación CE.	ud.	10	2,50	25

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES		PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.05.2. Protecciones colectivas					
P.05.2.1	Cartel indicativo de seguridad de 1,2x0,9 m sin soporte metálico.	ud.	1	9,20	9,2
P.05.2.2	Extintor de polvo químico ABC de 9 kg, Completo, pintado en color rojo RAL-3000. Incluye válvula de disparo rápido, manguera, soporte mural, manómetro y base de plástico. Fabricado según EN-3/96. Homologado y Certificado por ECA.	ud.	2	33,88	67,76
P.05.3. Instalaciones auxiliares de obra					
P.05.3.1	Caseta de obra de chapa lacada en blanco, marco de aluminio y una puerta de entrada. Superficie total de 11,52m ² .	ud.	1	550,00	550
P.05.3.2	Taquilla metálica individual con llave de 1,8 m de altura.	ud.	2	260,35	520,7
P.05.3.3	Caseta de obra sanitaria compuesta por un inodoro, una pileta y un espejo. Envoltorio de chapa lacada en blanco y marco de aluminio. Superficie de 1,28m ² .	ud.	1	305,25	305,25
P.05.3.4	Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos.	ud.	1	212,33	212,33
P.05.3.5	Depósito de desechos con capacidad total de 350 litros de acero y dispuesto con ruedas para transporte. Colocado.	ud.	1	125,30	125,3

CÓDIGO	RESUMEN	UNIDADES		PRECIO(€)	SUBTOTAL(€)
P.05.4. Primeros auxilios y formación en seguridad					
P.05.4.1	Reconocimiento médico obligatorio del personal de obra.	ud.	10	51,00	510
P.05.4.2	Botiquín de obra.	ud.	1	23,81	23,81
P.05.4.3	Formación en seguridad e higiene en el trabajo de una hora de duración realizada por un técnico especialista en seguridad e higiene.	ud.	1	279,63	279,63
P.05.4.4	Comité de seguridad formado por un técnico especialista en seguridad e higiene en el trabajo, dos trabajadores con categoría mínima de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría mínima de oficial de 1ª. Reunión de una hora semanal mínimo.	ud.	1	90,60	90,6

Asciende el precio final del capítulo 05: Equipos de protección individual e instalaciones auxiliares a la cantidad de tres mil ochocientos dos Euros con cincuenta céntimos (3802,50€).

3. Resumen del presupuesto

<u>Capitulo</u>	<u>Resumen</u>	<u>Euros</u>	<u>%</u>
01	Fontanería	17.139,48	22,60
02	Electricidad	14.941,52	19,70
03	Bomba de calor geotérmica	15.928,28	21,00
04	Captación vertical	24.025,08	31,68
05	EPIs e instalaciones auxiliares	3.802,50	5,01
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		75.836,86	
	13,00 % Gastos generales	9.858,79	
	6,00 % Beneficio industrial	4.550,21	
SUMA DE G.G. y B.I.		14.409,00	
	21,00 % I.V.A.	18.951,63	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		109.197,50	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		109.197,50	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO NUEVE MIL CIENTO NOVEINTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA CENTIMOS.

LEÓN, a 25 de Mayo de 2016.

DOCUMENTO 7

ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Autor: Jonatan García Villaverde

Índice de los estudios con entidad propia

1. Memoria descriptiva	4
1.1. Datos de la obra	4
1.1.1. Naturaleza de la obra	4
1.1.2. Emplazamiento	4
1.1.3. Objeto del estudio	4
1.1.4. Número de trabajadores	4
1.1.5. Plazo de ejecución	5
1.1.6. Accesos	5
1.1.7. Centro médico	5
1.1.8. Tipología de la obra	5
1.1.9. Número de plantas	5
1.1.10. Sistema de excavación	5
1.1.11. Circulación de personas ajenas a la obra	6
1.1.12. Suministro de energía eléctrica	6
1.1.13. Suministro de agua potable	6
1.2. Descripción del proceso constructivo	6
1.2.1. Movimiento de tierras	6
1.2.2. Perforación	8
1.2.3. Cementación del sondeo	10
1.3. Instalaciones higiénicas	11
1.3.1. Instalaciones sanitarias	11
1.4. Instalaciones provisionales	12
1.4.1. Instalación eléctrica	12
1.4.2. Instalación contra incendios	14
1.5. Maquinaria	14
1.5.1. Maquinaria de movimiento de tierras	14
1.5.1.1. Máquina retroexcavadora	14
1.5.1.2. Volquete	16
1.5.2. Maquina de sondeos	17
1.5.2.1. Perforadora de sondeos	17
1.5.3. Maquinas y herramientas	18
1.5.3.1. Maquina vibradora	18
1.5.3.2. Amasadora	19

1.5.4. Herramientas manuales.....	19
1.6. Estudio de unidades que generan riesgos.....	21
1.6.1. Criterios para la valoración de riesgos.....	21
1.6.2. Criterios para la valoración de la eficacia de las protecciones y/o medidas técnicas adoptadas.....	22
1.7. Unidades que generan riesgos.....	23
1.7.1. Movimiento de tierras.....	23
1.7.2. Perforación de sondeos.....	25
1.7.3. Instalaciones de calefacción y ACS.....	26
2. Pliego de condiciones.....	29
2.1. Pliego de condiciones generales.....	29
2.1.1. Normas legales y reglamentarias de aplicables.....	29
2.1.2. Medios y equipos de protección.....	30
2.1.2.1. Condiciones generales de los medios de protección.....	30
2.1.2.2. Protecciones individuales.....	31
2.1.2.3. Protecciones colectivas.....	32
2.1.2.4. Maquinas, equipos e instalaciones de obra.....	32
2.1.3. Locales provisionales de obra.....	33
2.1.4. Servicios de prevención.....	33
2.1.5. Actuación en caso de accidente.....	33
2.1.6. Formación e información de los trabajadores en materia de Seguridad y salud.....	34
2.1.7. Obligaciones de las partes implicadas.....	34
2.1.8. Obligaciones del promotor.....	35
2.1.9. Obligaciones de los contratistas y subcontratistas.....	35
2.1.10. Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	36
2.1.11. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.....	37
2.1.12. Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.....	37
2.1.13. Seguros de responsabilidad civil.....	38
2.1.14. Accidentes.....	38
2.1.15. Aviso previo.....	39
2.1.16. Libro de incidencias.....	39

1. Memoria descriptiva

1.1 Datos de la obra

1.1.1 Naturaleza de la Obra

Se redacta el proyecto, para la ejecución de la instalación de climatización y ACS de un local de oficinas de dos plantas mediante un sistema geotérmico y la instalación eléctrica del mismo.

1.1.2 Emplazamiento

La obra está ubicada en la Carretera de Aldehuela km 3,6, en Zamora, concretamente en las coordenadas UTM: 30T (236761, 4628799.8).

1.1.3 Objeto del Estudio

Este Estudio de Seguridad Y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para establecer unas directrices básicas para llevar a cabo la empresa principal sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción y por el que se implanta la obligatoriedad incluir un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas, así como el correspondiente Plan de Seguridad y Salud.

1.1.4 Número de Trabajadores

En base a los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores, alcanzará la cifra de diez operarios.

1.1.5 Plazo de Ejecución

Se tiene programado un plazo de ejecución de duración óptima de treinta y cinco días.

1.1.6 Accesos

El acceso a la obra por parte de los transportes de materiales no presenta dificultades, se realizará por el solar oeste a la edificación, accediendo a través de un rampa.

1.1.7 Centro medico

Existe un Hospital a unos cuatrocientos metros de la obra, en la Calle Hernan Cortes 40, Hospital provincial de Zamora.

En este Hospital mencionado, se atendería cualquier tipo de operaciones de urgencias, incluso hospitalización, puesto que ya ha sido diseñado para ello y está funcionando así.

1.1.8 Tipología de la Obra

La obra a ejecutar es la instalación de climatización y ACS mediante bomba de calor geotérmica. Para ello se realizarán una serie de 4 perforaciones verticales de 45 m de profundidad cada una para introducir el intercambiador vertical que será el encargado de transportar el fluido por el cual se llevará el intercambio de calor con el terreno.

1.1.9 Número de Plantas

Se trata de un edificio formado por una planta baja sobre rasante donde estará la parte principal de la oficina y una primera planta donde se ubicaran los despachos, la sala de descanso y la sala de reuniones.

1.1.10 Sistema de Excavación

El sistema usado es el convencional, es decir, por medio del auxilio de maquinaria, empleándose retroexcavadoras principalmente para la realización de las zanjas de los intercambiadores horizontal y en la excavación de la balsa de lodos.

1.1.11 Circulación de personas ajenas a la obra

Se consideran las siguientes medidas de protección para cubrir el riesgo de las personas que transiten en las inmediaciones de la obra:

- ✓ Montaje de valla a base de elementos prefabricados separando la zona de obra, de la zona de tránsito exterior.
- ✓ Para la protección de las personas que transiten por la calle se prevé la instalación de una visera o marquesina de material resistente, en voladizo.
- ✓ Si resultara necesario ocupar la acera durante el acopio de material en la obra, mientras dure la maniobra de descarga, se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la acera, con protección a base de vallas metálicas de separación de áreas y se colocarán señales de tráfico que avisen a los automovilistas de la situación de peligro.

1.1.12 Suministro de energía eléctrica

Previa consulta con la compañía suministradora de la energía eléctrica y permiso pertinente, se tomará de la red, la acometida general de la obra, realizando la compañía sus instalaciones desde las cuales se procederá a montar la instalación de obra.

1.1.13 Suministro de agua potable

Se realizarán las oportunas gestiones ante la compañía suministradora de agua para conectar a la canalización de agua más próxima.

1.2 Descripción del proceso constructivo

1.2.1 Movimiento de tierras

Los trabajos de excavación a realizar no son importantes, refiriéndose exclusivamente a la apertura de la balsa de lodos la colocación de la arqueta donde se emplazara el colector de ida y retorno del sistema de captación.

La máquina utilizada será una retroexcavadora, evacuando las tierras en Volquetes de tonelaje medio con un máximo de tres ejes.

Se verterá en el fondo de las zanjas una cama de arena, se colocará sobre ella los tubos de polietileno. Una vez colocados los tubos y comprobada la estanqueidad

del intercambiador, se procederá al relleno de las zanjas con tierras propias hasta la cota de solera.

Las arquetas de conexión de los intercambiadores, se ejecutarán de la siguiente manera: solera de hormigón en masa de HM 100 de unos 10 cm., fábrica de ladrillo de ½ pie de espesor, enfoscado y marco con tapa de fundición.

Relación de riesgos más frecuentes:

- ✓ Atropellos y colisiones, originados por la maquinaria.
- ✓ Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- ✓ Caídas en altura.
- ✓ Generación de polvo.
- ✓ Explosiones e incendios.

Planificación de la acción preventiva

- ✓ Las maniobras de la maquinaria, estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- ✓ Las paredes de la excavación, se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- ✓ Los pozos de cimentación estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- ✓ Se cumplirá, la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- ✓ Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.
- ✓ La estancia de personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente, o debajo de macizos horizontales, estará prohibida.
- ✓ Al proceder al vaciado de la rampa y zona próxima al barracón provisional, la retroexcavadora actuará con las zapatas de anclaje, apoyadas en el terreno.
- ✓ La salida a la calle de camiones, será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- ✓ Mantenimiento correcto de la maquinaria.
- ✓ Correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido.

Protecciones personales

- ✓ Casco homologado.
- ✓ Mono de trabajo y en su caso trajes de agua y botas.
- ✓ Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.

Protecciones colectivas

- ✓ Correcta conservación de la barandilla situada en la coronación del muro (0,90 m. de altura y rodapié y resistencia de 150 Kg/m.).
- ✓ Recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables, herméticamente cerrados.
- ✓ No apilar materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.
- ✓ Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- ✓ Formación y conservación de un retallo, en borde de rampa, para tope de vehículos.

1.2.2 Perforación

Descripción de los trabajos

El método utilizado para la perforación es la rotación con circulación directa de lodos. El fluido de perforación será canalizado desde cada sondeo a la balsa de decantación. La profundidad del sondeo será de 45 m y se realizarán 4 sondeos, el diámetro del sondeo es de 110 mm y la perforadora utilizada es específica de este tipo de obras, dando un resultado sencillo, ágil y económico.

Se introducirá el intercambiador mediante el Slagman, para facilitar la maniobra y se cementará el sondeo con cemento bentonita.

Relación de riesgos más frecuentes:

- ✓ Barro, irregularidades del terreno o escombros.
- ✓ Caídas de personas, al pisar sobre los propios sondeos.
- ✓ Desorden de obra.
- ✓ Inundación.
- ✓ Tropezar por mangueras por el suelo.
- ✓ Caídas de objetos por desplome y derrumbamiento.
- ✓ De las herramientas utilizadas.
- ✓ Atrapamiento por o entre el varillaje.
- ✓ Golpes con objetos.
- ✓ Sobreesfuerzos.
- ✓ Carga de tubos a hombro.
- ✓ Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- ✓ Quemaduras por tocar objetos calientes.
- ✓ Exposición a contactos eléctricos.
- ✓ Ruido, por las maniobras de la perforación.

Planificación de la acción preventiva

- ✓ Los sondeos estarán correctamente señalizados con tiras reflectantes, para evitar caídas de personal a su interior permaneciendo los menores tiempos posibles abiertos, procediéndose a la colocación de una tapa.
- ✓ Las paredes de la excavación, se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- ✓ En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por rotura de conducciones,...) se procederá de inmediato al su achique en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de taludes .
- ✓ Se cumplirá, la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- ✓ Se efectuará el achique de las aguas que afloran o caen en el interior de las zanjas o pasos para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- ✓ Mantenimiento correcto de la maquinaria.
- ✓ El personal que debe trabajar en esta obra en las maniobras de cambio de varillaje será formado e informado sobre los riesgos inherentes del propio trabajo

Protecciones personales

- ✓ Casco homologado.
- ✓ Mono de trabajo y en su caso trajes de agua y botas.
- ✓ Guantes de goma o PVC y cuero.
- ✓ Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.
- ✓ Cinturón anti vibratorio, en especial para el conductor de la maquinaria, si esta va dotada de cabina antivuelco.
- ✓ Orejeras anti ruido.
- ✓ Gafas anti polvo.

Protecciones colectivas

- ✓ Correcta conservación de la zona delimitada y señalizada para los trabajos.
- ✓ No apilar materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.
- ✓ Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.

1.2.3 Cementación del sondeo

Descripción de los trabajos

El método utilizado para el relleno con cemento bentonítico es la introducción de una manguera de polietileno con el intercambiador, se mezcla en una tolva y mediante una amasadora y una bomba se inyecta desde el fondo del sondeo hasta la superficie

Relación de riesgos más frecuentes

- ✓ Dermatitis, debido al contacto de la piel con el cemento.
- ✓ Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.
- ✓ Golpes y caídas por falta de señalización de los accesos, en el manejo y circulación de carretillas.
- ✓ Atrapamiento por falta de protección de los órganos motores de la hormigonera.
- ✓ Contactos eléctricos.
- ✓ Rotura de tubería por desgaste y vibraciones.
- ✓ Proyección violenta del hormigón a la salida de la tubería.
- ✓ Movimientos violentos en el extremo de la tubería

Planificación de la acción preventiva

a) En operaciones de bombeo:

En los trabajos de bombeo, al comienzo se usarán lechadas fluidas, a manera de lubricantes en el interior de las tuberías para un mejor desplazamiento del material.

Los cementos a emplear serán de granulometría adecuada y de consistencia plástica.

Si durante el funcionamiento de la bomba se produjera algún taponamiento se parará ésta para así eliminar su presión y poder destaponarla.

Se realizara una revisión y un mantenimiento periódico de la bomba y tuberías así como de sus anclajes.

Los codos que se usen para llegar a cada zona, para bombear el hormigón serán de radios amplios, estando anclados en la entrada y salida de las curvas. Al acabar las operaciones de bombeo, se deberá limpiar la bomba.

b) En el uso de amasadoras:

Se empleará una amasadora de eje fijo o móvil, las cuales deberán reunir unas determinadas condiciones para un uso seguro.

Se comprobará de forma periódica, el dispositivo de bloqueo de la amasadora, así como el estado de los cables, palancas y accesorios.

La amasadora estará provista de toma de tierra, con todos los órganos que puedan dar lugar a atrapamientos convenientemente protegidos, el motor con carcasa y el cuadro eléctrico aislado, cerrado permanentemente.

Protecciones personales

El motor de la amasadora y sus órganos de transmisión estarán correctamente cubiertos. Los elementos eléctricos estarán protegidos.

1.3 Instalaciones Higiénicas

Las instalaciones de higiene y bienestar se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en el Anexo IV, del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las dimensiones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1.3.1 Instalaciones sanitarias

Constarán de una caseta prefabricada y aislada junto a la valla de la obra, muy próximas a la entrada de personal; las dimensiones serán de 5,8 m de longitud por 2,00 m de anchura, estando el interior distribuido en dos estancias principales; Oficina, y Comedor, todas ellas con acceso independiente desde el exterior y con comunicación interna con puertas de paso. Se colocará un sanitario de obra de 1,28 m² y otras dos casetas de obra a modo de vestuario y provisto de taquillas individuales.

Dotación del aseo

- ✓ Un retrete con carga y descarga automática de agua corriente, papel higiénico, y percha (en cabina aislada, con puerta y cierre interior).
- ✓ Un lavabo, con secador de manos por aire caliente, de parada automática y existencias de jabón; con espejo de dimensiones 1,00 x 0,50 m.

Dotación del vestuario

- ✓ Cinco taquillas metálicas individuales provistas de llave.

- ✓ Banco de madera corrido.
- ✓ Espejo de dimensiones 1,00 x 0,50 m
- ✓ Una ducha en cabina aislada con puerta con cierre interior; con dotación de agua fría y caliente y percha para colgar la ropa.
- ✓ En el vestuario se instalará el botiquín de urgencia con agua oxigenada, alcohol de 90º, tintura de yodo, mercurio-cromo, amoníaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, y termómetro clínico.
- ✓ Todas estas estancias, estarán convenientemente dotadas de luz eléctrica y de calefacción.

Normas generales de conservación y limpieza

Los suelos, paredes y techos, de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, lisos e impermeables; enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria; todos sus elementos, tales como, grifos, desagües y alcachofas de duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

En la oficina de obra, en cuadro situado al exterior se colocará de forma bien visible, la dirección del centro asistencial de urgencia y teléfonos del mismo.

Todas las estancias citadas, estarán convenientemente dotadas de luz.

1.4 Instalaciones Provisionales

1.4.1 Instalación eléctrica

Descripción de los trabajos

Previa petición de suministro a la empresa, indicando el punto de entrega de suministro de energía según plano, procederemos al montaje de la instalación de la obra.

A partir del cuadro general de obra, saldrán circuitos secundarios de alimentación a las diferentes máquinas: vibrador, amasadora, herramientas portátiles etc., dotados de interruptor general magneto-térmico, estando las salidas protegidas con interruptor magneto-térmico y diferencial de 30 mA.

Relación de riesgos más frecuentes

- ✓ Caídas en altura.
- ✓ Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.
- ✓ Caídas al mismo nivel.

Planificación de la acción preventiva

- ✓ Cualquier parte de la instalación, se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- ✓ El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas, será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiables con una resistencia de rotura suficiente, fijando a estos el conductor con abrazaderas.
- ✓ Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- ✓ En la instalación de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- ✓ Los aparatos portátiles que sea necesario emplear, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- ✓ Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su ruptura.
- ✓ Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios; se situarán a una distancia mínima de 2,50 m. del piso o suelo; las que pueden alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- ✓ Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- ✓ Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en cada caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- ✓ Se sustituirán las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

Protecciones personales

- ✓ Casco homologado de seguridad, dieléctrico, en su caso.
- ✓ Guantes aislantes.
- ✓ Comprobador de tensión.
- ✓ Herramientas manuales, con aislamiento
- ✓ Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- ✓ Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

Protecciones colectivas

- ✓ Mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros.

1.4.2 Instalación contra incendios

Las causas que propician la aparición de un incendio en un edificio en construcción no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una fuente de ignición (hogueras, braseros, energía solar, trabajos de soldadura, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.) junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para la maquinaria, pinturas y barnices, etc.) puesto que el comburente (oxígeno), está presente en todos los casos.

Por todo ello, se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la ejecución de la obra, situando este acopio en planta baja.

Los medios de extinción serán los siguientes: extintores portátiles, instalando uno de dióxido de carbono de 9 Kg. en el acopio de los líquidos inflamables; uno de 9 Kg. de polvo seco anti brasa en la oficina de obra y uno de 9 Kg. de dióxido de carbono junto al cuadro general de protección.

Así mismo deberán tenerse en cuenta otros medios de extinción, tales como el agua, la arena, herramientas de uso común (palas, rastrillos, picos, etc.).

Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos; de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos y fundamentalmente en las escaleras del edificio; el personal que esté trabajando en sótanos, se dirigirá hacia la zona abierta del patio de manzana en caso de emergencia. Existirá la adecuada señalización, indicando los lugares de prohibición de fumar (acopio de líquidos combustibles), situación del extintor, camino de evacuación, etc.

Todas estas medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos, hasta la llegada de los bomberos, los cuales, en todos los casos, serán avisados inmediatamente

1.5 Maquinaria

1.5.1 Maquinaria de movimiento de tierras

1.5.1.1 Máquina retroexcavadora

Relación de riesgos más frecuentes

- ✓ Atropellos y colisiones, en maniobras de marcha atrás y giro.
- ✓ Caída de material, desde la cuchara.
- ✓ Vuelco de la máquina.

Planificación de la acción preventiva

- ✓ Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- ✓ Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- ✓ Si se cargan piedras de tamaño considerable, se hará una cama de arena sobre el elemento de carga, para evitar rebotes y roturas.
- ✓ Estará prohibido el transporte de personas en la máquina. ☒ La batería quedará desconectada, la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto no quedará puesta, siempre que la máquina finalice su trabajo por descanso u otra causa.
- ✓ No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- ✓ Se considerarán las características del terreno donde actúa la máquina para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal.

Protecciones personales

El operador llevará en todo momento:

- ✓ Casco de seguridad homologado.
- ✓ Botas antideslizantes.
- ✓ Ropa de trabajo adecuada.
- ✓ Gafas de protección contra el polvo en tiempo seco.
- ✓ Asiento anatómico.

Protecciones colectivas

- ✓ Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- ✓ Señalización del viaje antiguo.

1.5.1.2 Volquete

Relación de riesgos más frecuentes

- ✓ Choques con elementos fijos de la obra.
- ✓ Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.
- ✓ Vuelcos, al circular por la rampa de acceso

Planificación de la acción preventiva

- ✓ La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- ✓ Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- ✓ Respetará todas las normas del código de circulación.
- ✓ Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.
- ✓ Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- ✓ Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.
- ✓ La velocidad de circulación en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Protecciones personales

El conductor del vehículo, cumplirá las siguientes normas:

- ✓ Usar casco homologado, siempre que baje del camión.
- ✓ Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- ✓ Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

Protecciones colectivas

- ✓ No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éstas maniobras.
- ✓ Si descarga material, en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00 metro, garantizando ésta, mediante topes.

1.5.2 Maquinaria de sondeos

1.5.2.1 Perforadora de sondeos

Relación de riesgos más frecuentes

- ✓ Lesiones por ruidos, debidos a la propia maquinaria y al compresor.
- ✓ Lesiones por vibración y percusión, debidos a la propia maquinaria y al compresor.
- ✓ Proyecciones de partículas.
- ✓ Golpes causados por diversas causas.
- ✓ Atrapamiento de personas, por ausencia de carcasa en los elementos móviles.

Planificación de la acción preventiva

- ✓ Proteger el tajo con medios de tipo colectivo si ello es posible.
- ✓ Colocar adecuadamente la maquinaria cuando no trabaje.
- ✓ Se procurará que los trabajos se efectúen a sotavento (favor del viento) en prevención de exposiciones innecesarias en ambientes pulverulentos.
- ✓ El personal a utilizar los martillos conocerá el perfecto funcionamiento de la herramienta, la correcta ejecución del trabajo y los riesgos propios de la máquina.
- ✓ Se recomienda no apoyar el peso del cuerpo sobre los controles o culatas con el fin de evitar la transmisión excesiva de vibraciones al cuerpo del operario.
- ✓ Se prohíbe dejar el puntero hincado al interrumpir el trabajo.
- ✓ Se prohíbe abandonar el martillo o taladro manteniendo conectado el circuito de presión.
- ✓ Queda prohibido utilizar martillos rompedores dentro del radio de acción de la maquinaria para el movimiento de tierras.

Protecciones personales

- ✓ Casco homologado para el personal que intervenga en los trabajos.
- ✓ Protección acústica.
- ✓ Cinturón y muñequeras anti vibratorias.
- ✓ Gafas antipartículas.
- ✓ Botas de goma.
- ✓ Guantes de cuero, mandil de cuero y polainas de cuero.
- ✓ Cinturón de seguridad.

Protecciones colectivas

- ✓ La zona del trabajo de las máquinas, estará perfectamente delimitada y señalizada.
- ✓ Antes del comienzo de los trabajos de estas máquinas, el solar estará cerrado con la valla.
- ✓ Conservación y protección en su caso de las conducciones eléctricas de alimentación a cuadro secundario

1.5.3 Maquinas-Herramientas

1.5.3.1 Maquinaria vibradora

Relación de riesgos más frecuentes

- ✓ Descargas eléctricas.
- ✓ Caídas en altura.
- ✓ Salpicaduras de lechada en ojos.

Planificación de la acción preventiva

- ✓ La operación de vibrado, se llevara a cabo siempre desde una posición estable.
- ✓ La línea de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

Protecciones personales

- ✓ Casco homologado.
- ✓ Botas de goma.
- ✓ Guantes dieléctricos.
- ✓ Gafas para protección contra las salpicaduras.

Protecciones colectivas

- ✓ Las mismas que para la estructura de hormigón.

1.5.3.2 Amasadora

Relación de riesgos más frecuentes

- ✓ Descargas eléctricas.
- ✓ Atrapamiento por órganos móviles.
- ✓ Vuelcos y atropellos al cambiarla de emplazamiento.

Planificación de la acción preventiva

- ✓ La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- ✓ Las partes móviles y de transmisión, estarán protegidas con carcasas.
- ✓ Bajo ningún concepto, se introducirá el brazo en el tambor, cuando funcione la máquina.

Protecciones personales

- ✓ Casco homologado de seguridad.
- ✓ Mono de trabajo.
- ✓ Guantes de goma.
- ✓ Botas de goma y mascarilla anti polvo.

Protecciones colectivas

- ✓ Zona de trabajo claramente delimitada.
- ✓ Correcta conservación de la alimentación eléctrica.

1.5.4 Herramientas manuales

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, disco radial

Relación de riesgos más frecuentes

- ✓ Descargas eléctricas.
- ✓ Proyección de partículas.
- ✓ Caídas en altura.
- ✓ Ambiente ruidoso.
- ✓ Generación de polvo.
- ✓ Explosiones e incendios.
- ✓ Cortes en extremidades.

Planificación de la acción preventiva

- ✓ Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- ✓ El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- ✓ Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- ✓ Estará acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- ✓ La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- ✓ No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- ✓ Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

Protecciones personales

- ✓ Casco homologado de seguridad
- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.
- ✓ Cinturón de seguridad, para trabajos en altura.

Protecciones colectivas

- ✓ Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- ✓ Las mangueras de alimentación a herramientas estarán en buen uso.
- ✓ Los huecos estarán protegidos con barandillas.

1.6 Estudio de unidades que generan riesgos

1.6.1 Criterios para la valoración de riesgos

La evaluación de Riesgos que contempla el presente Estudio de Seguridad y Salud, sigue el siguiente esquema:

Tabla 1.1.- Valoración de riesgos.

VALORACION DE RIESGOS		Ligeramente dañino(LD)	Dañino(D)	Extremadamente dañino(ED)
Probabilidad	Baja(B)	Riesgo trivial (T)	Riesgo tolerable(TO)	Riesgo moderado(MO)
	Media(M)	Riesgo tolerable(TO)	Riesgo moderado(MO)	Riesgo importante(I)
	Alta(A)	Riesgo moderado(MO)	Riesgo importante(I)	Riesgo intolerable(IN)

Se entiende que la probabilidad del riesgo es alta cuando: el daño ocurrirá siempre o casi siempre.

La probabilidad será media cuando: el daño ocurrirá en algunas ocasiones.

La probabilidad será baja cuando: el daño ocurrirá raras veces.

Se entiende que las consecuencias de los riesgos serán ligeramente dañinas cuando haya:

- ✓ Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
- ✓ Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza.

Las consecuencias serán dañinas cuando haya:

- ✓ Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
- ✓ Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

Las consecuencias serán extremadamente dañinas cuando haya:

- ✓ Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- ✓ Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

A la hora de determinar las consecuencias del daño, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ Las partes del cuerpo que se verán afectadas.
- ✓ La naturaleza del daño, clasificándolo desde Ligeramente dañino a Extremadamente dañino.

A la hora de establecer la probabilidad del daño, distinguiremos entre la evaluación inicial, cuando aún no se han adoptado medidas de protección, y la posterior evaluación, cuando ya se hayan adoptado las citadas medidas.

Respecto a la primera, deberemos considerar las probabilidades existentes de cada uno de los riesgos en su estado original y su posible daño.

Respecto a la segunda, deberemos considerar si las medidas de control ya adoptadas son adecuadas, si se siguen los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control; la información sobre las actividades de trabajo, trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico); frecuencia de exposición al peligro, fallos en el servicio; por ejemplo en la electricidad y el agua; fallos en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, así como en los dispositivos de protección; exposición a los elementos; protección suministrada por los EPI's y tiempo de utilización de estos equipos; actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones intencionadas de los procedimientos).

1.6.2 Criterios para la valoración de la eficacia de las protecciones y/o medidas técnicas adoptadas.

Respecto a las protecciones se contemplan los siguientes epígrafes:

- ✓ calidad de la protección adoptada.
- ✓ instalación de las protecciones adoptadas.
- ✓ Uso de las protecciones adoptadas.
- ✓ Mantenimiento de las protecciones adoptadas.
- ✓ Revisión y el control de las protecciones adoptadas.

Respecto a las medidas técnicas adoptadas se contemplarán los siguientes epígrafes:

- ✓ La adecuada y correcta adopción de las medidas técnicas.
- ✓ El control y la supervisión de la medida técnica adoptada.

Para valorar la eficacia de las protecciones también se deberá contemplar que se respeten las características técnicas o los criterios señalados por los organismos nacionales o internacionales en relación a las mismas.

Se entiende que para una eficacia alta nos moveremos en unos parámetros del orden de entre 70% y 95%.

Para una eficacia media nos moveremos en unos parámetros del orden de entre 50% y 70%.

Para una eficacia baja nos moveremos en unos parámetros inferiores al 50%.

1.7 Unidades que generan riesgos

1.7.1 Movimientos de tierras

Descripción

Por excavación a cielo abierto se entiende toda operación de vaciado del terreno, en todo su perímetro y por debajo de la cota de la rasante, realizada mediante una combinación de actividades, en la que una serie de aparatos y máquinas llevan todo el peso del trabajo, quedando la acción del hombre al control de dichos equipos a las labores accesorias de saneo y dirección de las maniobras.

La rampa de salida de los camiones tendrá un tramo longitudinal horizontal de 6 m. en la salida de la obra y las pendientes en tramo recto serán como máximo del 14 por 100, y del 8 por 100 en tramos curvos.

La rampa será de una sola dirección con un ancho mínimo de 4 metros, dando en las curvas el sobrecancho adecuado.

En todo momento estas pistas de circulación deben ser practicables, drenando y evacuando las aguas de lluvia. Cuando los vehículos abandonen la obra, para ir a la calzada atravesando la acera, se comprobará previamente que no pasan personas o vehículos que puedan sufrir daños.

Se ejecutará la apertura de las zapatas.

Riesgos

- ✓ Atropellos de personas por maquinaria en movimiento.
- ✓ Vuelcos de camiones al circular por la rampa.
- ✓ Colisiones de objetos y maquinaria.
- ✓ Caídas al mismo nivel.
- ✓ Caídas a distinto nivel.

Formación específica

Se formará a los operarios en tomo a la interpretación correcta de la señalización empleada. Los conductores de camiones tendrán el correspondiente carnet que les faculte para esta tarea.

Información específica

Si por causas extraordinarias se trabajan de noches se iluminarán adecuadamente las zonas de trabajo mediante focos o proyectos situados en la grúa o postes colocados al efecto y para tales casos las máquinas dispondrán de faros halógenos posicionales. Drenar el terreno de lluvias nieves, etc., para que esté en las mejores condiciones posibles y evitar resbalones.

Protecciones colectivas

Las máquinas deben indicar en todo momento su posición y movimientos.

Dispondrán de una bocina o claxon de señalización acústica. Señal sonora y luminosa para indicación de la maniobra de marcha atrás. También poseerán dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás. También se colocarán dispositivos de balizamiento de posición y pre señalización como: conos, cinta, lámparas destellantes, etc...Se señalizarán las zonas de trabajo para evitar la intrusión de personas ajenas a la actividad mediante cintas de color rojo o bandas alternadas verticales en color rojo y blanco. En cualquier caso la señalización óptica que empleemos ha de ser tal que de forma visible y a la vez sencilla, con fácil interpretación, advierta de los riesgos existentes.

Se considera una zona de 5 m. alrededor de la máquina retroexcavadora como zona de peligrosidad.

Las rampas de acceso serán estables y con talud adecuado; el borde de la rampa estará reforzada con un retallo que sirva de tope a los camiones en su circulación. Las rampas estarán señalizadas con stop y limitación de velocidad. Su pendiente no será superior al 12 por 100 y del 8 por 100 en tramos curvos. En los bordes se colocarán cintas de señalización en color rojo o bandas alternadas verticales en colores blanco y rojo. Los camiones dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador y una puerta a cada lado.

Se señalizarán adecuadamente los obstáculos 5 m. alrededor de las máquinas mediante cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 60º respecto a la horizontal.

En caso de no llevar directamente a vertedero el material de excavación, estará apilado a una distancia no menor de 2m.del borde de la excavación (no es nuestro caso).

Establecer un canal de entrada y salida de las unidades de acopio y evacuación de materiales y medios auxiliares utilizados. Establecer un ritmo de trabajo que evite acumulaciones de piezas y equipos en el trabajo.

EPI's específicos

- ✓ Guantes de cuero o lana.

- ✓ Cinturón de seguridad tipo paracaídas cuando concurren las circunstancias de amarre a un punto sólido y no sean efectivas las medidas de protección colectiva.
- ✓ Calzado de seguridad.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Mono de trabajo bien ajustado.
- ✓ Trajes y botas de agua.

1.7.2 Perforación de Sondeos

Descripción

El método de perforación elegido para realizar los sondeos es el de perforación a rotación con circulación directa de lodos. La máquina utilizada será la Massenza MI8.

La máquina se desplazará mediante orugas. Se canalizará el agua y lodos para la circulación y se llevará a la balsa de lodos.

Riesgos

- ✓ Atropellos de personas por maquinaria en movimiento.
- ✓ Colisiones de objetos y maquinaria.
- ✓ Caídas al mismo nivel.
- ✓ Caídas a distinto nivel.
- ✓ Cortes y atrapamientos por el varillaje.

Formación específica

Se formará a los operarios en tomo a la interpretación correcta de la señalización empleada y del manejo propio de la perforadora.

Información específica

Drenar el terreno de lluvias nieves, etc., para que esté en las mejores condiciones posibles y evitar resbalones.

Protecciones colectivas

Las máquinas deben indicar en todo momento su posición y movimientos.

Dispondrán de una bocina o claxon de señalización acústica. Señal sonora y luminosa para indicación de la maniobra de marcha atrás. También se colocarán dispositivos de balizamiento de posición y pre señalización como: conos, cinta, lámparas destellantes, etc....

Se señalarán las zonas de trabajo para evitar la intrusión de personas ajenas a la actividad mediante cintas de color rojo o bandas alternadas verticales en color rojo y blanco. En cualquier caso la señalización óptica que empleemos ha de ser tal que de forma visible y a la vez sencilla, con fácil interpretación, advierta de los riesgos existentes.

Se considera una zona de 5 m. alrededor de la máquina perforadora como zona de peligrosidad.

EPI's específicos

- ✓ Guantes de cuero o lana.
- ✓ Calzado de seguridad.
- ✓ Casco de seguridad.
- ✓ Mono de trabajo bien ajustado.
- ✓ Trajes y botas de agua.

1.7.3. Instalaciones de calefacción y ACS.

Descripción

La instalación de ACS se realizará con tubería de acero galvanizada, en columnas montantes galvanizadas o de cobre, aisladas con coquillas de fibra de vidrio, con las tomas necesarias en cada planta.

Una vez realizada la tabaquería interior, se colocarán los ramales de distribución interior para acometida y desagües de los aparatos sanitarios, así como los botes sifónicos. Por último se instalará todos los aparatos sanitarios, grifería y válvulas de cierre.

La calefacción será mediante bomba de calor geotérmica.

Riesgos

- ✓ Caídas de objetos y materiales a niveles inferiores.

- ✓ Contacto eléctrico indirecto por ausencia de aislamiento de la maquinaria.
- ✓ Caídas al mismo nivel y a niveles inferiores.
- ✓ Cortes en las manos, al manipular objetos cortantes.
- ✓ Radiaciones infrarrojas y ultravioletas generadas en soldaduras.
- ✓ Golpes y contusiones en extremidades inferiores y superiores, en el manejo de herramientas.
- ✓ Explosiones, incendios y quemaduras, en soldadura y otros.

Protecciones colectivas

La ubicación in situ de aparatos sanitarios (bañera, bidés, inodoros, piletas, fregaderos y asimilables) será efectuado por un mínimo de tres operarios-accidentes por caídas y desplomes de los aparatos. Los operarios llevarán cinturones portaherramientas.

La iluminación eléctrica a base de portátiles se efectuará mediante "mecanismo estancos de seguridad" con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

Los cables para la soldadura por arco tendrán aislamiento adecuado. Toda la maquinaria eléctrica portátil estará equipada con doble aislamiento.

Las masas de cada aparato de soldadura, estará puestas a tierra, así como uno de los conductores del circuito de utilización para la soldadura.

Se repondrán las protecciones de los huecos de los forjados una vez realizado el aplomado para la instalación de conductos verticales. El operario u operarios que realicen la tarea de aplomado utilizarán protecciones, personales.

Se rodearán con barandillas de 90 cm. de altura los huecos de los forjados para paso de tubos que no puedan cubrirse después de concluido el aplomado, para evitar el riesgo de caída. Los lugares de paso estarán siempre libres de obstáculos.

En caso de cruce de tuberías por lugares de paso, se protegerán mediante su cobertura con tableros o tablones, con el fin de eliminar el riesgo de caídas.

Los bloques de elementos de calefacción, aparatos sanitarios, etc. se descargarán sobre las plataformas de descarga con ayuda del gancho de la grúa. La carga será guiada por dos hombres mediante los dos cabos de la guía que penderán de ella, para evitar el riesgo de derrame de la carga, cortes en las manos, prohibiéndose guiar la carga directamente con la mano.

Las herramientas no se lanzarán, sino que se entregarán en la mano. Se utilizarán herramientas (martillos, tijeras, etc.) en buen estado y de acuerdo a las instrucciones para su correcta utilización.

Sólo se puede proteger de ellas mediante protecciones personales. El soldador y sus ayudantes, en las operaciones propias de la función, dispondrán y utilizarán viseras, capuchones o pantallas para protección de su vista y discos o manoplas para proteger sus manos, mandiles de cuero y botas, que reunirán las características precisas para proteger de las radiaciones.

Las herramientas se utilizarán por las personas autorizadas para ello, según los esquemas de procedimientos a seguir y se entregarán en la mano en vez de arrojarse.

La iluminación eléctrica del local donde se almacenen las botellas o bombonas de gases licuados, se efectuará mediante mecanismo estancos antideflagrantes de seguridad y tendrán ventilación constante por corriente de aire y puerta con cerradura de seguridad en la que se señalizará "Peligro explosión" y "Prohibido fumar". Al lado de la puerta se instalará un extintor de polvo químico seco o CO₂.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables y abandonar estos mientras estén encendidos.

Las bombonas o botellas de gases licuados se transportarán y permanecerán en los carros portabotellas y se evitará soldar con las botellas o bombonas de gases licuados expuestos al sol. Se colocará una señal de advertencia que diga "No utilice acetileno para soldar cobre o elementos que lo contengan, se produce" Acetileno de cobre" que es un componente explosivo". Tampoco puede entrar en contacto con el cloro, bromo, bronce, flúor, plata y mercurio.

Las ojivas son pintadas en función del gas que contienen: oxígeno: blanco-hidrógeno: rojo-nitrógeno: verde- acetileno: marrón.

Las botellas en servicio, deben estar en posición vertical en su soporte o carro, o unidas con cadena a un soporte resistente, alejadas de la zona de trabajo entre 5 y 10 metros y las botellas de acetileno, antes de ser utilizadas, estarán necesariamente en posición vertical al menos 12 horas. Se verificará la estanqueidad de las mangueras con agua jabonosa, nunca con la llama.

Formación específica

Al ser realizadas por personal habituado a estas tareas, existe el riesgo latente de accidente, como consecuencia de la repetición de actividades, que desemboca en una actitud pasiva de cara a los riesgos inherentes que se general al realizar las referidas instalaciones, por lo que este factor (confianza), se ha de tener en cuenta en el desarrollo de las mismas y formar a los operarios en la importancia de mantenerse siempre, alerta, cuidar cada operación de trabajo y la manipulación de herramientas o materiales y el necesario control de aquellos elementos más peligrosos.

Se realizará un estudio previo de los recorridos a realizar, adiestramiento correcto y supervisión adecuada.

Información específica

En caso de riesgo de explosión del acetileno por calor, se alejarán del foco del calor y si el riesgo es inminente, se alojará la botella en una masa de agua durante cuatro horas, hasta que se enfríe.

EPI's específicos

- ✓ Guantes aislantes para introducir los electrodos en el portaelectrodos. Casco de seguridad de PVC en todos los oficios.
- ✓ Cinturón de seguridad tipo paracaídas.
- ✓ Calzado de seguridad contra riesgos de aplastamiento. Guantes de fontanero y electricista.

2. Pliego de condiciones

2.1 Pliego de Condiciones Generales

La instalación geotérmica proyectada mediante bomba de calor geotérmica y captación vertical estará regulada a lo largo de su ejecución y hasta la finalización de la misma por las Normas, Reglamentos, Decretos, Órdenes Ministeriales, Ordenanzas Municipales y Comunitarias, así como las normas de carácter particular, que a continuación se detallan, siendo de obligado cumplimiento para las partes indicadas.

2.1.1 Normas legales y reglamentarias de aplicación

Normativa general de desarrollo

- ✓ Real Decreto Legislativo 1/1994 de 20 de junio por el que se aprueba el texto refundido de la Ley general de la Seguridad Social.
- ✓ Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que sea prueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✓ Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- ✓ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- ✓ Real Decreto 1627/1997, por el que se aprueba el Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obra de construcción.
- ✓ Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- ✓ Normas Básicas de la Edificación.
- ✓ Normas tecnológicas de la Edificación, aplicables en función de las unidades de obra o actividades correspondientes y en lo que concierne a su aspecto preventivo de seguridad y protección de la salud.

- ✓ Ley 32/2006 reguladora de subcontratación en el sector de la construcción. Normativa sectorial de desarrollo
- ✓ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.
- ✓ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- ✓ Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- ✓ Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- ✓ Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, modificado por el Real Decreto 1124/200, de 16 de junio.
- ✓ Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobreprotección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición de agentes biológicos durante el trabajo.
- ✓ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- ✓ Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos.
- ✓ Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- ✓ Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

2.1.2 Medios y equipos de protección

2.1.2.1 Condiciones generales de los medios de protección

Todos los EPI's, medios auxiliares, tendrán marcado CE, "Puesta de Conformidad" o certificado de cumplimiento de la normativa aplicable.

Toda maquinaria, equipos, protecciones, presentes en la obra, cumplirán como mínimo las especificaciones indicadas por el fabricante. Todas aquellas prendas de protección individual o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil desechándose a su término.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante serán desechadas.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en un determinado equipo o prenda, se repondrá el mismo, independientemente de la duración prevista o de la fecha de entrega.

Aquellas prendas o equipos que hayan sufrido un trato límite serán desechadas. El uso de una prenda o equipo de protección nunca supondrá un riesgo en sí mismo.

2.1.2.2 Protecciones individuales

La regulación de los equipos de protección individual, deberá cumplir con lo establecido en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud con respecto a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Todos los equipos de protección individual utilizados en la obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- ✓ Tendrán la Marca CE. Si no existiese ésta en el mercado, será necesario que:
- ✓ Esté homologado MT.
- ✓ Esté en posesión de una homologación equivalente de cualquiera de los estados miembros de la Unión Europea.
- ✓ Si no hubiese la homologación descrita en el punto anterior, serán admitidas las homologaciones equivalentes de los EE.UU.
- ✓ Los EPI's tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.
- ✓ Todo EPI deteriorado o roto será reemplazado de inmediato.

En todo caso, todo el personal que permanezca en la zona de obras, dispondrá de un equipo de protección idóneo para la situación en la que se encuentre.

El equipo de protección individual será complementario a las protecciones colectivas, nunca serán sustitutivos de éstos.

Todo equipo utilizado requiere un mantenimiento adecuado para garantizar un correcto funcionamiento: esto debe ser tenido en cuenta en los equipos de protección individual, que deben ser revisados, limpiados, reparados y renovados

cuando sea necesario. Este control y limpieza debe encargarse a un servicio organizado o a los mismos operarios previamente formados en estas labores.

2.1.2.3 Protecciones colectivas

Las protecciones colectivas que se emplearán cumplirán con las siguientes condiciones generales:

Las protecciones colectivas estarán en acopio disponible para uso inmediato, dos días antes de la fecha decidida para su montaje. Se encontrarán en perfecto estado de utilización.

Antes de ser necesario su uso, estarán en acopio real en la obra con las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación.

Serán instaladas previamente antes de iniciar cualquier trabajo que requiera su montaje. Queda prohibido el comienzo de un tajo o actividad que requiera protección colectiva, hasta que esté montada por completo en el ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.

Se desmontará de inmediato toda protección colectiva en uso en la que se aprecien deterioros con la merma efectiva de o calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual. En cualquier caso, estas situaciones se evalúan como riesgo intolerable.

Las protecciones colectivas proyectadas en este trabajo, están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra. El Contratista principal realizará el montaje, mantenimiento en buen estado y retirada de la protección colectiva por sus medios o mediante subcontratación.

El montaje y uso correcto de la protección colectiva definida en este Estudio de Seguridad y Salud, es preferible al uso de equipos de protección individual para defenderse de idéntico riesgo: en consecuencia, la Jefatura de Obra no admitirá el cambio de uso de protección prevista, por el de equipos de protección individual, ni a nuestros trabajadores ni a los dependientes de las diversas subcontratas o a los trabajadores autónomos. Tienen presencia durante toda la obra: señalización, extintores, iluminación, instalación eléctrica, limpieza, circulación horizontal y vertical.

2.1.2.4 Máquinas, equipos e instalaciones de obra

La maquinaria sólo será utilizada por personal competente, con la adecuada formación y autorización del empresario.

Se utilizará según las instrucciones del fabricante, que en todo momento acompañarán a las máquinas y será conocida por los operadores de las mismas.

Se dispondrá de justificante de los mantenimientos periódicos de la maquinaria (incluso de la ITV si procede).

Toda la maquinaria dispondrá de manual de instrucciones y mantenimiento, y éste se entregará antes de iniciar las actividades.

2.1.3 Locales provisionales de obra

Las instalaciones provisionales de obra de adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo dispuesto en los artículos 39 al 42 de la ordenanza general de Seguridad y Salud.

2.1.4 Servicios de prevención

La empresa adjudicataria del contrato dispondrá de:

- ✓ Un servicio de prevención propio
- ✓ Un servicio de prevención ajeno
- ✓ Un trabajador/es designado/s Regulado según lo indicado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, La Ley 31/1995 y en el Real Decreto 1627/1997, el cual se encargará de los siguientes cometidos:
 - Diseño, elaboración, aplicación y coordinación de los planes de Seguridad y Salud en el trabajo, con especial cuidado en las labores preventivas.
 - Evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la salud o seguridad de sus trabajadores.
 - Instrucción y formación de todo el personal encargado de la ejecución de las obras sobre temas relacionados con la seguridad de manera que se observen con exactitud todas las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia y las medidas legales vigentes en materia de Seguridad e Higiene y Salud Laboral.
 - La vigilancia de la salud de sus trabajadores en relación con los riesgos derivados de su trabajo. La prestación de los primeros auxilios y planes de trabajo.

2.1.5 Actuación en caso de accidente

En obra existirá un botiquín conteniendo los siguientes artículos:

- ✓ Agua oxigenada.
- ✓ Alcohol.
- ✓ Tintura de yodo.
- ✓ Mercurocromo.
- ✓ Amoniaco.
- ✓ Gasas estériles.

- ✓ Algodón hidrófilo estéril.
- ✓ Esparadrapo y tiritas.
- ✓ Torniquete.
- ✓ Tijeras.
- ✓ Guantes estériles.
- ✓ Analgésicos.
- ✓ Pinzas....

El material utilizado será repuesto inmediatamente, manteniéndose siempre en buenas condiciones de seguridad e higiene. Se revisará anualmente. El botiquín estará señalizado, colocándose indicativos en la obra.

2.1.6 Formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en aquellas unidades de obra que así lo requieran por sus características específicas dentro del horario de trabajo. El contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar a todos los trabajadores a su cargo, que como mínimo tendrán conocimiento de los riesgos que conlleva su trabajo, así como de los conductos a observar y del uso de las protecciones colectivas y equipos de protección individual.

Por el mismo motivo, deberá exigir a los subcontratistas que proporcionen a sus trabajadores la formación e información necesario, relacionados con los trabajos que van a desarrollar en la obra.

2.1.7 Obligaciones de las partes implicadas

Si se utilizasen elementos de seguridad, no incluidos en el presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la empresa constructora, previa autorización de la Dirección Facultativa.

Al Coordinador en materia de seguridad y salud designado en fase de ejecución de la obra le corresponde el control y supervisión del Plan de Seguridad y Salud, así como autorizar cualquier modificación del mismo dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente según lo pactado se realizarán las pertinentes certificaciones del presupuesto de seguridad

Los suministradores de medios auxiliares, dispositivos y máquinas, así como los subcontratistas, entregarán al jefe de obra, el cual informará a los Delegados de Prevención y al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución, las normas para montaje, desmontaje, usos y mantenimiento de los suministros y actividades; todo ello destinado a que los trabajos se ejecuten con la seguridad suficiente y cumpliendo la normativa vigente.

Todas las empresas que intervienen en la obra deberán presentar debidamente cumplimentadas los anejos siguientes:

- ✓ Certificados de aptitud de los trabajadores.
- ✓ Certificados de formación en Prevención de Riesgos Laborales
- ✓ Certificados de EPI's

Se presentarán antes del comienzo de los trabajos los procedimientos de trabajo (contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos). Se realizarán actualizaciones del listado del personal que interviene en la obra.

2.1.8 Obligaciones del promotor

- ✓ Nombrar, si es el caso , al coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto
- ✓ Nombrar al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra
- ✓ Hacer que se elabore, en la fase de redacción de proyecto, un estudio de seguridad y salud o un estudio básico de seguridad y salud
- ✓ Elección de contratista o contratistas para la ejecución de la obra
- ✓ Comunicar a la autoridad laboral el AVISO PREVIO. Informar a aquellos otros (distintos del empresario titular) que desarrollen actividades en el centro de trabajo sobre los riesgos y las medidas de protección, prevención y emergencia.
- ✓ Informar a aquellos otros (distintos del empresario titular) que desarrollen actividades en el centro de trabajo sobre los riesgos y las medidas de protección, prevención y emergencia especialmente cuando se trate de actividades reglamentariamente consideradas como peligrosas o con riesgos especiales.
- ✓ El promotor abonará a la empresa constructora, previa certificación de la dirección facultativa las partidas incluidas en el presupuesto del PSS.

2.1.9 Obligaciones de los contratistas y subcontratistas

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- ✓ Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el artículo 1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- ✓ Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7.
- ✓ Cumplir la normativa en materia de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- ✓ Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.
- ✓ Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o en su caso de la dirección facultativa.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan. Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

2.1.10 Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- ✓ Aplicar los principios de la acción preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades del Real Decreto 1627/1997.
- ✓ Cumplir con las disposiciones mínimas de seguridad y salud según establece el Real Decreto 1627/1997.
- ✓ Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales que establece para los trabajadores el artículo 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- ✓ Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- ✓ Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
- ✓ Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o en su caso de la dirección facultativa.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

2.1.11 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas: por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- ✓ Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- ✓ Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- ✓ No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que tenga lugar.
- ✓ Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores asignados para realizar actividades de protección o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- ✓ Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- ✓ Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos del Estatuto de los trabajadores o de falta.

2.1.12 Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Es obligatoria su designación conforme existan:

- ✓ Más de una empresa contratista (incluidos subcontratistas).
- ✓ Una empresa y trabajadores autónomos.
- ✓ Diversos trabajadores autónomos.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra debe desarrollar las siguientes funciones:

- ✓ Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad
- ✓ Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en concreto, en las tareas o actividades a que se refiere el Real Decreto 1627/1997.
- ✓ Aprobar o informar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y en su caso las modificaciones introducidas en el mismo
- ✓ Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- ✓ Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- ✓ Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

2.1.13 Seguros de responsabilidad civil

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional. Asimismo el contratista deberá disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de las que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia, imputables al mismo o las personas de que deba responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de responsabilidad civil patronal.

2.1.14 Accidentes

- ✓ El Parte oficial de accidente de trabajo deberá cumplimentarse en aquellos accidentes o recaídas que conllevan la ausencia del accidente del lugar de trabajo de, al menos, un día, previa baja médica. El modelo se ajustará al modelo oficial emitido por la Orden de 16 de diciembre de 1987. Se confeccionará según las instrucciones que vienen al dorso del modelo oficial.
- ✓ El Parte de accidente de trabajo sin baja médica se cumplimentará mensualmente en la obra. El modelo se ajustará al modelo oficial emitido por la Orden de 156 de diciembre de 1987. Se confeccionará según las instrucciones que vienen al dorso.

2.1.15 El Aviso Previo

Antes del comienzo, de la obra, el Promotor deberá realizar un Aviso Previo a la Autoridad Laboral competente. Este Aviso Previo se redactará conforme a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

2.1.16 Libro de Incidencias

Estará siempre en obra en posesión del Coordinador o Dirección Facultativa.

Tienen acceso para efectuar anotaciones con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud:

- ✓ Dirección Facultativa.
- ✓ Contratista.
- ✓ Subcontratistas.
- ✓ Trabajadores Autónomos.
- ✓ Servicios de Prevención, Delegados de prevención.
- ✓ Representante de los trabajadores.

El Coordinador o Dirección Facultativa debe remitir a Inspección de Trabajo en 24 horas la copia de cada anotación.

