Proyecto de ejecución para la Desgasificación de la central de producción de calor del Edificio Errotaburu de la Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.

Eliminación del consumo de gas en la producción de calor para calefacción, electrificando el total de la climatización en el edificio Errotaburu, así como incrementando la eficiencia energética global.

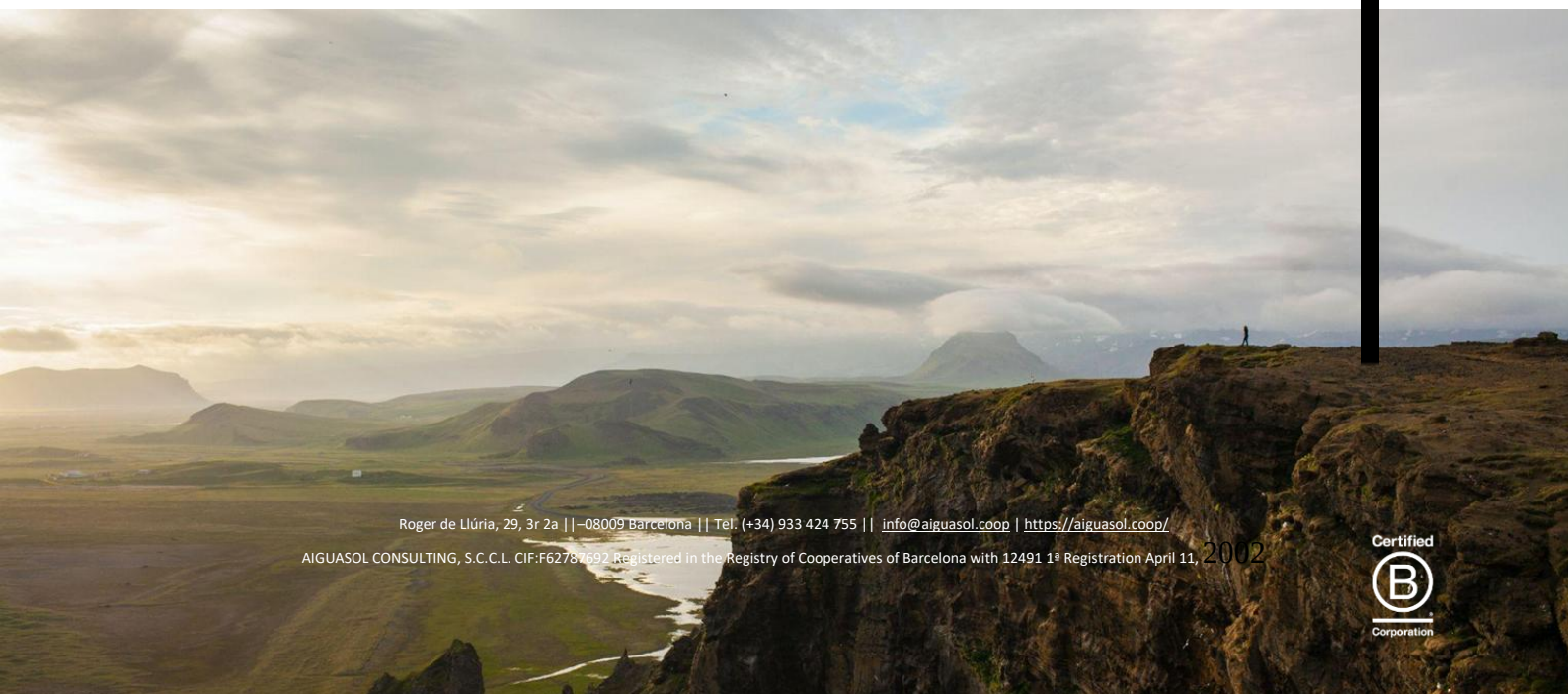
Referencia: S00338

A la atención de Luis Allaflor e Iñaki Puga

Oiartzun, el 02 de febrero de 2024

AIGUASOL
Creative Climate Solutions

2024



Roger de Llúria, 29, 3r 2a ||–08009 Barcelona || Tel. (+34) 933 424 755 || info@aiguasol.coop | https://aiguasol.coop/
AIGUASOL CONSULTING, S.C.C.L. CIF:F62787692 Registered in the Registry of Cooperatives of Barcelona with 12491 1ª Registration April 11, 2002

Certified B Corporation

Índice

ÍNDICE **1**
REVISIONES **7**
1 MEMORIA **8**
1.1 PRELIMINARES **8**
1.1.1 Datos identificativos del proyecto 8
1.1.2 Emplazamiento 9
1.1.3 Antecedentes 10
1.1.4 Objeto del proyecto 10
1.1.5 Alcance 11
1.1.6 Composición del proyecto 11
1.1.7 Definiciones 12
1.1.8 Glosario 14
1.1.9 Legislación aplicable: normativa y referencias 15
1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE **18**
1.2.1 La edificación 18
1.2.2 Caracterización de la demanda energética del edificio (calefacción) 18
1.2.3 Producción de calor y frío existente 19
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA **21**
1.4 DIMENSIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA **24**
1.4.1 Cobertura de demanda de calefacción y refrigeración 24
1.4.2 Selección del modelo de bombas de calor 26
1.4.3 Selección del modelo de climatizadores 29
1.4.4 Espacio disponible 30
1.4.5 Criterios de diseño y cumplimiento de normativa 30
1.4.6 Diseño subsistema de generación 31
1.4.6.1 Equipos de generación: Bombas de Calor AERMEC 31
1.4.7 Diseño subsistema de distribución 33
1.4.7.1 Fluido circulante de los circuitos 33
1.4.7.2 Redes de tuberías 33
1.4.7.3 Equipos de bombeo 33
1.4.7.4 Depósitos 34
1.4.8 Diseño de los dispositivos de seguridad 34
1.4.8.1 Vasos de expansión 34
1.4.8.2 Válvulas de seguridad 35
1.4.9 Diseño subsistema de aire primario 35
1.4.9.1 Unidades de tratamiento de aire 35
1.4.9.2 Red de conductos 36
1.4.10 Alimentación y vaciado 37
1.4.11 Aislamiento térmico 38
1.4.11.1 Aislamiento en tuberías 38
1.4.11.2 Aislamiento en conductos 39
1.4.12 Ubicación elementos 40

1.4.13 Diseño subsistema de regulación, control y medición 40
1.4.13.1 Generalidades 40
1.4.13.2 Descripción del sistema 40
1.4.13.3 Sistemas de medición 41
1.4.13.4 Sistemas de seguridad. Generalidades 42
1.4.14 Diseño subsistema eléctrico 42
1.4.15 Comprobaciones y puesta en marcha 43
1.5 JUSTIFICACIONES DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (R.I.T.E) 44
1.5.1 Justificación de limitación demanda energética 44
1.5.2 Justificación del cumplimiento de exigencia de bienestar e higiene 44
1.5.2.1 Procedimiento de verificación 44
1.5.2.2 Cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del aparatado IT 1.1.4.2. 44
1.5.2.3 Cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado IT 1.1.4.4. 45
1.5.3 Justificación del cumplimiento de exigencia de eficiencia energética 46
1.5.3.1 Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío de la IT 1.2.4.1. 47
1.5.3.2 Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío de la IT 1.2.4.2. 47
1.5.3.3 Cumplimiento de la exigencia eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas de la IT 1.2.4.3. 49
1.5.3.4 Cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos de la IT 1.2.4.4. 50
1.5.3.5 Cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía de la IT 1.2.4.5 50
1.5.4 Justificación del cumplimiento de exigencia de seguridad 51
1.5.4.1 Procedimientos de verificación simplificados 51
1.5.4.2 Cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado IT 1.3.4.1. 51
1.5.4.3 Cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado IT 1.3.4.2. 52
1.5.4.4 Cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado IT 1.3.4.3. 54
1.5.4.5 Cumplimiento de la exigencia de seguridad de utilización del apartado IT 1.3.4.4. 54
1.6 DESCRIPCIÓN PLANNING OBRA 56
1.7 ESTRUCTURA METÁLICA SOPORTE EQUIPOS EN CUBIERTA 60
1.8 HOJA DE FIRMAS 63
2 ANEXOS 64
2.1 CÁLCULO DE TRANSMITÁNCIAS 64
2.2 CÁLCULO DE LIMITACIÓN DEMANDA ENERGÉTICA HE1 65
2.3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS 66
2.4 SELECCIÓN DE GENERADORES CALOR Y FRÍO 67
2.5 PRODUCCIÓN DE ACS Y CONTRIBUCIÓN SOLAR TÉRMICA HE4 68
2.6 SELECCIÓN DE EQUIPOS TERMINALES 69
2.7 UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE 70
2.8 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR HS3 71
2.9 CÁLCULO DE CIRCUITO HIDRÁULICO 72
2.10 CÁLCULO DE VASOS DE EXPANSIÓN 74
2.11 CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE 78

2.12 CÁLCULO DIFUSIÓN DE AIRE 79
2.13 CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 80
2.14 LISTADO PUNTOS DE CONTROL 81
2.15 INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO 83
2.15.1 Intervenciones y frecuencias de mantenimiento preventivo ... 83
2.15.1.1 Redes hidráulicas, componentes y accesorios ... 85
2.15.1.2 Sistemas y equipos de regulación y control ... 88
2.15.1.3 Cuadros eléctricos y líneas eléctricas ... 90
2.15.2 Gestión energética de la instalación ... 91
2.15.2.1 Evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores ... 91
2.15.3 Asesoramiento energético ... 92
2.15.4 Instrucciones de seguridad ... 92
2.15.5 Instrucciones de manejo y maniobra ... 93
3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ... 94
3.1 GENERALIDADES 94
3.2 GENERADORES DE CALOR Y FRÍO 94
3.2.1 Condiciones generales ... 94
3.2.2 Documentación ... 94
3.2.3 Accesorios ... 95
3.2.4 Presión de prueba. ... 95
3.3 CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE HUMOS. 95
3.4 TUBERÍAS Y ACCESORIOS. 95
3.4.1 Aislamientos Térmicos de tuberías ... 96
3.5 VÁLVULAS 96
3.5.1 Válvulas de esfera ... 97
3.5.2 Válvulas de mariposa ... 97
3.5.3 Válvulas de asiento ... 97
3.5.4 Válvulas de retención ... 97
3.6 MATERIALES DE ACERO 98
3.7 MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS. 98
3.8 BOMBAS 98
3.9 ALIMENTACIÓN Y VACIADO 99
3.10 EXPANSIÓN 99
3.11 ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL 100
3.11.1 Aparatos de medida ... 101
3.11.2 Rejillas de ventilación ... 101
3.11.3 Contadores de caudal ... 101
3.11.4 Medidores de energía ... 101
3.12 MONTAJE DE LA INSTALACIÓN 102
3.12.1 Generalidades ... 102
3.12.2 Proyecto ... 102
3.12.3 Planos y esquemas de las instalaciones ... 102
3.12.4 Acopio de materiales ... 102
3.12.5 Replanteo ... 103
3.12.6 Cooperación con otros contratistas ... 103

3.12.7 Ayudas de Albañilería y Herrería. 103
3.12.8 Protección 104
3.12.9 Limpieza 104
3.12.10 Ruidos y vibraciones 104
3.12.11 Accesibilidad 104
3.12.12 Señalización 105
3.12.13 Instalación de equipos 105
3.12.14 Instalación del Aislamiento térmico 105
3.12.15 Instalación de tuberías 106
3.12.16 Conexiones y uniones 108
3.12.17 Manguitos y pasamuros 109
3.12.18 Pendientes 110
3.12.19 Purgas 110
3.12.20 Soportes 110
3.13 CRITERIOS DE MEDICIÓN 111
3.14 PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN. 111
3.14.1 Generalidades 111
3.14.2 Limpieza interior de las redes de distribución 111
3.14.3 Comprobación de la ejecución 112
3.14.4 Pruebas hidrostáticas de las redes de tuberías 112
3.14.5 Otras pruebas 113
3.14.6 Puesta en marcha y recepción 113
3.14.6.1 Certificado de las instalaciones 113
3.14.6.2 Recepción provisional 113
3.14.6.3 Recepción definitiva y garantía técnica 114
4 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 115
4.1 INTRODUCCIÓN 115
4.2 OBJETO 115
4.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD 116
4.4 DATOS GENERALES 116
4.5 EMPLAZAMIENTO 117
4.6 INTERFERENCIAS CON LOS SERVICIOS AFECTADOS 118
4.7 CENTROS ASISTENCIALES 120
4.8 ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA OBRA 121
4.8.1 Organización de la actividad preventiva de los contratistas 121
4.8.2 Comité de Seguridad y salud 121
4.8.3 Coordinación de subcontratas 122
4.8.4 Vigilancia de la salud de los trabajadores 123
4.8.5 Formación e información en seguridad y salud laboral 123
4.8.6 Libro de incidencias 123
4.8.7 Libro de Subcontratación 124
4.8.8 Comunicación de apertura de centro de trabajo 127
4.8.9 Servicios Sanitarios y comunes 127
4.8.10 Condiciones técnicas de las instalaciones provisionales 129
4.9 PRESENCIA DEL RECURSO PREVENTIVO 132

4.9.1 Formación mínima necesaria del recurso preventivo 132
4.9.2 Las funciones básicas que deberá realizar, serán las siguientes: 132
4.10 . CONTROL DE ACCESOS 134
4.11 . VARIACIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD 136
4.12 . EMERGENCIAS 137
4.12.1 . Definiciones 137
4.12.2 . Estudio de Emergencia 137
4.12.3 . Accidente de trabajo 138
4.12.4 . Incendios 141
4.13 . DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR 144
4.14 . APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD AL PROCESO CONSTRUCTIVO 146
4.14.1 . Demolición de apoyos en cubierta 146
4.14.2 . Estructura metálica en cubierta 150
4.14.3 . Cierres y divisiones 154
4.14.4 . Instalación eléctrica 157
4.14.5 . Instalación hidráulica 160
4.14.6 . Herrería 161
4.14.7 . Pintura 164
4.15 . MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 168
4.15.1 . Grúa autopropulsada 168
4.15.2 . Martillo neumático 171
4.15.3 . Herramientas manuales 174
4.16 . ELEMENTOS AUXILIARES 190
4.16.1 . Andamios en general 190
4.16.2 . Andamios de borriquetas 195
4.16.3 . Escalera de mano 198
4.16.4 . Puntales 205
4.16.5 . Contenedores 208
4.16.6 . Elementos de izado de cargas 209
4.17 . SEÑALIZACIÓN 223
4.17.1 . Normas Generales 223
4.17.2 . Señales de seguridad 223
4.18 PLANOS 233
4.19 . Capítulo 10: Presupuesto 234
5 CONTROL DE CALIDAD 235
6 GESTIÓN DE RESIDUOS 236
6.1 CONTENIDO DEL DOCUMENTO 236
6.2 AGENTES INTERVINIENTES 236
6.2.1 Identificación 236
6.2.1.1 Productor de residuos (promotor) 237
6.2.1.2 Poseedor de residuos (empresa instaladora) 237
6.2.1.3 Gestor de residuos 238
6.2.2 Obligaciones 238
6.2.2.1 Productor de residuos (promotor) 238
6.2.2.2 Poseedor de residuos (constructor ó empresa instaladora) 239

6.2.2.3 Gestor de residuos 240
6.3 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE 241
6.4 DEFINICIONES 242
6.5 MEDIDA DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS 243
6.6 CANTIDAD DE RESIDUOS 245
6.7 SEPARACIÓN DE RESIDUOS 247
6.8 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN EN OBRA 248
6.9 DESTINO FINAL 249
6.10 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO SOBRE RESIDUOS 250
6.11 PRESUPUESTO 253
7 PLANOS 255
8 ESTUDIO ESTRUCTURAL 256
9 FICHAS TÉCNICAS 257
10 PRESUPUESTO 258
11 ANEJO 1 CERTIFICADO ENERGÉTICO 259

Ilustración 1. Emplazamiento 9
Ilustración 2. Distribución actual cubierta 19
Ilustración 3. Esquema principio generación de calor actual 20
Ilustración 4. Esquema principio generación de frío actual 20
Ilustración 5. Esquema conceptual producción exclusiva de calor (invierno) 21
Ilustración 6. Esquema conceptual producción mixta calor y frío (otoño / primavera) 22
Ilustración 7. Esquema conceptual producción exclusiva de frío (verano) 22
Ilustración 8. Propuesta distribución cubierta 23
Ilustración 9. Ubicación equipos nuevos 30
Ilustración 10. Curva monótona de calefacción 31
Ilustración 11. Bomba de calor 2 tubos NRG1400XHºAVJºBH 32
Ilustración 12. Bomba de calor 4 tubos NPG1000A4VJºDDSC 32
Ilustración 13. Unidad de tratamiento de aire 36
Ilustración 14. Espesores mínimos de aislamiento para tuberías de fluidos calientes según RITE 38
Ilustración 15. Espesores mínimos de aislamiento para tuberías de fluidos fríos según RITE 39
Ilustración 16. Espesores mínimos de aislamiento para conductos de aire según RITE 39
Ilustración 17. Espesores de aislamiento de tuberías según IT 1.2.4.2 del RITE 48

Revisiones

Versión documento	Fecha revisión	Revisado por	Comentarios
V 0.1	16/04/2024	David Caetano	

1 MEMORIA

1.1 PRELIMINARES

1.1.1 Datos identificativos del proyecto

Los datos del proyecto se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Datos del Proyecto

Datos de la instalación	
Dirección:	Edificio Errotaburu. Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.
Descripción de la actividad:	Oficinas

Datos del Cliente	
Nombre representante:	Diputación Foral de Gipuzkoa
Persona de contacto:	Luis Allaflor e Iñaki Puga

Redacción del proyecto	
Ingeniería:	Aiguasol, Sistemes Avançats d'Energia Solar Térmica, S.C.C.L. C.I.F.: F-62787692 Dirección: C.C. Mamut 20180 Oiartzun (Gipuzkoa)
Ingeniero responsable:	David Caetano Vera
Nº de colegiado:	3.137 - Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Gipuzkoa (COIIG)
Ingeniero colaborador:	Javier García del Rio y Nil Juvanteny Planagumà

1.1.2 Emplazamiento

El edificio de Errotaburu se encuentra en la siguiente dirección:

Edificio Errotaburu.
Errotaburu pasealekua, 2
20018 Donostia.

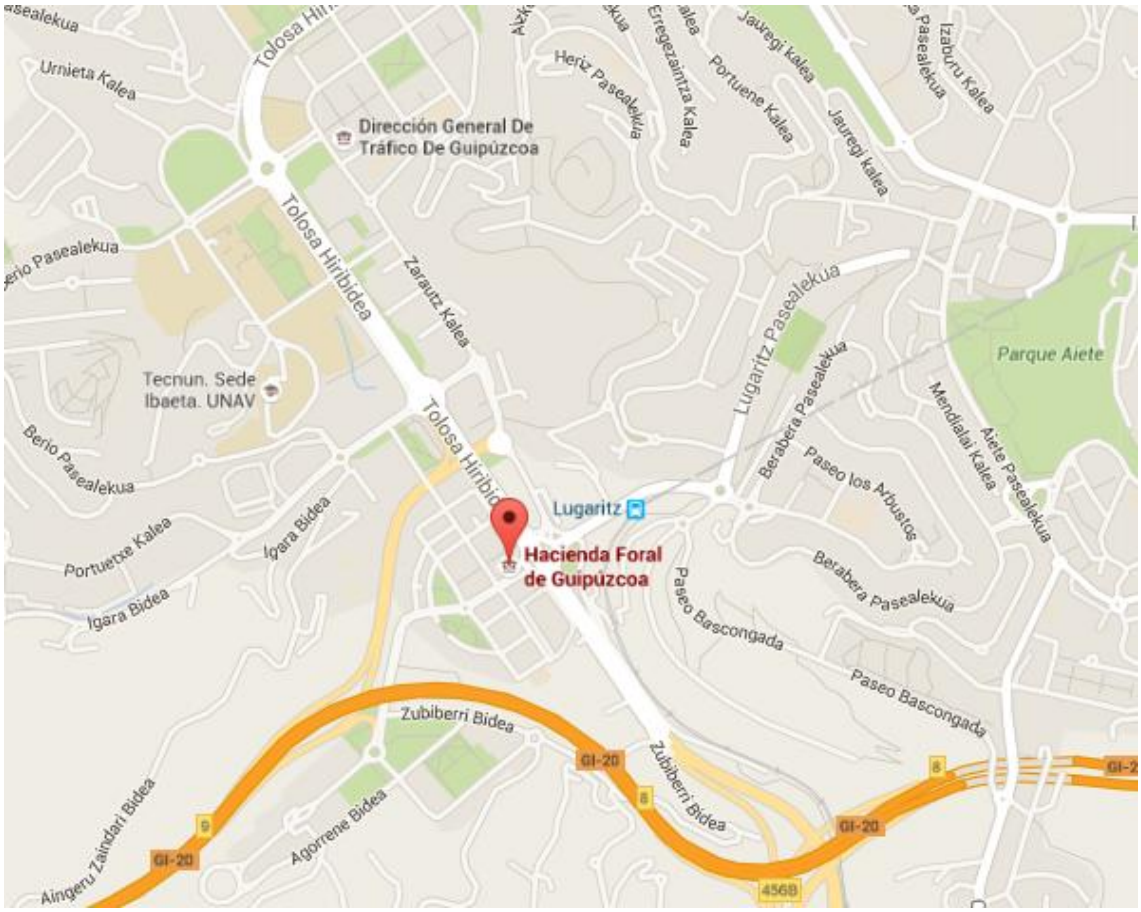


Ilustración 1. Emplazamiento

1.1.3 Antecedentes

Anterior a este proyecto, se realizó una auditoría energética del edificio donde se establecían diversas medidas de ahorro energético. Posteriormente, en 2016, se llevó a cabo un proyecto de ejecución donde se desarrollaba una de dichas medidas.

Concretamente, se propuso optimizar el consumo de gas del edificio mediante la sustitución de las 2 antiguas calderas ADISA por unas nuevas de condensación BURDERUS, rediseñando por completo y optimizando el circuito primario en producción de calor.

Actualmente la producción de calor en el edificio funciona básicamente con las mencionadas 2 calderas de condensación BURDERUS, dejándose las antiguas ADISA como refuerzo en los picos de más demanda en invierno. Las calderas de condensación trabajan en paralelo contra una botella de equilibrado que separa hidráulicamente el circuito primario del secundario, con un salto térmico de 15ºC (55-40ºC), para finalmente alimentar las unidades terminales que son del tipo fan-coils.

Por otro lado, se dispone de 2 climatizadores que tratan el aire primario, con sus respectivas baterías de calor y frío, ambos de unos 100kW.

En cuanto a la producción de frío, esta se realiza mediante 2 enfriadoras YORK de compresor alternativo y pistón del tipo abierto, refrigeradas mediante 2 torres de refrigeración.

1.1.4 Objeto del proyecto

Se redacta el presente proyecto con el objeto de describir la ejecución de la remodelación de las instalaciones de generación de calor y frío del edifico de Errotaburu.

Concretamente se plantea desgasificar la producción de calor mediante la instalación de dos bombas de calor aire-agua, dejando las actuales calderas de condensación como posible soporte para ayudar a absorber los picos de demanda.

El hecho de que la distribución se realice a baja temperatura hace que el utilizar bombas de calor permita obtener mayor eficiencia energética en la generación.

Además, se prevé que una de las bombas de calor sea del tipo polivalente, pudiendo satisfacer simultáneamente las demandas de calor y frío en temporadas intermedias.

También se prevé la sustitución de los actuales climatizadores por 2 de nuevos, que incorporen recuperación por sorción y free-cooling.

Por todo lo expuesto, el edificio Errotaburu mejorará la eficiencia energética y reducirá las emisiones de CO_2 asociadas a la generación, a la vez que incrementará el confort térmico de los usuarios.

1.1.5 Alcance

Se realizará el diseño de los nuevos elementos del sistema de generación de calor y frío mediante las bombas de calor y su integración con el sistema actual, así como de las nuevas unidades de tratamiento de aire. Se definirán las características mínimas a cumplir por cada uno de los elementos diseñados, su ubicación, la instalación de estos, así como la interconexión entre ellos y el sistema de control. Se han realizado, juntamente con el cliente y el mantenedor del edificio, las comprobaciones necesarias a efectos de la integración del sistema en la edificación existente.
Del presente proyecto se excluye el sistema de distribución y la generación de calor mediante las calderas actuales.

1.1.6 Composición del proyecto

Este Proyecto está compuesto por los siguientes documentos:

- DOCUMENTO Nº1: Memoria y justificaciones del RITE.
- DOCUMENTO Nº2: Anexo Cálculos.
- DOCUMENTO Nº3: Pliego de Condiciones Técnicas.
- DOCUMENTO Nº4: Estudio de Seguridad y Salud.
- DOCUMENTO Nº5: Control de Calidad
- DOCUMENTO Nº6: Estudio Gestión de Residuos.
- DOCUMENTO Nº7: Planos.
- DOCUMENTO Nº8: Mediciones y presupuesto.
- DOCUMENTO Nº9: Fichas técnicas.

1.1.7 Definiciones

- *Demanda neta:* Energía consumida por los usuarios en los puntos finales de consumo.

- *Demanda bruta del sistema:* Energía consumida por la instalación para poder ofrecer al usuario la demanda neta en los puntos finales de consumo. Por ejemplo, para una instalación centralizada, las pérdidas energéticas de las tuberías de distribución hasta los puntos terminales de consumo formarían parte del consumo del sistema dado que el sistema para poder transportar el calor hasta los puntos finales consumo esta parte de energía adicional.

- *Aportación auxiliar a la demanda bruta:* Energía auxiliar aportada al sistema (al consumo del sistema), para poder éste servir la demanda de los usuarios finales.

- *Consumo auxiliar anual:* Consumo total de energía del sistema auxiliar para poder servir la demanda de los usuarios finales teniendo en cuenta el rendimiento de las calderas.

- *Subestaciones*: Elementos que conforman la parte de la instalación perteneciente a cada uno de los usuarios (parte de la instalación individual dentro de cada vivienda).

- *ACS:* Agua Caliente Sanitaria.

- *Calefacción*: proceso por el que se controla solamente la temperatura del aire de los espacios con carga negativa.

- *Climatización*: acción y efecto de climatizar, es decir de dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas.

- *Edificio*: construcción techada con paredes en la que se emplea energía para acondicionar el clima interior: puede referirse a un edificio en su conjunto ó a partes del mismo que hayan sido diseñadas ó modificadas para ser utilizadas por separado.

- *Empresa suministradora:* aquella empresa legalmente capacitada para proveer energía y productos energéticos (gas, electricidad, productos petrolíferos, agua, etc.).

- *Energía convencional*: aquella energía tradicional, normalmente comercializada, que entra en el cómputo del Producto Interior Bruto de la nación.

- *Energía residual*: energía que se puede obtener como subproducto de un proceso principal.

- *Fluido portador*: medio empleado para transportar energía térmica en las canalizaciones de una instalación de climatización.

- *Generador:* equipo para la producción de calor o frío.

- *Local técnico*: espacio destinado únicamente a albergar maquinaria de las instalaciones térmicas.

- *Potencia térmica nominal*: potencia máxima que, según determine y garantice el fabricante, puede suministrar un equipo en funcionamiento continuo, ajustándose a los rendimientos declarados por el fabricante.

- *Rendimiento*: relación entre la potencia útil y la potencia nominal de un generador.

- *Sistema*: conjunto de equipos y aparatos que, relacionados entre sí, constituyen una instalación de climatización.

- *Unidad terminal*: equipo receptor de aire o agua de una instalación centralizada que actúa sobre las condiciones ambientales de una zona acondicionada.

- *Usuario*: persona física o jurídica que utiliza la instalación térmica.

1.1.8 Glosario

c_e : .....Calor específico de una sustancia $\left(J / kg \cdot K\right)$

ΔT : .....Diferencial de temperaturas (ºC)/ (K)

$Q_1(60^o C)$: Energía calorífica a una temperatura de 60ºC (J)

ºC: .....Grado centígrado.

K: .....Grado Kelvin.

m : .....Masa de una sustancia (kg)

T: .....Temperatura (ºC)

T^a : .....Temperatura ambiente (ºC)

m.c.a. .....Metros de columna de agua

1.1.9 Legislación aplicable: normativa y referencias

En el marco de los sistemas térmicos en edificios, las principales normativas aplicables son tres: el Código Técnico de la Edificación, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y las ordenanzas de las administraciones autonómicas y locales referentes a la implantación de sistemas de generación.
Se tienen en cuenta también las normativas que afectan al diseño de salas de máquinas, así como las relativas a las instalaciones eléctricas, principalmente el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
La normativa que afecta a la instalación proyectada es la presentada a continuación:

Normativa estatal:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio): sus Disposiciones Generales y Instrucciones Técnicas.
- Real decreto 238/2013, del 5 de abril, por lo que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, del 20 de julio.
- UNE 100020/1M: 1999 Climatización. Sala de máquinas.
- UNE 60601: Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor y frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.
- UNE 60601/1M: 2001 Instalación de calderas de gas para calefacción y/o agua caliente de consumo calorífico nominal (potencia nominal) superior a 70kW.
- Código Técnico de la Edificación, i en particular su documento básico HE Ahorro de Energía
- Exigencia básica HE1: Limitación de demanda energética.
- Exigencia básica HE2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- Exigencia básica HE4: Suministro de agua.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842 de 02/08/2002), así como sus instrucciones complementarias.
- Directiva 92/42/CEE del Consejo de la Unión Europea (Real Decreto 275/1995 de 24 de Febrero): requisitos mínimos de generadores de calor.
- Decreto 20/87, de 30 de Abril, contra la contaminación per ruidos y vibraciones.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (Decreto 2414/61 de 30 de Noviembre) y Normas que lo regulan (Orden del 15/03/63) y Decreto 05/10/64.
- Reglamento de Aparatos a Presión, Real Decreto 1.244/1.979 del 4 de abril.
- Orden del 6 de octubre de 1980, ITC-MIE-AP2, tuberías para fluidos relativas a calderas, BOE 265, del 4 de noviembre de 1980.
- Orden del 31 de mayo de 1.985, Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP11, del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a aparatos destinados a calentar o acumular agua caliente, Fabricados en serie. BOE nº 148, del 21 de junio de 1.985.
- Real Decreto 486/1.997: “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”

Otras normas a considerar:

- Real decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- UNE 123001/2M: 2003 Chimeneas. Cálculo y diseño.
- UNE 100153 IN 2004 Climatización. Soportes antivibratorios. Criterios de selección.
- UNE 100156 IN 2004 Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.
- UNE 100155 2004 Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
- Serie UNE-EN 12502 Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua.
    - UNE-EN 12502-1 2005 Parte 1: Generalidades.
    - UNE-EN 12502-2 2005 Parte 2: Factores que influyen para el cobre y aleaciones de cobre.
    - UNE-EN 12502-3 2005 Parte 3: Factores que influyen para materiales férreos galvanizados en caliente.
    - UNE-EN 12502-4 2005 Parte 4: Factores que influyen para el acero inoxidable.
    - UNE-EN 12502-5 2005 Parte 5: Factores que influyen para fundición de hierro, acero no aleado y de baja aleación.
- UNE-EN 14336 2005 Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- UNE 112076 IN 2004 Prevención de la corrosión en circuitos de agua.UNE-EN 1717 2001 Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo.
- Real Decreto 400/1996 Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Serie UNE-EN 1434 Contadores de energía térmica.
    - UNE-EN 1434-1 2007 Parte 1: Requisitos generales.
    - UNE-EN 1434-2 2007 Parte 2: Requisitos de fabricación.
    - UNE-EN 1434-3 2007 Parte 3: Intercambio de datos e interfaces.
    - UNE-EN 1434-4 1998 Parte 4: Ensayos de validación del modelo.
    - UNE-EN 1434-5 2007 Parte 5: Ensayos de verificación inicial.
    - UNE-EN 1434-6 2007 Parte 6: Instalación, puesta en servicio, control del funcionamiento y mantenimiento.
- UNE 123001 2005 Chimeneas. Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.
- UNE 123001:2005/1M 2006 Chimeneas. Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.
- UNE-EN 1856-1 2004 Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares.

  - UNE-EN 1856-1:2004/1M 2005 Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares.
  - UNE-EN 1856-2 2005 Parte 2: Conductos interiores y conductos de unión metálicos.
- Serie UNE-EN 13384 Chimeneas. Métodos de cálculos térmicos y fluido-dinámicos.
- UNE-EN 13384-1 2003 Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- UNE-EN 13384-2 2005 Parte 2: Chimeneas que prestan servicio a más de un generador de calor.
- UNE-EN 13384-3 2007 Parte 3: Métodos para el desarrollo de gráficos y de tablas para las chimeneas que prestan servicio a un único generador de calor.
- EN 13941 2003 Diseño e instalación de sistemas de tuberías preaisladas para redes de agua caliente.
- UNE-EN 14597 2006 Dispositivos de control y limitación de temperatura para los sistemas de producción de calor.
- UNE-EN 1050 1997 Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo.
- UNE 23.007: “Sistemas de Detección y alarma de incendios”
- UNE 23.033: “Seguridad Contra Incendios. Señalización”

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE

1.2.1 La edificación

El Edificio Errotaburu, perteneciente a la Diputación Foral de Gipuzkoa, es un edificio de unos 9.000m^2 construidos y que alberga las oficinas de la Hacienda Foral de Gipuzkoa. Las máquinas de generación de energía se ubican en la cubierta del edificio, realizando la distribución mediante dos patinillos verticales que dan servicio a la zona sur y norte del edificio.

1.2.2 Caracterización de la demanda energética del edificio (calefacción)

La caracterización de la demanda de calefacción se realizó en la auditoría previa, en base a facturación energética.

ene	93.723,00
feb	82.955,00
mar	61.725,00
abr	37.434,00
may	21.948,00
jun	6.547,00
jul	-
ago	-
sept	-
oct	2.658,00
nov	28.163,00
dic	56.467,00
TOTAL	**391.620,00**

Coste anual asociado de **21.931 €**
Con un coste unitario estimado de **0,056 €/kwh**

1.2.3 Producción de calor y frío existente

Toda la maquinaria de generación, tanto de calor como de frío, se ubica en la cubierta del edificio. La sala de generación de calor ubica las antiguas calderas ADISA, mientras que las actuales de condensación se encuentran en un cuarto anexo a esta.
La generación de frío está ubicada en medio de la cubierta, donde encontramos las enfriadoras YORK y las torres de refrigeración.
Toda la distribución hacia secundario y el bombeo están ubicados en una sala dedicada.
Anexos a las salas técnicas de generación de calor y distribución, encontramos las dos unidades de tratamiento de aire, a la intemperie.
En la siguiente ilustración se muestra la distribución actual de los distintos elementos en la cubierta del edificio.

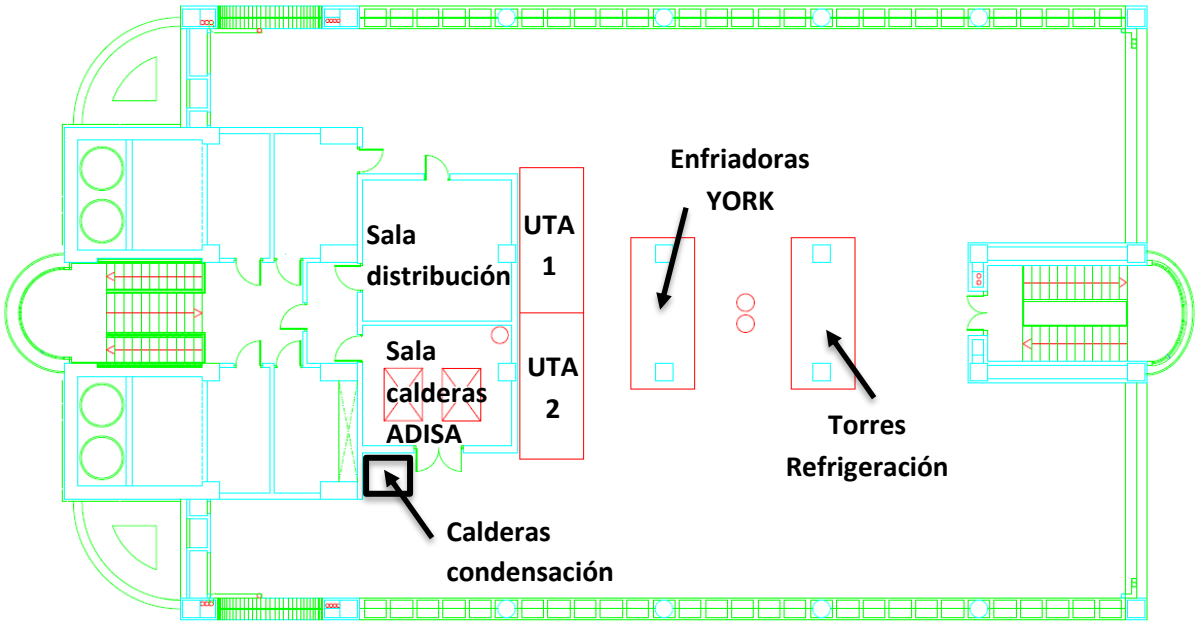


Ilustración 2. Distribución actual cubierta

Actualmente las calderas de condensación son las que asumen hasta el 80% de la generación de calor, entrando las antiguas ADISA solamente en los mayores picos de demanda. Todas ellas alimentan a un circuito de fan-coils a la temperatura de servicio (baja temperatura 55-40ºC). Por otro lado, también se alimentan las baterías de los dos climatizadores que tratan el aire primario.

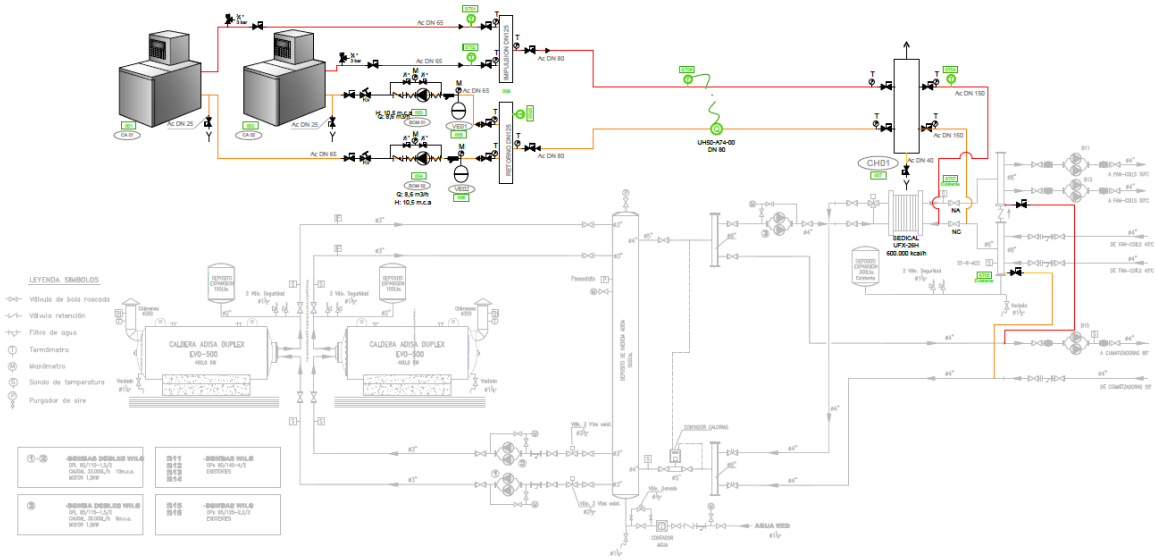


Ilustración 3. Esquema principio generación de calor actual

En cuanto a la generación de frío, existen dos grupos de producción de frío de amoniaco (NH3) de la marca YORK. Cada grupo está formado por un compresor alternativo de pistón del tipo abierto y de una torre de refrigeración. Estos trabajan directamente contra un colector hacia circuito secundario, con un salto de temperatura 7-12ºC, donde alimentan los circuitos de fan-coils y de climatizadores.

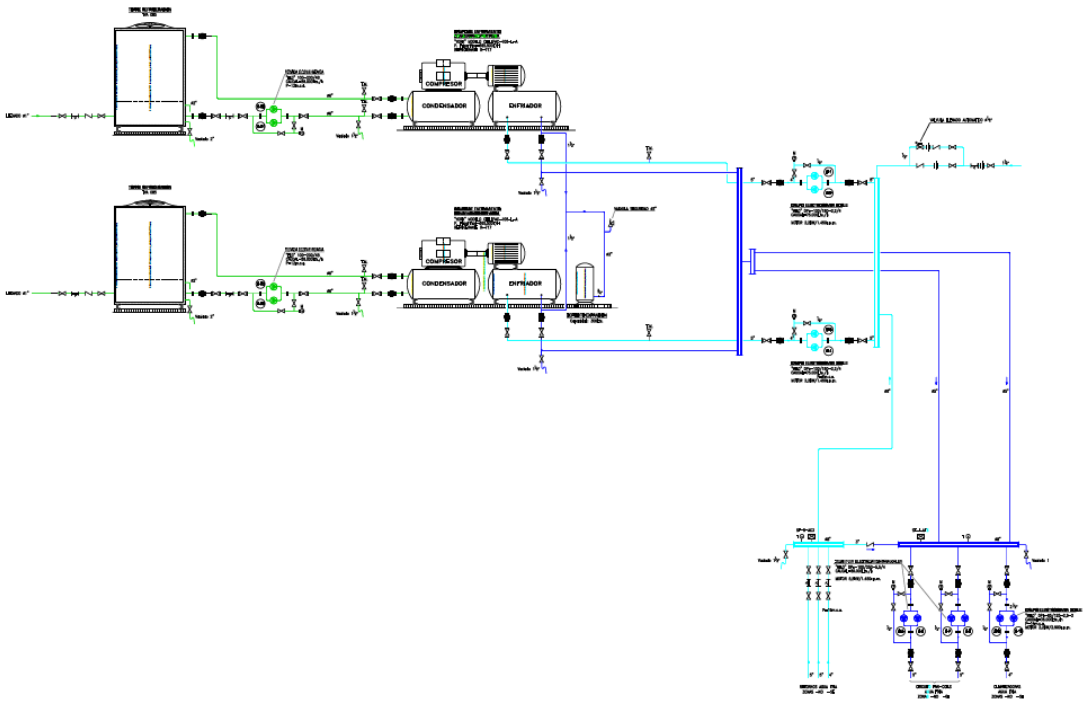


Ilustración 4. Esquema principio generación de frío actual

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

Como sistema principal de generación se propone la instalación dos bombas de calor aire-agua, una a 2 tubos y la otra polivalente a 4 tubos.
La potencia total en modo calefacción es de 500 kW, 300 kW de los cuales los aporta la bomba de calor 2 tubos mientras que los 200 kW restantes los aporta la polivalente.
Además, se propone la instalación de depósitos de inercia tanto en el lado frío como en el lado calor.
También se propone la sustitución de la aguja hidráulica existente en el primario de calor por una de nueva, para adaptarla a las nuevas capacidades.
Todo ello requiere de una reconexión hidráulica para integrar correctamente los nuevos equipos con los existentes, según se detalla en los siguientes capítulos y esquemas de principio.

Por otro lado, se retiran los dos climatizadores existentes y se colocan dos de nuevos, que incorporan recuperación por sorción y free-cooling.

A continuación, se describe una propuesta de funcionamiento según temporada. Queda en manos del equipo de mantenimiento del propio edificio decidir en qué momento exacto se ejecuta el cambio, de forma manual:

- Producción exclusiva de calor (invierno) → Funcionan las 2 bombas de calor en modo calefacción. Las calderas de condensación actuales se mantienen operativas como soporte. Las antiguas calderas ADISA ya no son necesarias. Aún así, no se prevé su retirada y van a estar disponible como segundo back-up.

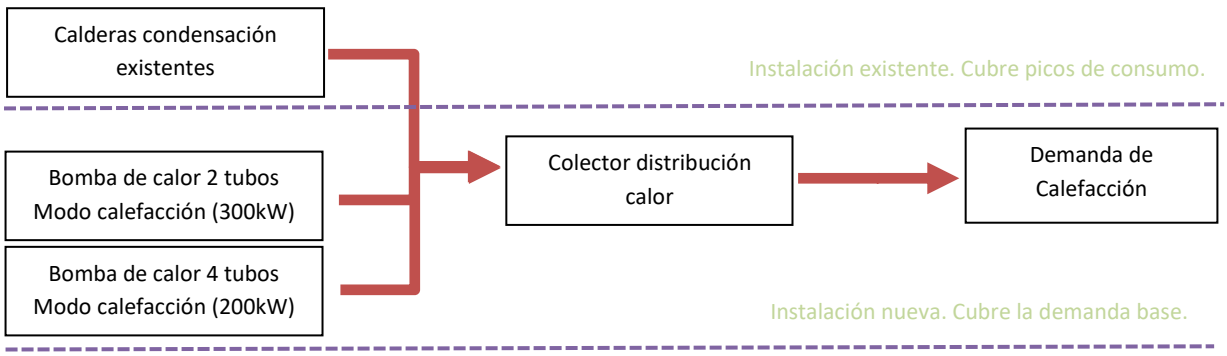
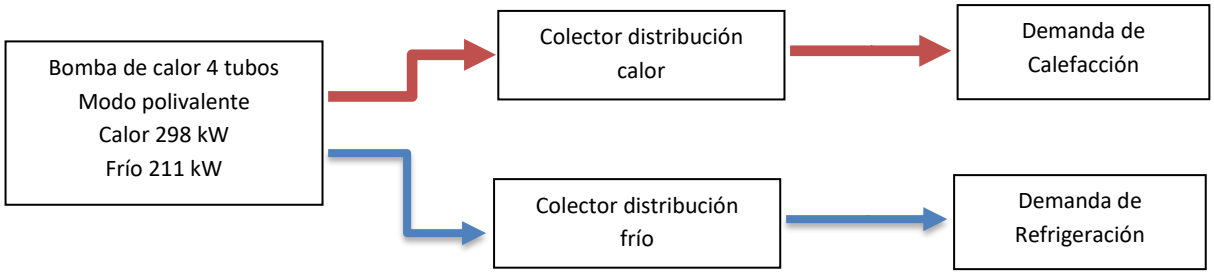


Ilustración 5. Esquema conceptual producción exclusiva de calor (invierno)

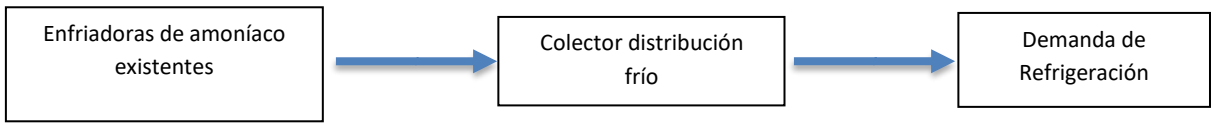
- Producción mixta de calor y frío (otoño / primavera) → Las demandas de calor y frío, ya sean simultaneas o no, van a ser moderadas. Funciona únicamente la bomba de calor 4 tubos en modo polivalente, pudiendo subministrar hasta 211 kW en frío y 298 kW en calor.



Instalación nueva. Cubre la demanda base.

Ilustración 6. Esquema conceptual producción mixta calor y frío (otoño / primavera)

- Producción exclusiva de frío (verano) → Funcionan las dos enfriadoras de amoníaco y se paran las bombas de calor. En ningún momento las enfriadoras y las bombas de calor deben funcionar de forma simultánea.



Instalación existente. Cubre la demanda base y picos.

Ilustración 7. Esquema conceptual producción exclusiva de frío (verano)

Las nuevas bombas de calor, así como los depósitos de inercia y demás elementos hidráulicos nuevos, deben colocarse en los espacios libres de la cubierta. Después de analizar diferentes alternativas y consensuarlas con el personal del edificio, se ha optado por colocarlos en los dos espacios disponibles a lado y lado de las enfriadoras y torres de refrigeración existentes.

En cuanto a los nuevos climatizadores, estos han sido específicamente seleccionados para caber en el mismo sitio donde están los existentes, después de haber retirado estos últimos.

Para más detalle consultar la documentación gráfica.

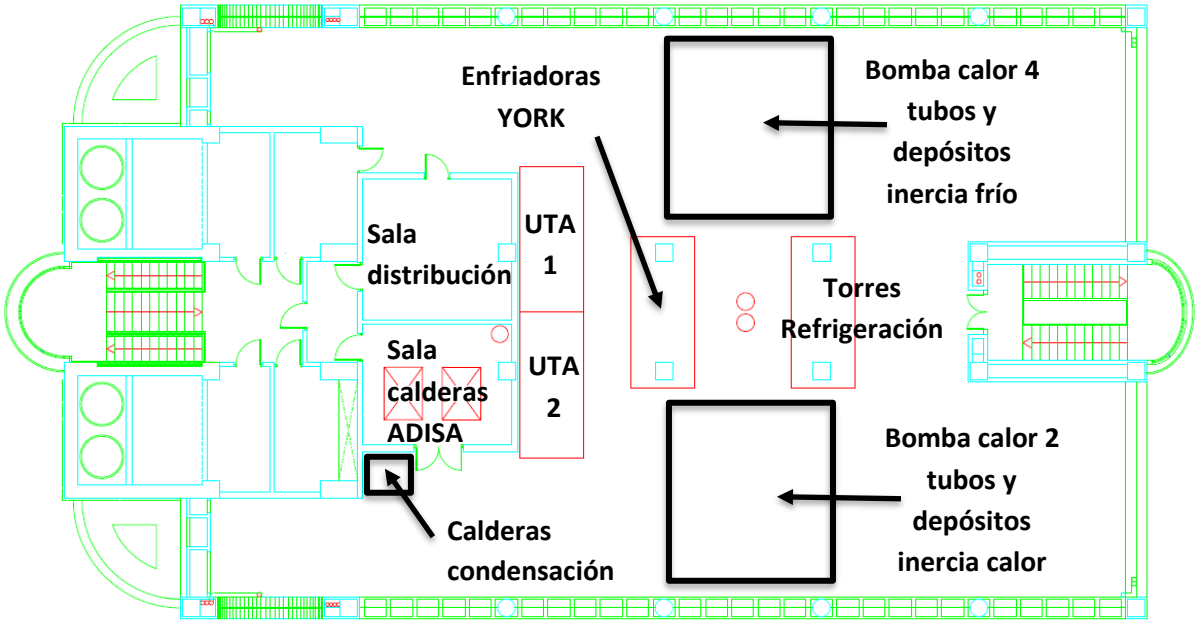


Ilustración 8. Propuesta distribución cubierta

1.4 DIMENSIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

Este documento se centra exclusivamente en la definición del dimensionado, ubicación, conexionado e integración de las nuevas bombas de calor y demás elementos nuevos con la central existente.

Por otra parte, también se propone la sustitución de los climatizadores actuales por unos nuevos que incorporen recuperación por sorción y free-cooling.

1.4.1 Cobertura de demanda de calefacción y refrigeración

La solución propuesta pretende cubrir la demanda de calefacción global del edificio y la demanda de refrigeración simultánea, que se genera sobre todo en los meses de entretiempo de primavera y otoño, y ocasionalmente en los meses de invierno. De esta manera, los equipos de refrigeración actuales sólo trabajarán en los meses de verano que no hay demanda de calefacción.

A continuación, se muestra una estimación de las demandas de calefacción y refrigeración a partir de los cálculos realizados en auditorías anteriores. Como se puede apreciar, la demanda de calefacción es sensiblemente mayor a la de refrigeración pero esta última se da de forma continua durante todo el año. Por este motivo, una de las bombas de calor analizadas en el presente proyecto es polivalente a 4 tubos, para poder satisfacer las demandas simultáneas de calefacción y refrigeración durante 9 de los 12 meses del año. Las horas de calefacción estimadas son de 1,156,40 horas/año y las de refrigeración de 1.209,22 horas/año, siendo 642,22 las horas de refrigeración en invierno, primavera y otoño.

Tabla 2. Demandas y horas de funcionamiento de calefacción y refrigeración

	Demanda Calefacción Total (kWh)	Horas Calefacción totales (h)	Demanda Refrigeración Total (kWh)	Horas Refrigeración totales (h)	Demanda Refrigeración Entretiempo (kWh)	Horas Refrigeración Entretiempo (h)
Enero	93.723,00	186,00	5.214,98	41,60	5214,98	41,60
Febrero	82.955,00	176,70	4.916,62	39,22	4916,62	39,22
Marzo	61.725,00	184,80	11.533,12	92,00	11533,12	92,00
Abril	37.434,00	142,00	14.291,04	114,00	14291,04	114,00
Mayo	21.948,00	111,30	12.711,50	101,40	12711,50	101,40
Junio	6.547,00	35,70	9.025,92	72,00	9025,92	72,00
Julio	0,00	0,00	54.737,10	198,00	0,00	0,00
Agosto	0,00	0,00	52.249,05	189,00	0,00	0,00
Septiembre	0,00	0,00	49.761,00	180,00	0,00	0,00
Octubre	2.658,00	50,40	7.772,32	62,00	7772,32	62,00
Noviembre	28.163,00	115,50	8.775,20	70,00	8775,20	70,00
Diciembre	56.367,00	154,00	6.268,00	50,00	6268,00	50,00
TOTAL	**391.520,00**	**1.156,40**	**237.255,85**	**1.209,22**	**80.508,70**	**642,22**

Uno de los objetivos del presente proyecto es cubrir la demanda de calefacción mediante tecnología de bomba de calor aerotérmica. La base de la demanda de calefacción se pretende cubrir con bomba de calor polivalente a 4 tubos, y de esta manera, satisfacer la demanda de refrigeración simultánea que se genere durante los meses de invierno, primavera y otoño. Mientras que los picos de demanda se cubrirían con una bomba de calor a 2 tubos que sólo funcionaría en modo calor sobretodo en los meses de invierno.

Por tanto, tal y como se muestra en la siguiente tabla, el consumo de calefacción pasará a ser eléctrico en su totalidad (actualmente es a gas natural). Mientras que el consumo de refrigeración en invierno, primavera y otoño será nulo ya que será cubierto de forma gratuita y simultánea por la bomba de calor polivalente a 4 tubos prevista en el presente proyecto. De esta manera, el consumo eléctrico asociado a la refrigeración será similar al actual (durante los meses de verano), y seguirá cubriéndose con las plantas enfriadores de amoniaco existentes instaladas en la cubierta del edificio.

Tabla 3. Demandas y horas de funcionamiento de calefacción y refrigeración

	Consumo eléctrico calefacción (kWh)	Horas Calefacción (h)	Consumo eléctrico refrigeración (kWh)	Horas Refrigeración (h)
Enero	29.288,44	180,00	-	41,60
Febrero	25.923,44	171,00	-	39,22
Marzo	19.289,06	176,00	-	92,00
Abril	11.698,13	140,00	-	114,00
Mayo	6.858,75	105,00	-	101,40
Junio	2.045,94	35,70	-	72,00
Julio			13.582,41	198,00
Agosto			12.965,02	189,00
Septiembre			12.347,64	180,00
Octubre	830,63	50,40	-	62,00
Noviembre	8.800,94	115,50	-	70,00
Diciembre	17.614,69	154,00	-	50,00
TOTAL	**122.350,00**	**1.127,60**	**38.895,07**	**1.209,22**

1.4.2 Selección del modelo de bombas de calor

Se han analizado diferentes fabricantes y diferentes modelos de bombas de calor para seleccionar aquellas que mejor se ajusten a las necesidades del proyecto.
Teniendo en cuenta que estas bombas de calor estarán operando de forma constante en temporada de calefacción, se han seleccionado unas robustas que den fiabilidad en su operación.
Se ha tenido especial consideración en asegurar que los equipos seleccionados puedan seguir dando los 55ºC de temperatura requeridos en modo calefacción incluso en las condiciones climáticas más adversas.
Se ha seleccionado una bomba de calor 2 tubos, que puede funcionar en modo calefacción o refrigeración, y otra a 4 tubos, que además puede funcionar en modo polivalente, pudiendo producir tanto calor como frío de manera simultánea.

Bomba de calor 2 tubos:

- 1 unidad marca AERMEC modelo NRG1400XHºAVJºBH
- Refrigerante R32
- Compresor tipo scroll
- Potencia en modo calefacción → 304,2 kW
- SCOP a 55º → 3,24 W/W
- Potencia en modo refrigeración → 376,4 kW

- SEER 12/7ºC → 4,68 W/W
- Integra grupo de bombeo formado por 2 bombas
- Integra depósito de inercia de 600 litros
- Ventilador inverter
- Tratamiento Epoxy
- Control de condensación
- Elementos anti vibratorios

Bomba de calor 4 tubos:

- 1 unidad marca AERMEC modelo NPG1000XHºA4VJºDDSC
- Refrigerante R32
- Compresor tipo scroll
- Potencia en modo calefacción → 203,9 kW
- SCOP a 55º → 3,14 W/W
- Potencia en modo refrigeración → 261,1 kW
- SEER 12/7ºC → 4,29 W/W
- Potencia calor en modo polivalente → 298,4 kW
- Potencia frío en modo polivalente → 214,1 kW
- TER → 5,63 W/W
- Integra grupo de bombeo formado por 2 bombas lado calor
- Integra grupo de bombeo formado por 2 bombas lado frío
- Ventilador inverter
- Tratamiento Epoxy
- Control de condensación
- Elementos anti vibratorios

1.4.3 Selección del modelo de climatizadores

Se han analizado diferentes fabricantes y diferentes modelos de climatizadores para seleccionar aquellos que mejor se ajusten a las necesidades del proyecto.
Se ha tenido especial consideración en asegurar que los equipos seleccionados puedan caber en el mismo espacio donde están los existentes, después de retirar estos últimos.
Por otro lado, se ha aumentado el cabal nominal de los climatizadores hasta los 18.000 m^3/h cada uno (antes 15.300 m^3/h) con el objetivo de asegurar una calidad óptima del aire en todas las estancias del edificio, incluso en las más alejadas de las unidades de tratamiento de aire.
Se han seleccionado dos climatizadores idénticos, que incorporan recuperación por sorción mediante un recuperador rotativo, baterías de frío y calor, opción free-cooling, ventiladores de impulsión y retorno, humectación, así como los filtros y pre-filtros requeridos según normativa.
Además, los propios climatizadores integran un panel eléctrico des de donde se alimenta fuerza y maniobra a los distintos elementos consumidores, así como una centralita de control para integrar en el control general del edificio.

Climatizadores (UTA):

- 2 unidades, marca AIRLAN modelo FMA-HP 204 en impulsión y FMA-HP 175 en extracción.
- Caudal impulsión → 18.000 m^3/h
- Caudal extracción → 13.000 m^3/h
- Filtraje F8+ prefiltros
- Recuperador rotativo
- Free-cooling
- Batería frío 93 kW
- Batería calor 117 kW
- Humectación

1.4.4 Espacio disponible

En la cubierta se dispone de espacio suficiente para la ubicación de todos los elementos nuevos. Se habilitarán 2 estructuras metálicas tipo plataforma soportadas sobre perfiles metálicos des de los pilares existentes, en los dos espacios indicados para ubicar los distintos elementos. Habrá que habilitar escaleras para acceder al nivel de las plataformas, así como barandillas de seguridad para evitar caídas en altura.
Para más detalle consultar documentación gráfica y estudio estructural.

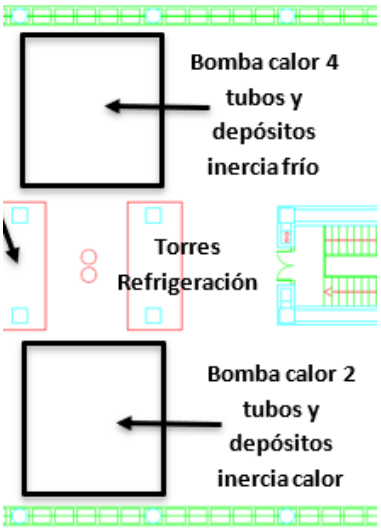


Ilustración 9. Ubicación equipos nuevos

Los nuevos climatizadores se ubican exactamente en el mismo sitio donde estaban los existentes, después de su retirada.

1.4.5 Criterios de diseño y cumplimiento de normativa

La incorporación de los nuevos equipos se ha diseñado para cumplir con las principales normativas vigentes, especialmente con CTE y RITE.

Como exigencias más relevantes a cumplir del RITE comentar el cumplimiento del:

- IT 1.2.4.1.2.1. Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor.
- IT 1.3.4.1.1. Generadores de calor y frío. Condiciones generales.
- Referente al apartado de Protección Contra Incendios, el RITE indica que se debe de cumplir con la Normativa vigente, teniendo como referencia, el Documento Básico Seguridad de Incendios, DB-SI, perteneciente al CTE.

1.4.6 Diseño subsistema de generación

Para la selección de la potencia de las bombas de calor se ha calculado la curva monótona de calefacción.

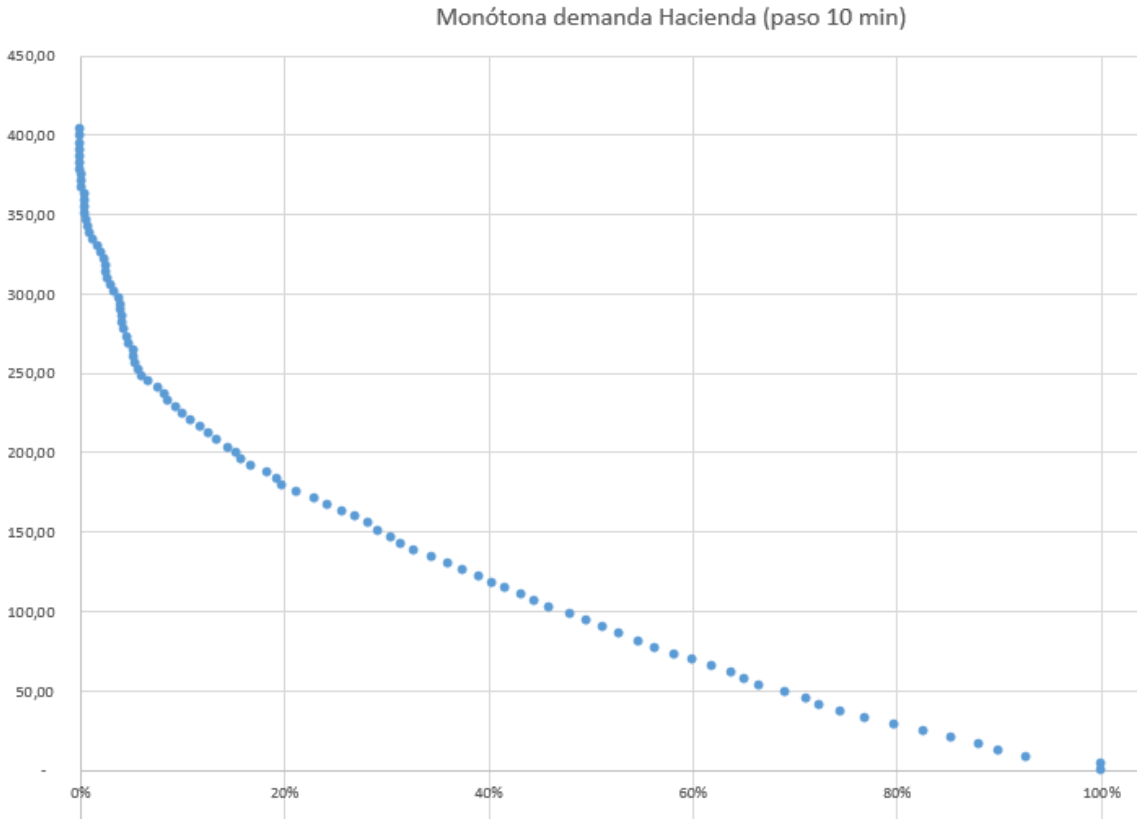


Ilustración 10. Curva monótona de calefacción

Tras el análisis de la monótona calculada se ha optado por seleccionar una potencia de producción de 500 kW, con esta potencia se cubrirá el 100% de la demanda total del edificio en todo momento. Aun así, las calderas de condensación estarán habilitadas como back-up por más seguridad.
Para cubrir esta potencia, se han seleccionado 2 unidades de bomba de calor AERMEC, una a 2 tubos y la otra a polivalente a 4 tubos.

1.4.6.1 Equipos de generación: Bombas de Calor AERMEC

Bomba de calor 2 tubos – AERMEC NRG1400XHºAVJºBH

Bomba de calor de agua AIRLAN / AERMEC con certificación Eurovent serie NRG, condensada por aire. Con ventiladores axiales, intercambiador de placas, y compresores Scroll optimizados para el uso del refrigerante R32, con menos impacto medioambiental. Elevada superficie de intercambio (baterías de microcanal) para un comportamiento supersilencioso, microprocesador con sistema de optimización

de EER, función “Always Working” y sistema AFFP “Anti Freezing Fan Protection”. Bastidor, estructura y paneles de acero galvanizado tratados con pinturas de poliéster RAL 9003.

Modelo: NRG1400XH°AVJ°BH



Sigla	NRG
Tamaño	1400
Campo de empleo	X - Válvula de expansión electrónica (producción de agua desde +4 °C)
Modelo	H - Bomba de calor
Recuperadores de calor	° - Sin recuperadores
Versión	A - Alta eficiencia
Baterías	V - Tubos de cobre y aletas de aluminio revestidas
Grupo de ventilación	J - Inverter
Alimentación	° - 400V/3/50Hz con magnetotérmicos
Grupo hidráulico	BH - Acumulación con bomba H + bomba de reserva

Las imágenes son solo para fines de referencia y pueden no representar exactamente el modelo configurado en este documento.

Ilustración 11. Bomba de calor 2 tubos NRG1400XHºAVJºBH

Bomba de calor 4 tubos – AERMEC NPG1000A4VJºDDSC

Unidad polivalente diseñada para instalaciones a 4 tubos Airlan / Aermec serie NPG, condensada por aire. La unidad NPG permite satisfacer en cualquier periodo del año la demanda de agua fría y caliente de forma simultánea e independiente, con un sistema que no necesita la conmutación estacional invierno / verano. Refrigerante R32A. Con ventiladores axiales, compresores tipo Scroll encapsulados y elevada superficie de intercambio para un comportamiento supersilencioso, 2 circuitos frigoríficos independientes y sistema de optimización de EER, equipada con secuenciador de fases, magnetotérmicos, resistencia antihielo, flujostato, filtro de agua y panel de control remoto. Mueble metálico con pintura poliéster antioxidante.

Modelo: NPG1000A4VJ°DDSC



Sigla	NPG
Tamaño	1000
Versión	A - Alta eficiencia
Tipo de instalación	4 - Sistemas a 4 tubos
Baterías	V - Tubos de cobre y aletas de aluminio revestidas
Grupo de ventilación	J - Inverter
Alimentación	° - 400V/3/50Hz con magnetotérmicos
Bomba lado aplicaciones	DD - Bomba D + bomba de reserva
Bomba lado ACS	SC - Bomba C + bomba de reserva

Las imágenes son solo para fines de referencia y pueden no representar exactamente el modelo configurado en este documento.

Ilustración 12. Bomba de calor 4 tubos NPG1000A4VJºDDSC

Para más detalle consultar el documento nº9: “Fichas técnicas”.

1.4.7 Diseño subsistema de distribución

1.4.7.1 Fluido circulante de los circuitos

El fluido circulante de los circuitos primarios de calor y frío de las bombas de calor será agua. El circuito se rellenará con la presión relativa a definir con el suministrador de las propias bombas de calor. La presión máxima del circuito será de 3 bar.

1.4.7.2 Redes de tuberías

El cálculo de los diámetros de las tuberías se hará teniendo en cuenta los caudales a circular por ellas, las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material empleado y el tipo de circuito, procurando conseguir el equilibrado hidráulico de los mismos.
El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 1 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 2 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.
El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm. de columna de agua por metro lineal.
Las tuberías serán de acero negro.

A continuación, se muestra la relación de tuberías existente en el proyecto:

- DN40: para conexionado de los vasos de expansión.
- DN40: para vaciados de bombas de calor, depósitos y otros elementos.
- DN80: para el conexionado de las calderas de condensación existentes a los nuevos colectores de calor de impulsión y de retorno antes de la botella de equilibrado.
- DN100: para el conexionado de las nuevas bombas de calor en todas sus impulsiones y retornos hacia y desde los respectivos colectores y/o depósitos de inercia.
- DN125: para el conexionado del retorno de las enfriadoras de amoníaco existentes con los nuevos depósitos de inercia.
- DN150: para la conexión de los colectores de impulsión y retorno de calor con la botella de equilibrado.

1.4.7.3 Equipos de bombeo

Todos los equipos de bombeo relativos a las nuevas bombas de calor vienen integrados en las mismas, recomendados y prescritos por los propios fabricantes.

Los bombeos relativos a los equipos existentes seguirán como hasta ahora, no se prevé ningún cambio y/o modificación.

1.4.7.4 Depósitos

En el primario de calefacción, la nueva bomba de calor 2 tubos prescrita lleva integrado su propio depósito de inercia de 600 litros. Además, se proyecta otro depósito de inercia exterior de 1.500 litros. En cuanto a la bomba de calor polivalente (4 tubos), se propone la instalación de 2 depósitos de 2.000 litros en serie, 4.000 litros en total, en la aspiración de esta, a razón de 15 litros/kW de potencia.

En cuanto al primario de refrigeración, actualmente no dispone de ningún depósito de inercia y las enfriadoras de amoníaco existentes arrancan más de lo aconsejable. En este caso, se propone la instalación de 2 depósitos de 4.000 litros en serie en la aspiración, 8.000 litros en total, a razón de 15 litros/kW de potencia.

1.4.8 Diseño de los dispositivos de seguridad

El circuito actual dispone de los presostatos, válvulas de seguridad y vasos de expansión correspondientes. Por otro lado, en lo relativo al gas y a las calderas existentes, dispone también de sistemas de seguridad para corte y detección de fugas.

En lo relativo a los nuevos circuitos prescritos en el actual proyecto de ejecución, se han incluido los siguientes elementos de seguridad:

- Vasos de expansión correspondientes a las bombas de calor, teniendo en cuenta el volumen de los nuevos circuitos.
- Detectores de flujo integrados en las propias bombas de calor, para paro de estas en el caso de que no exista circulación mínima a través suyo.
- Presostatos para controlar la presión en los nuevos circuitos.
- Termómetros y sondas de temperatura para controlar la temperatura en los nuevos circuitos.
- Válvulas de seguridad tipo alivio que limitan la presión máxima a 3 bares.

1.4.8.1 Vasos de expansión

Los vasos de expansión se han diseñado teniendo en cuenta el volumen de los nuevos circuitos a construir.

Tabla 4. Características de los equipos de expansión de los circuitos de las bombas de calor

PARÁMETRO	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
Denominación en plano	VE02	VE03	VE01
Marca	SEDICAL	SEDICAL	SEDICAL
Modelo	Reflex G 200/10	Reflex G 100/10	Reflex G 300/10
Número	1	1	1

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	VALOR	VALOR
Volumen	l	200	100	300
Temperatura máxima	ºC	120	120	120
Presión máxima	bar	10	10	10
Presión inicial	bar	A definir	A definir	A definir
Apta agua consumo	-	No	No	No
Conexiones	“	1 1/4”	1”	1 1/4”
Dimensiones	mm	Φ-634 x H-972	Φ-480 x H-856	Φ-634 x H-1267

La tubería de conexión de los vasos de expansión, libre de cualquier válvula tendrá un diámetro interior mínimo de 40 mm (P>400), según lo prescribe la instrucción IT 1.3.4.2.3 del RITE.

1.4.8.2 Válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad deberán dimensionarse, según la Norma UNE 100-157, de acuerdo con la presión de ejercicio en el punto del circuito donde estén situadas y en función de las potencias nominales de los equipos; el fabricante dará, en función de las presiones de tarado y de las potencias nominales de los aparatos, los diámetros de estas.
En este caso se mantienen las válvulas de seguridad existentes en la instalación taradas a 3 bar, y se complementa con válvulas de seguridad colocadas en la nueva instalación también taradas a 3 bar.

1.4.9 Diseño subsistema de aire primario

1.4.9.1 Unidades de tratamiento de aire

Climatizadores

Unidad de tratamiento de aire marca AIRLAN serie FMA modelo FMA-HP con certificación EUROVENT, construida con perfiles de aluminio y paneles sándwich de 45 mm de espesor, ambos con rotura de puente térmico, fijados mediante compresión mecánica por perfil perimetral de aluminio que confiere al cerramiento gran resistencia mecánica, excelente estanqueidad y atractivo diseño, exenta de tornillería exterior y compuesta por chapa exterior lacada en blanco con pintura en pvc de 20 micras de espesor, no decolorable, poliuretano interior de 43 Kg/m3 polimerizado en ausencia de CHFCs, galvanizado zincado interior, bandejas de condensados de aluminio o acero inoxidable.
Equipada con ventiladores PLUG FAN con pintura protectora de corrosiones epoxi y motores EC tipo BRUSHLESS, puertas abisagradas y manillas de abertura rápida en zonas en depresión, filtros con bastidores metálicos fijados y sellados perimetralmente a la carpintería interior con extracción posterior para eliminar el bypass, superficie frontal íntegramente cubierta por celdas filtrantes para

maximizar la superficie eficaz de filtrado, reducir las pérdidas de carga, los consumos asociados y espaciar los mantenimientos. Fichas técnicas generadas mediante software de selección testado que contempla los efectos que sobre las prestaciones de cada componente ejercen los cambios de dirección y velocidad que sufre el aire al discurrir por la UTA, las distancias entre los componentes, el efecto del cajón (distancia a las paredes), el tipo de descarga, etc. con la siguiente clasificación según EN1886 Resistencia mecánica: D1; Fugas de aire (-400Pa): L1; Fugas de aire (+700Pa): L1; Bypass de filtros: F9; Transitividad térmica:T2; Puente térmico: TB2 y la siguiente atenuación acústica del panel por banda de octava: 14/9/13/10/24/32/38."

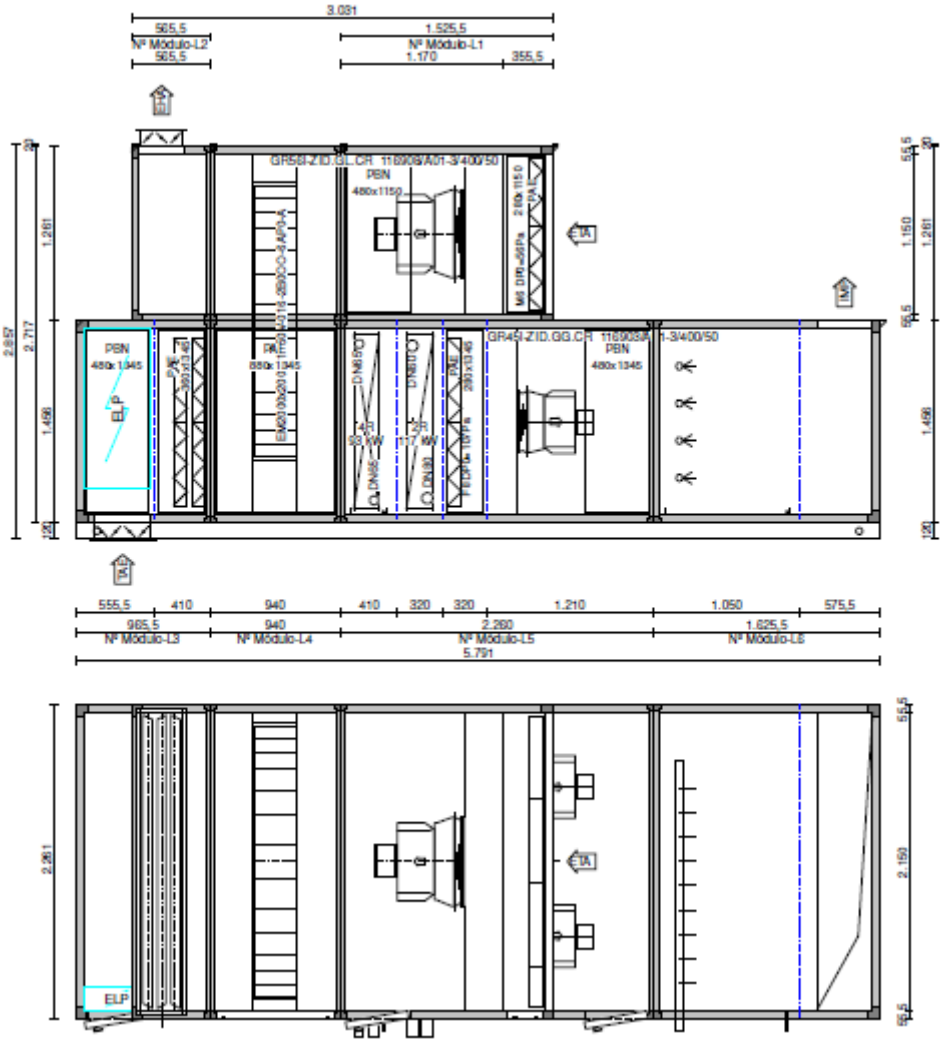


Ilustración 13. Unidad de tratamiento de aire

1.4.9.2 Red de conductos

El cálculo de las secciones de los conductos se hará teniendo en cuenta los caudales a circular por ellos, la velocidad del fluido, las características del aire a la temperatura media de funcionamiento y las características del material empleado.

La sección de los conductos se seleccionará de forma que la velocidad de circulación de aire sea inferior a 6 m/s en todo su trazado.
El dimensionado de los conductos se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en conductos nunca sea superior 0,1 mm. de columna de agua por metro lineal.
Solamente se sustituyen los conductos exteriores, en los tramos expuestos a la intemperie des de la unidad de tratamiento hasta las bajantes en la entrada al edificio. Los tramos interiores no se sustituyen. Aun así, se prevé instalar compuertas de regulación de caudal nuevas en todas las plantas, que se ajustarán en el momento de instalación, siendo estas registrables y por lo tanto ajustables si se requiere a futuro.
Los conductos serán de chapa metálica.

A continuación, se muestra la relación de conductos existente en el proyecto:

- Conductos de impulsión UTAs → Sección rectangular 900x1.200mm
- Conductos de extracción UTAs → Sección rectangular 800x950mm

1.4.10Alimentación y vaciado

La alimentación de un circuito, para su llenado, deberá hacerse con presión, desde el punto de nivel geométricamente más bajo, favoreciendo la evacuación del aire hacia los puntos más elevados.
La alimentación de un circuito cerrado, desde una red pública o privada de agua sanitaria, podrá hacerse cuando se disponga de una separación física entre ambos circuitos, evitando la contaminación de la red sanitaria en el curso de disminución de la presión en ésta.
La realimentación del circuito será, siempre, efectuada manualmente.
Las válvulas de las acometidas de alimentación serán del tipo abierto o esfera.
Las válvulas de vaciado se situarán en los puntos más bajos del circuito y, todo él, salvo pequeños tramos inaccesibles, podrán ser vaciados.
Estas válvulas serán del tipo asiento o esfera.
Los diámetros de las tuberías de alimentación y vaciado se definen en las tablas 3.4.2.2 y 3.4.2.3 del RITE.

En este caso se han incluido vaciados a las bombas de calor, además de los vaciados que ya llevan incluidos otros equipos como la botella de equilibrado y los distintos depósitos.

1.4.11 Aislamiento térmico

1.4.11.1 Aislamiento en tuberías

Las tuberías irán aisladas mediante espumas elastómeras con un valor de lambda a 20ºC inferior a 0,04 W/mK y recubiertas con una protección de aluminio, tal y como marca el RITE. Se aplicarán los espesores de aislamiento se las siguientes tablas en función de la temperatura del fluido, del diámetro de la tubería y de si la tubería transcurre por el interior o por el exterior del edificio:

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

Ilustración 14. Espesores mínimos de aislamiento para tuberías de fluidos calientes según RITE

El circuito de calor discurre por el exterior y la temperatura de trabajo es siempre inferior a los 60ºC. La mayoría de los diámetros están comprendidos entre 90 y 140 mm, por lo que se aplicará un espesor de aislamiento de 40mm. Solamente en algunos pequeños tramos de diámetro 150mm este espesor se aumentará hasta los 45mm.

Tabla 1.2.4.2.3 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	30	25	20
35 < D ≤ 60	40	30	20
60 < D ≤ 90	40	30	30
90 < D ≤ 140	50	40	30
140 < D	50	40	30

Tabla 1.2.4.2.4 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	50	45	40
35 < D ≤ 60	60	50	40
60 < D ≤ 90	60	50	50
90 < D ≤ 140	70	60	50
140 < D	70	60	50

Ilustración 15. Espesores mínimos de aislamiento para tuberías de fluidos fríos según RITE

El circuito de frío discurre por el exterior y la temperatura de trabajo es 7ºC en la impulsión y 12ºC en el retorno. Todos los diámetros están comprendidos entre 90 y 140 mm, por lo que se aplicará un espesor de aislamiento de 60mm. El espesor de las tuberías de retorno se podría reducir hasta los 50mm porque trabajan por encima de los 10ºC, pero se opta por homogenizar el grueso de aislamiento en todo el circuito de frío y minimizar así las pérdidas.

1.4.11.2 Aislamiento en conductos

Los conductos irán aislados mediante espumas elastómeras con un valor de lambda a 20ºC inferior a 0,04 W/mK y recubiertos con una protección de aluminio, tal y como marca el RITE. Se aplicarán los espesores de aislamiento se la siguiente tabla en función de la temperatura del fluido, y de si la tubería transcurre por el interior o por el exterior del edificio:

	En interiores mm	En exteriores mm
Aire caliente	20	30
Aire frío	30	50

Ilustración 16. Espesores mínimos de aislamiento para conductos de aire según RITE

En este caso, por un mismo conducto se transportará tanto aire caliente como frío, con el cambio de temporada, y transcurren por el exterior. En dicho caso, se toma el valor más desfavorable y por lo tanto todos los conductos dispondrán de 50 mm de espesor de aislamiento.

Concretamente, se colocarán 20 mm de fibra de vidrio por el interior, para minimizar la contaminación acústica, y los 30mm restante por el exterior con espuma elastómera recubierta de una protección de aluminio.

1.4.12 Ubicación elementos

Todos los elementos del subsistema de generación de calor y frío nuevos se ubican en las mismas estructuras metálicas que las bombas de calor indicadas en el anterior punto "1.4.3. Espacio disponible", salvo el compensador hidráulico nuevo que se colocará justo en el mismo sitio donde está el actual, al lado de la sala de calderas debajo del alero exterior.

Para más detalle consultar la documentación gráfica del proyecto.

1.4.13 Diseño subsistema de regulación, control y medición

1.4.13.1 Generalidades

La instalación estará dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas. Ajustando al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de las cargas.
Las válvulas de control automático se seleccionarán con un valor Kv tal que, la pérdida de carga que se produzca en la válvula abierta esté comprendida entre el margen de 0,60 y 1,30 veces la pérdida de carga del elemento o circuito que se pretenda controlar, cuando a través de la serie válvula elementos o circuito controlado pase el caudal máximo proyectado.
Quedarán excluidas de este criterio de diseño las válvulas automáticas que deban dimensionarse en función de la presión diferencial.
El rearme automático de los dispositivos de seguridad se permitirá, sólo, cuando se indique expresamente.

1.4.13.2 Descripción del sistema

El control de la nueva instalación se realizará con la ampliación de control prevista en el proyecto.
No obstante, durante la obra se podrá analizar si es posible aprovechar elementos del control actual.
La ampliación del control lo podrá programar una empresa integradora de sistemas y, una vez terminados los trabajos de programación y puesta en marcha del nuevo control, la empresa

integradora facilitará los archivos necesarios para que los técnicos de Johnsons Control puedan incorporar en el SCADA el nuevo sistema. Como alternativa se puede proponer que la integración del nuevo sistema lo hagan directamente los técnicos de Jonhsons Control.

En modo calefacción, el diseño de la nueva instalación se ha realizado de tal forma que se garantice que las bombas de calor cedan el 100% de su potencia, y en el caso de que esta no sea suficiente, solo en ese caso, el calor restante se aportará mediante el sistema antiguo existente (calderas de condensación).
Para ello, las 2 nuevas bombas de calor se han propuesto en paralelo a las calderas de condensación existentes, añadiendo 2 nuevos colectores de impulsión y retorno (COL01 y COL02) que centralizan todas las impulsiones y retornos, justo antes del compensador hidráulico, por el lado del primario.
Dichos colectores disponen de sondas de temperatura y, si en algún momento se detectan temperaturas por debajo de consigna estando las bombas de calor a plena carga, es cuando entrarían las calderas de condensación.
Por el lado del secundario des del compensador hidráulico se aprovecha el circuito tal cual está actualmente.

En cuanto al modo refrigeración, solamente se ha integrado la bomba de calor polivalente en el circuito primario de frío existente, juntamente con 2 depósitos de inercia. La bomba de calor polivalente y las 2 enfriadoras de amoníaco son totalmente independientes, y puede funcionar ninguna (en invierno), solamente la bomba de calor (otoño/primavera) y 1 o las 2 enfriadoras (verano). La secuencia de cambio de una temporada a la otra será manual, a ejecutar por el personal de mantenimiento, y nunca se va a dar que funcionen a la vez bomba de calor y enfriadoras.
Cada equipo tiene su grupo de bombeo propio, y ramales de impulsión y retorno hasta los respectivos colectores de la sala de distribución hacia secundario. El único elemento compartido son los nuevos depósitos de inercia que se han intercalado en los distintos retornos mediante desviaciones y juegos de válvulas. En cada una de las mencionadas desviaciones se ha propuesto un juego de 2 válvulas automáticas motorizadas (VM01 a VM06), la primera antes de depósitos y la segunda a la salida de estos. Estas válvulas están conectadas con los respectivos bombeos y equipos de producción de frío y controladas por un autómata, siendo la secuencia de activación cuando un grupo deba entrar en funcionamiento la siguiente 1) apertura de válvulas motorizadas, 2) arranque de bombeo y 3) arranque de equipos. Cuando estén en funcionamiento las enfriadoras, estas se van a ir alternando o bien entrando las 2 según demanda, tal y como venían haciendo hasta ahora. Sin embargo, el número de arracadas y paradas de estas se reducirá gracias a los nuevos depósitos de inercia.

1.4.13.3 Sistemas de medición

Todos los parámetros que intervengan de forma fundamental en el funcionamiento de una instalación, temperatura, presión, caudal, humedad, dispondrán de los elementos de medición de sus magnitudes.

El número y la ubicación de estos elementos, en los circuitos o componentes de la instalación, permitirán medir, de modo continuo y permanente, el valor instantáneo de cada magnitud, antes y después del proceso que lleva implícita su variación.
Estarán provistos de una escala de lectura en el mismo lugar de emplazamiento del elemento sensible o se acoplarán a un aparato a distancia de lectura, de registro o de ambos.
La lectura de una magnitud se efectuará, asimismo, aprovechando las señales de los aparatos de control; en este caso, la instalación dispondrá de un dispositivo permanente de lectura.

Para la medida de la temperatura, en los circuitos de agua, no se permitirá el uso de termómetros de contacto, sino que se hará con termómetros de vaina.
La medida de la presión en los circuitos de agua, en los lugares cercanos a equipos en movimiento, se hará con manómetros equipados de dispositivos de amortiguación de las oscilaciones de la aguja indicadora.
La escala de cualquier aparato de medición será tal que, el valor medio de la magnitud a medir esté comprendido en su tercio central.
Los aparatos de medida se situarán en lugares visibles, y fácilmente accesibles, para que la lectura se efectúe sin esfuerzo.

1.4.13.4 Sistemas de seguridad. Generalidades.

En los circuitos a presión se instalarán manómetros indicadores en los lados de alta y baja presión de cada válvula reductora.
En todos los circuitos cerrados de líquidos se dispondrá, por lo menos, de una válvula de seguridad cuya apertura impida el aumento de la presión interior por encima de la de timbre, siendo su descarga visible y conducida a un lugar seguro.
Estas válvulas tendrán, para su control y mantenimiento, un dispositivo de accionamiento manual que, cuando será accionado, no modifique el tarado de la misma.
Los dispositivos de seguridad se han diseñado de acuerdo con UNE 100-157.

1.4.14 Diseño subsistema eléctrico

La instalación eléctrica de fuerza para alimentación de todos los equipos se ejecutará conforme a lo dispuesto en el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2.002 del 2 de agosto.
La instalación comenzará en el cuadro existente en la instalación al que se le añadirá el nuevo circuito de bombas de calor y climatizadores. Para la alimentación del control, se aprovechará la línea actual del cuadro que se utiliza para alimentar el control existente.
El Cuadro contendrá la aparamenta necesaria, como las protecciones diferenciales, magnetotérmicas, disyuntores y contactores de todos los receptores, señalizadas mediante placas grafiadas, incluso el

etiquetado de conductores, numeración de bornas y otros que permitan la perfecta identificación de los diferentes circuitos, partiendo los circuitos que alimentarán a los diferentes receptores.
A su vez, el cuadro albergará los equipos pertenecientes al sistema de regulación y control.
La instalación será estanca.
Para la identificación de los conductores se estará a lo dispuesto, en la Instrucción ITC-BT19, correspondiéndoles:
CONDUCTOR y COLOR:

a) Fase 1: Marrón
b) Fase 2: Negro
c) Fase 3: Gris
d) Neutro: Azul claro
e) Protección: Amarillo-verde

Por otro lado, los selectores de marcha paro de los equipos dispondrán de tres posiciones; modo automático, modo manual y paro.

1.4.15 Comprobaciones y puesta en marcha

Se tiene que comprobar la estanquidad de las tuberías de todos los circuitos con una prueba de presión a 4 bar en todos los circuitos.
Se tiene que seguir el procedimiento de verificación de la instalación de las bombas de calor según recomienda el fabricante de estas.
Tanto en las comprobaciones como en la puesta en marcha tiene que estar presente un responsable de la dirección de obra.

1.5 JUSTIFICACIONES DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (R.I.T.E)

A continuación, se presentan las justificaciones de cada uno de los puntos que establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E) vigente.

1.5.1 Justificación de limitación demanda energética

En este caso, el proyecto no modifica la demanda energética del edificio ya que únicamente se actúa en la parte de generación, por lo tanto, no se aplica este apartado.

1.5.2 Justificación del cumplimiento de exigencia de bienestar e higiene

1.5.2.1 Procedimiento de verificación

Para la correcta aplicación de esta exigencia en el diseño y dimensionado de la instalación térmica deberá seguirse la secuencia de verificaciones siguiente:

a) Cumplimiento de la exigencia de calidad térmica del ambiente del apartado IT 1.1.4.1.
b) Cumplimiento de la exigencia de calidad de aire interior del apartado IT 1.1.4.2.
c) Cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado IT 1.1.4.4.
d) Cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado IT 1.1.4.3.

A continuación, se justificarán, únicamente, las exigencias que correspondan a las instalaciones proyectadas.

b) Cumplimiento de la exigencia de calidad de aire interior del apartado IT 1.1.4.2.
c) Cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado IT 1.1.4.4.

1.5.2.2 Cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del aparatado IT 1.1.4.2.

Siendo el uso de oficinas la totalidad del edificio se establece como IDA 2 (aire de buena calidad) la calidad del aire interior. Al no haberse modificado la ocupación, superficie y/o actividad en el edificio, y como en el actual proyecto tampoco se modifica la red de conductos y difusión, se asume como correcto el cálculo de caudal de ventilación existente. Aun así, debido a la existencia de sensores de dióxido de carbono en el edificio, se detecta que en las zonas más alejadas de las unidades de tratamiento de aire se registran unos valores ligeramente por encima de lo óptimo. Consecuentemente, en los nuevos climatizadores, se decide aumentar el caudal de impulsión des de los 15.300 m^3/h actuales hasta 18.000 m^3/h.
En cuanto al aire exterior, este se establece de ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo, polen).

Atendiendo la tabla 1.4.2.5 del RITE, se fija una filtración mínima del tipo F8. Los nuevos climatizadores de aire primario incorporaran dicha filtración justo después de la sección de tratamiento, antes de la impulsión hacia el interior.
Además, se emplean prefiltros tanto en la entrada de aire exterior como en la de aire de retorno.

1.5.2.3 Cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado IT 1.1.4.4.

Las instalaciones cumplirán con la exigencia del Documento Básico DB-HR, protección frente al ruido, perteneciente al Código Técnico de la Edificación.
Los nuevos equipos proyectados en la cubierta disponen de estructuras de soporte para soportarlas, así como para evitar que se transmitan vibraciones al resto del edificio. Además, las nuevas bombas de calor integran elementos anti vibratorios.
Las tuberías a su paso por tabiques o forjados quedaran selladas con elementos elásticos, tipo coquillas o similares en evitación de transmisión de vibraciones.
Los elementos constructivos interiores de separación, así como la fachada, las medianerías y el suelo en contacto con el aire exterior deberán tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes las siguientes características:

- Para recintos protegidos, el aislamiento acústico a ruido aéreo, DnT,A, entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones, colindante vertical u horizontalmente con él, no será superior a 55,00 dBA.
- Para recintos habitables, el aislamiento acústico a ruido aéreo, DnT,A, entre un recinto habitable y un recinto de instalaciones, colindante vertical u horizontalmente con él, no será superior a 45,00 dBA.

En los elementos de separación vertical, cuando las tuberías o los conductos crucen los mismos, se revestirán de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.
Concretamente en los nuevos conductos de los climatizadores se ha proyectado un recubrimiento interior en fibra de vidrio además del aislamiento exterior.
Los equipos y conducciones cumplen con las exigencias sobre el ruido y las vibraciones indicadas en el apartado 3.3 del citado Documento Básico.

1.5.3 Justificación del cumplimiento de exigencia de eficiencia energética

Para la correcta aplicación de esta exigencia en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, se opta el procedimiento de verificación simplificado.
Este procedimiento consistirá en la adopción de soluciones basadas en la limitación indirecta del consumo de energía de la instalación térmica mediante el cumplimiento de los valores límite y soluciones especificadas en esta sección, para cada sistema o subsistema diseñado. Su cumplimiento asegura la superación de la exigencia de eficiencia energética.
Para ello debe seguirse la secuencia de verificaciones que se indica:

a) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío de la IT 1.2.4.1.
b) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío de la IT 1.2.4.2.
c) Cumplimiento de la exigencia eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas de la IT 1.2.4.3.
d) Cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos de la IT 1.2.4.4.
e) Cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía de la IT 1.2.4.5
f) Cumplimiento de la exigencia de utilización de energías renovables y aprovechamiento de energías residuales de la IT 1.2.4.6.
g) Cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional de la IT 1.2.4.7.
h) Cumplimiento de la exigencia de evaluación de la eficiencia energética general del sistema de climatización y agua caliente sanitaria de la IT 1.2.4.8

El cumplimiento de las exigencias mínimas se producirá cuando el consumo de energía primaria y las emisiones de dióxido de carbono de la instalación evaluada sea inferior o igual que la de la instalación que cumpla con las exigencias del procedimiento simplificado.
A continuación, se justificarán, únicamente, las exigencias que correspondan a las instalaciones proyectadas.

a) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío de la IT 1.2.4.1.
b) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío de la IT 1.2.4.2.
c) Cumplimiento de la exigencia eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas de la IT 1.2.4.3.
d) Cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos de la IT 1.2.4.4.
e) Cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía de la IT 1.2.4.5

1.5.3.1 Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío de la IT 1.2.4.1.

Este proyecto solo afecta al diseño de la instalación de generación mediante bombas de calor, la parte de generación mediante calderas de condensación y convencionales es una instalación existente con lo cual no se incluye en este proyecto.
Los equipos seleccionados cumplen con los reglamentos europeos de diseño ecológico.

1.5.3.2 Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío de la IT 1.2.4.2.

Todas las tuberías y accesorios, así como los equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas, dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperaturas menores que la del ambiente del recinto por el que discurran o temperaturas mayores que 40°C cuando se instalen en recintos no calefactados.
Cuando las tuberías, o los equipos, estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento tendrá la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanquidad de las juntas se evitará el paso del agua de lluvia.
Los equipos y sus componentes, además de las tuberías que se suministren aislados de fábrica, deberán cumplir con su Normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante.
Para evitar las condensaciones intersticiales, se instalara una adecuada barrera al paso del vapor; la resistencia total será mayor que 50,00 MPa.m_2.s/g. Se considerará valido el cálculo realizado siguiendo el procedimiento indicado en el apartado 4.3 de la UNE-EN ISO 12241.
En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador sea agua, las perdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superaran el 4% de la potencia máxima que transporte.
Para el cálculo de los espesores, mínimos, de aislamiento se ha optado por el procedimiento simplificado.
A continuación se muestran los espesores mínimos de aislamientos térmico, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10ºC de 0,040 W/m.ºK que se utilizarán:

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

Tabla 1.2.4.2.3 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	30	25	20
35 < D ≤ 60	40	30	20
60 < D ≤ 90	40	30	30
90 < D ≤ 140	50	40	30
140 < D	50	40	30

Tabla 1.2.4.2.4 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	50	45	40
35 < D ≤ 60	60	50	40
60 < D ≤ 90	60	50	50
90 < D ≤ 140	70	60	50
140 < D	70	60	50

Ilustración 17. Espesores de aislamiento de tuberías según IT 1.2.4.2 del RITE

Los espesores, mínimos, de aislamiento de los equipos, aparatos y depósitos serán iguales o mayores que los indicados en las tablas anteriores para las tuberías de diámetro exterior superior a 140mm.
Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías de retorno de agua serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión.
Los espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros u otros, serán los mismos que los de la tubería en la que estén instalados.
El espesor mínimo de aislamiento de las tuberías de diámetro exterior menor o igual que 20 mm con una longitud menor que 5m, contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la

unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, será de 10mm, evitando, en cualquier caso, la formación de condensaciones.
En este caso, se han tenido en cuenta los criterios señalados, considerando que las tuberías discurrirán por el interior y exterior.

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia que transportan y siempre que sea suficientes para evitar condensaciones.

A continuación se muestran los espesores mínimos de aislamientos térmico, expresados en mm, para un material con conductividad térmica de referencia a 10ºC de 0,040 W/m.ºK que se utilizarán:

- En interiores 30mm.
- En exteriores 50mm.

El espesor mínimo de aislamiento de ramales finales de conductos de longitud menor de 5 metros se podrá reducir a 13 mm si existe impedimento físico demostrable de espacio.
Las redes de retorno se aislarán cuando discurran por el exterior del edificio y, en interiores, cuando el aire esté a temperatura menor que la de rocío del ambiente o cuando el conducto pase a través de locales no acondicionados.
Los conductos de tomas de aire exterior se aislarán con el nivel necesario para evitar la formación de condensaciones.
Cuando los conductos estén instalados al exterior, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. Se prestará especial cuidado en la realización de la estanquidad de las juntas al paso del agua de lluvia.
Los componentes que vengan aislados de fábrica tendrán el nivel de aislamiento indicado por la respectiva normativa o determinado por el fabricante.

La selección de los equipos de propulsión de los fluidos portadores se realizará de forma que, su rendimiento, sea máximo para las condiciones de funcionamiento calculadas. En los sistemas de caudal variable, el requisito anterior se cumplirá en las condiciones medias de funcionamiento a lo largo de una temporada. Para ello, se equilibrará el circuito a los parámetros de diseño.

1.5.3.3 Cumplimiento de la exigencia eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas de la IT 1.2.4.3.

Todas las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de control automático, necesarios, para que se puedan mantener, en los recintos, las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica.
El empleo de controles de tipo todo-nada estará limitado a las siguientes aplicaciones:

- Límites de seguridad de temperatura y presión.

El rearme automático de los dispositivos de seguridad solo se permitirá cuando se indique, expresamente, en las Instrucciones técnicas.
Los sistemas formados por diferentes subsistemas deberán disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio cada uno de estos, en función del régimen de ocupación, sin que este afectado por el resto de las instalaciones.
Las válvulas de control automático se seleccionarán de manera que, al caudal máximo de proyecto y con la válvula abierta, la pérdida de presión que se producirá en la válvula esté comprendida entre 0,60 y 1,30 veces la pérdida del elemento controlado.
El control de la secuencia de funcionamiento de los generadores de calor se hará siguiendo estos criterios:

- En modo calefacción, se dará prioridad a las bombas de calor respecto a las calderas de condensación actuales, en el momento que la potencia demandada supere la potencia máxima de las bombas de calor, se aportará calor mediante la generación de las calderas de condensación actuales.
- Cuando la eficiencia del generador disminuya al disminuir la carga, los generadores trabajarán en secuencia. Al disminuir la carga se modulará la potencia entregada por cada generador, con continuidad o por escalones, hasta alcanzar el valor mínimo permitido y parar un de los equipos; a continuación, se actuará de la misma manera sobre los otros generadores. Al aumentar la carga se actuará de forma inversa.
- Cuando la eficiencia del generador aumente al disminuir la carga, los generadores se mantendrán funcionando en paralelo. Al disminuir la carga se modulará la potencia entregada por los generadores, con continuidad o por escalones, hasta alcanzar la eficiencia máxima; a continuación, se modulará la potencia de un generador hasta llegar a su parada y se actuará de la misma manera sobre los otros generadores. Al aumentar la carga se actuará de forma inversa.

1.5.3.4 Cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos de la IT 1.2.4.4.

Se instalarán analizadores de redes específicos para contabilizar el consumo eléctrico individual de las nuevas bombas de calor, así como contadores de energía que medirán la energía térmica producidas por estas. Por el otro lado la instalación actual (calderas de condensación) ya dispone de contador de gas y contador de energía.

1.5.3.5 Cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía de la IT 1.2.4.5

En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,28 m^3/s, de acuerdo con lo establecido en el reglamento de diseño ecológico para las unidades de ventilación, se recuperará la energía del aire expulsado.
En el actual proyecto, los climatizadores proyectados incorporan recuperación por sorción así como free-cooling.

1.5.4 Justificación del cumplimiento de exigencia de seguridad

1.5.4.1 Procedimientos de verificación simplificados

Para la correcta aplicación de esta exigencia en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, se opta el procedimiento de verificación simplificado.
Este procedimiento consistirá en la adopción de soluciones basadas en el cumplimiento de las exigencias proyectadas, de acuerdo con la secuencia de verificaciones que se indica.

a) Cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado IT 1.3.4.1.
b) Cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado IT 1.3.4.2.
c) Cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado IT 1.3.4.3.
d) Cumplimiento de la exigencia de seguridad de utilización del apartado IT 1.3.4.4.

A continuación, se justificarán, únicamente, las exigencias que correspondan a las instalaciones proyectadas.

a) Cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado IT 1.3.4.1.
b) Cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado IT 1.3.4.2.
c) Cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado IT 1.3.4.3.
d) Cumplimiento de la exigencia de seguridad de utilización del apartado IT 1.3.4.4.

1.5.4.2 Cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado IT 1.3.4.1.

i. CONDICIONES GENERALES

Todos los generadores de calor y frío estarán equipados con un sistema de detección de flujo que impida el funcionamiento de este si no circula por él el caudal mínimo, salvo que el fabricante especifique que no requieren circulación mínima.
Los generadores de calor que utilizan combustibles gaseosos, incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1428/1992 de 27 de noviembre, tendrán la certificación de conformidad según lo establecido en dicho real decreto.

ii. SALAS DE MÁQUINAS

En el presente proyecto no se contempla ninguna sala de máquinas adicional, así como tampoco se añade potencia en ninguna de las existentes. La nueva maquinaria prescrita en el actual proyecto se

ubica toda a la intemperie. Las salas de máquinas existentes cumplen con toda la normativa relativa a estas.

1.5.4.3 Cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado IT 1.3.4.2.

Para el diseño y colocación de los soportes de las tuberías, se emplearán las instrucciones del fabricante considerando el material empleado, su diámetro y la colocación que podrá ser enterrada, o al aire, además de horizontal o vertical.
Las conexiones entre las tuberías y los equipos accionados por motores cuyas potencias sean superiores a 3,00 kW se efectuarán mediante elementos flexibles.

i. EXPANSIONES

Los circuitos cerrados de agua, o de soluciones acuosas, estarán equipados con un dispositivo de expansión del tipo cerrado, que permita absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.
Sera valido el diseño y dimensionado de los sistemas de expansión siguiendo los criterios indicados en el capítulo 9 de la Norma UNE 100155.
La capacidad de los vasos de expansión será, al menos, igual al aumento del volumen del agua de las instalaciones a la misma temperatura.
Para el cumplimiento de este apartado se colocarán tres vasos de expansión calculados para absorber el incremento de volumen del nuevo circuito (ver los cálculos en el anexo).

ii. CIRCUITOS CERRADOS

Los circuitos cerrados con fluidos calientes dispondrán, además de la válvula de alivio, de una o más válvulas de seguridad. El valor de la presión de tarado, mayor que la presión máxima de ejercicio en el punto de instalación y menor que la de prueba, vendrá determinado por la Norma especifica del producto o, en su defecto, por la reglamentación de equipos y aparatos a presión. Su descarga estará conducida a un lugar seguro y será visible.
En el caso de los generadores de calor, la válvula de seguridad estará dimensionada por el fabricante del generador. En este caso se tarará a 3 bares.
Las válvulas de seguridad tendrán un dispositivo de accionamiento manual para pruebas que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de las mismas.
Serán validos los criterios de diseño de los dispositivos de seguridad indicados en el apartado 7 de la Norma UNE 100155.
Se dispondrá un dispositivo de seguridad, que impida la puesta en marcha de la instalación, si el sistema no tuviera la presión de ejercicio indicada en el Proyecto.

iii. DILATACIONES

Las variaciones de longitud, a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura del fluido que contiene, se compensaran con el fin de evitar roturas en los puntos más débiles.
Se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, con curvas de radio largo, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar los esfuerzos a los que esté sometida.
En los tendidos de gran longitud, tanto horizontales como verticales, los esfuerzos sobre las tuberías se absorberán por medio de compensadores de dilatación y cambios de dirección.
Los elementos de dilatación se diseñarán y calcularán según la Norma UNE 100156.
Para las tuberías de materiales plásticos serán validos los criterios indicados en los Códigos de buena práctica emitidos por el CTN 53 del AENOR.

iv. GOLPES DE ARIETE.

Para prevenir los efectos de los cambios de presión, provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito, se instalarán elementos amortiguadores en los puntos cercanos a los elementos que los provoquen.
Para los diámetros superiores a DN 32 se evitará, en lo posible, el empleo de válvulas de retención de clapeta.
Para los diámetros superiores a DN 100, las válvulas de retención se sustituirán por válvulas motorizadas con tiempo de actuación ajustable

v. FILTRAJES

Cada circuito hidráulico se protegerá mediante un filtro con una luz de 1 mm, como máximo, y se dimensionará con una velocidad de paso, a filtro limpio, menor o igual a la velocidad del fluido en las tuberías contiguas.
Las válvulas automáticas de diámetro nominal superior a DN 15, contadores y aparatos similares, se protegerán con filtros de 0,25 mm de luz, como máximo.
Los elementos filtrantes se mantendrán, permanentemente, en su posición.

vi. TRATAMIENTO DEL AGUA.

Con el fin de prevenir los fenómenos de corrosión e incrustación calcárea en las instalaciones serán válidos los criterios indicados en las Normas prEN 12502, parte 3, y UNE 112076, así como los indicados por los fabricantes de los equipos.

i. CONDUCTOS

Los conductos deben cumplir en materiales y fabricación, las normas UNE-EN 12237 para conductos metálicos, y UNE-EN 13403 para conductos no metálicos.
El revestimiento interior de los conductos resistirá la acción agresiva de los productos de desinfección, y su superficie interior tendrá una resistencia mecánica que permita soportar los esfuerzos a los que estará sometida durante las operaciones de limpieza mecánica que establece la norma UNE 100012 sobre higienización de sistemas de climatización.
La velocidad y la presión máximas admitidas en los conductos serán las que vengan determinadas por el tipo de construcción, según las normas UNE-EN 12237 para conductos metálicos y UNE-EN 13403 para conductos de materiales aislantes.
Para el diseño de los soportes de los conductos se seguirán las instrucciones que dicte el fabricante, en función del material empleado, sus dimensiones y colocación.

1.5.4.4 Cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado IT 1.3.4.3.

En el presente proyecto no se contempla ninguna sala de máquinas ni recinto adicional, así como tampoco se añade potencia en ninguna de las existentes. La nueva maquinaria prescrita en el actual proyecto se ubica toda a la intemperie. Las salas de máquinas existentes cumplen con toda la normativa a protección contra incendios.

1.5.4.5 Cumplimiento de la exigencia de seguridad de utilización del apartado IT 1.3.4.4.

ii. SUPERFICIES CALIENTES

Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, podrá tener una temperatura superior a 60ºC.

iii. PARTES MÓVILES

El material aislante de las tuberías, conductos o equipos no deberá interferir con las partes móviles de sus componentes.

iv. ACCESIBILIDAD

Los equipos y aparatos estarán situados de forma tal que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación.
Los elementos de medida, control, protección y maniobra se instalarán en lugares visibles y fácilmente accesibles.
Los equipos o aparatos que deban quedar ocultos dispondrán de un acceso fácil. En los falsos techos se tendrán los accesos adecuados cerca de cada aparato y se abrirán sin necesidad de recurrir a herramientas. La situación, exacta, de los elementos de acceso y de los aparatos quedara reflejada en los planos finales de la instalación.

Las tuberías, y sus accesorios, se instalarán en lugares que permitan su accesibilidad, además de facilitar el montaje del aislamiento térmico, en todo su recorrido, salvo cuando vayan empotradas.

v. *SEÑALIZACIONES*

En la Sala de Máquinas se colocará un plano con el esquema de principio de la instalación, enmarcado en un cuadro de protección.
Las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, de acuerdo con lo estipulado en el Manual de Uso y Mantenimiento, estar colocadas en un lugar visible, tanto en la Sala de Máquinas como en los recintos técnicos.
Las conducciones, de las instalaciones, estarán señalizadas de acuerdo con la Norma UNE 100100.

vi. *MEDICIONES*

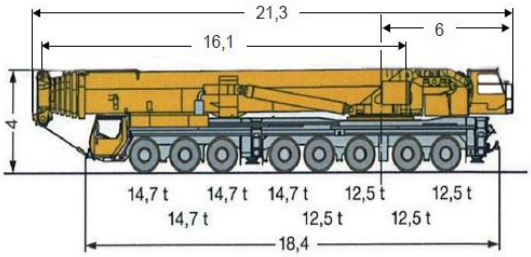
Todas las instalaciones térmicas dispondrán de la instrumentación de medida, suficiente, para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervengan, de forma fundamental, en el funcionamiento de los mismos.
Los aparatos de medida se situarán en lugares visibles, y fácilmente accesibles, para su lectura y mantenimiento. El tamaño de las escalas será suficiente para que la lectura pueda efectuarse sin esfuerzo.
Antes y después de cada proceso, que lleve implícita la variación de una magnitud física, se posibilitara su medición, proyectando instrumentos permanentes, de lectura continua, o mediante instrumentos portátiles. La lectura podrá efectuarse, también, aprovechando las señales de los instrumentos de control.
En el caso de medida de temperatura en circuitos de agua, el sensor penetrará en el interior de la tubería, o equipo, a través de una vaina, que estará rellena de una sustancia conductora de calor.
No se proyecta el uso permanente de termómetros o de sondas de contacto, ni se permitirá su instalación.
Las medidas de la presión, en los circuitos de agua, se harán con manómetros equipados de dispositivos de amortiguación de las oscilaciones de la aguja indicadora.
El equipamiento mínimo de aparatos de medición será el que se indica.

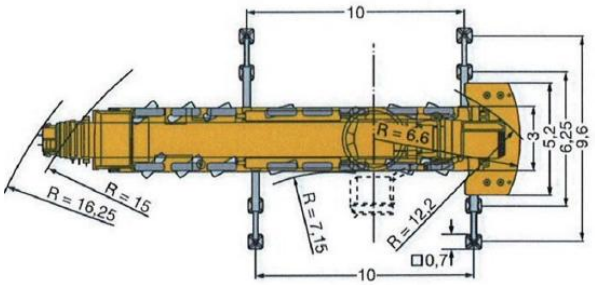
- Un termómetro en los colectores de impulsión y retorno de un fluido portador.
- Un manómetro para los vasos de expansión.
- Un termómetro en el retorno, y uno por cada circuito, para los circuitos secundarios de tuberías
- de un fluido portador.
- Un manómetro para lectura diferencial de la presión, entre la aspiración y la descarga, por cada bomba.
- Un pirómetro, o un pirostato, con escala indicadora en el conducto de humos.

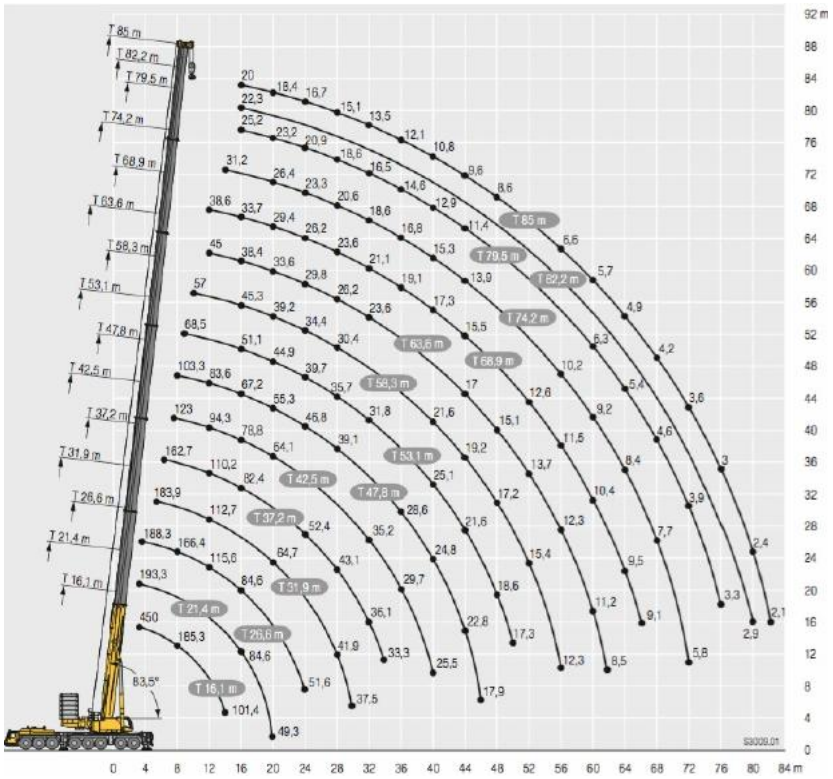
1.6 DESCRIPCIÓN PLANNING OBRA

A continuación, se detalla de forma aproximada el orden de ejecución de los distintos trabajos desde el momento de la adjudicación de la obra al contratista.
Con el fin de no alargar la obra más de lo deseado, se recomienda efectuar lo antes posible los pedidos de compra de las bombas de calor y los climatizadores propuestos, así como de cualquier otro elemento que pueda retrasar la ejecución, debido a los plazos de entrega dilatados que suelen dar los proveedores de estos equipos. A principios de 2025 los fabricantes de dichos equipos están indicando plazos de entrega de hasta 10-12 semanas sobre todo para las bombas de calor.
Toda la obra se ejecutará en la cubierta del edificio ubicada a una altura aproximada de 40 metros aprox. Por tanto, se necesitará de una autogrúa de grandes dimensiones, con posibilidad de gran longitud de pluma, capaz de poder elevar las bombas de calor, los climatizadores, los depósitos de inercia, y toda la estructura metálica de refuerzo a la cubierta. De la misma manera que será necesario bajar los climatizadores antiguos y otros elementos menores que serán sustituidos por los nuevos.

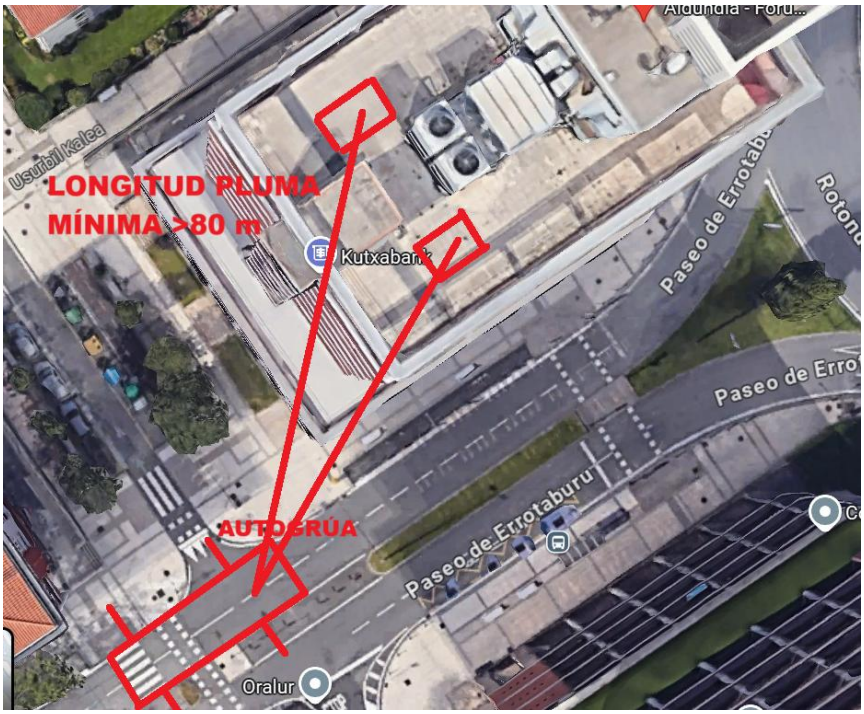
Para los trabajos de elevación se plantea una solución de autogrúa de Liebeherr, o similar, modelo LTM 1500-8.1, que posee una gran longitud de pluma, con 85 m hidráulicos, pudiendo llegar a alcanzar una altura de trabajo máximo de 145 m y un radio de hasta 108 m, gracias a la posibilidad de plumines adicionales.







Se propone la ubicación de la autogrúa en el Paseo Errotaburu lo más cercana posible al edificio de Hacienda para que la pluma pueda subir la maquinaria sin problema. Se trataría de la ubicación más óptima ya que la afección con el tráfico rodado es menor que en la rotonda cercana, aunque se deberá realizar un corte total del tráfico durante la noche anterior para el montaje y todo el día siguiente para la subida de equipos.



Según la imagen mostrada, con un brazo mínimo de 80 m y un ángulo de 53 grados se podría subir cualquier equipo hasta la parte de cubierta que queda orientada a la fachada opuesta.

La duración de la obra será de 16 semanas (4 meses) máximo, planteándose el montaje y desmontaje de la autogrúa durante la ejecución de la obra, un total de 2 veces en días diferentes. En caso de que se deba montar alguna vez adicional a las planteadas, el Contratista deberá asumir su sobrecoste.

El primer montaje, se plantea realizar entre la cuarta y quinta semana de obra, colocándose la autogrúa en la ubicación propuesta, previa petición de permiso al Ayuntamiento de Donostia por parte de la empresa contratista. Se subiría a cubierta los perfiles que formarán parte de la estructura metálica, que soportarían a futuro las bombas de calor y los depósitos de inercia, además de las estructuras de tramex y barandillas a colocar sobre dicha estructura. Se aprovecharía el momento para subir también los acumuladores de inercia, tramos de tuberías, aguja hidráulica, y demás elementos hidráulicos que tienen un plazo de entrega acorde a la primera colocación propuesta para la autogrúa. Lógicamente se aprovechará el momento para bajar material que se haya desmontado y/o desguazado de la instalación existente.

Posteriormente, se propone colocar la autogrúa por segunda vez, entre la semana octava y décima máximo, que es cuando se prevé puedan llegar los dos equipos de bombas de calor y las dos climatizadoras de aire. Se aprovecharía esta segunda colocación de la autogrúa para subir algún elemento de la instalación que no haya sido posible subir durante la primera colocación, y para bajar

todos los elementos que se hayan desmontado de la instalación existente como las climatizadoras viejas.

Idealmente, se deberán juntar las distintas operaciones de subida/bajada de material en el periodo de tiempo más corto posible, con una duración máxima de 1 día cada vez que se monte la autogrúa. La empresa Contratista deberá gestionar los permisos pertinentes con el Ayuntamiento de Donostia y montará la Autogrúa durante la noche del día anterior a realizar las operaciones de subida y bajada. Como se ha comentado anteriormente, la duración máxima de trabajo con la autogrúa sería de 1 día, y realizándose en 2 plazos diferentes como máximo, según las semanas del planning de obra planteadas. Se podría contemplar un segundo día de trabajo con autogrúa, siempre y cuando sea justificado y esté aprobado por parte del Cliente y el Ayuntamiento de Donostia.

El principal inconveniente reside en que no se pueden subir las bombas de calor hasta que se hayan montado sus estructuras de soporte, las cuales dependen también de la grúa para subir los perfiles metálicos. Los mismo pasa con los climatizadores, pues hay que desvalijar y bajar los existentes, alargar sus perfiles de soporte para adaptarlos a los nuevos climatizadores, y subir e instalar los nuevos equipos. El montaje de dichas estructuras de soporte debería hacerse en un plazo máximo de 2 semanas para minimizar el intervalo de tiempo entre las 2 colocaciones de la autogrúa en un plazo máximo de 4-5 semanas entre sí.

Las tareas propuestas a plantear serían los siguientes:

Antes de montar la grúa:

- Desmontaje y desvalijamiento de todos los elementos relativos a las UTA's existentes (tuberías, conductos, alimentación eléctrica y control).
- Corte de tuberías y retirada de aguja hidráulica existente.
- Trabajos de preparación para el montaje de las estructuras de soporte de las bombas de calor antes de la llegada de los perfiles metálicos.
- Otros trabajos varios no dependientes del factor grúa.

Relacionados con los 2 montajes de grúa:

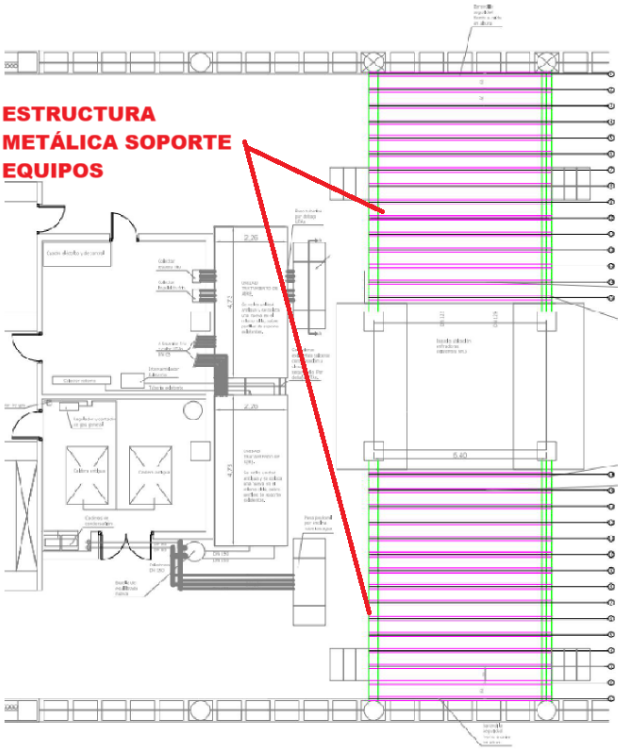
- Subida de los perfiles metálicos y colocación provisional de las estructuras de soporte de las bombas de calor, lo más rápido posible.
- Bajada de los climatizadores existentes y demás elementos desvalijados.
- Elongación de los perfiles metálicos de sujeción de los climatizadores.
- Subida de todos los equipos y demás elementos mencionados, y ubicarlos en su sitio sobre soportes habilitados.

Retirada de grúa:

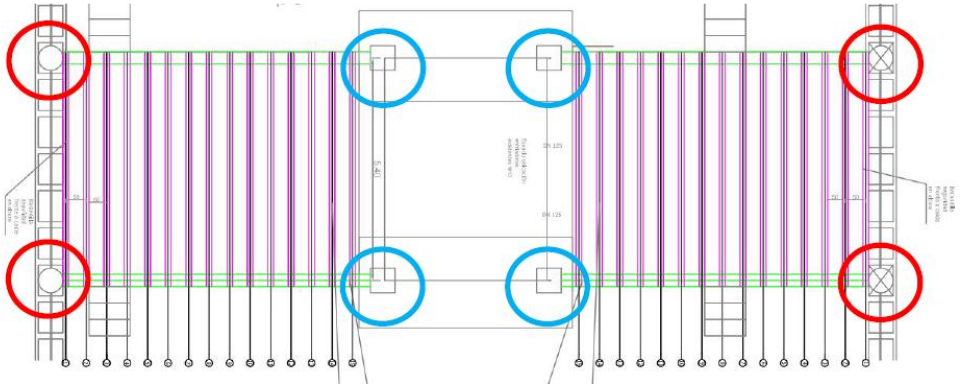
- Finalización de todos los trabajos de conexionado de tuberías, conductos, alimentación eléctrica y control, albañilería, etc.

1.7 ESTRUCTURA METÁLICA SOPORTE EQUIPOS EN CUBIERTA

El proyecto de desgasificación consiste en instalar en la cubierta de la torre de Errotaburu Nº2 una nueva instalación de bombas de calor, depósitos de inercia y climatizadoras de aire en dos zonas idénticas sobre una estructura metálica.



La estructura proyectada para soporte de los equipos es una solución metálica compuesta por dos vigas principales de 7.75 m de longitud y 15 correas de 5.50 m de longitud cada 0.50 m. Las dos vigas principales se proyectan sobre los siguientes apoyos, sin transmitir ninguna carga al forjado de cubierta:



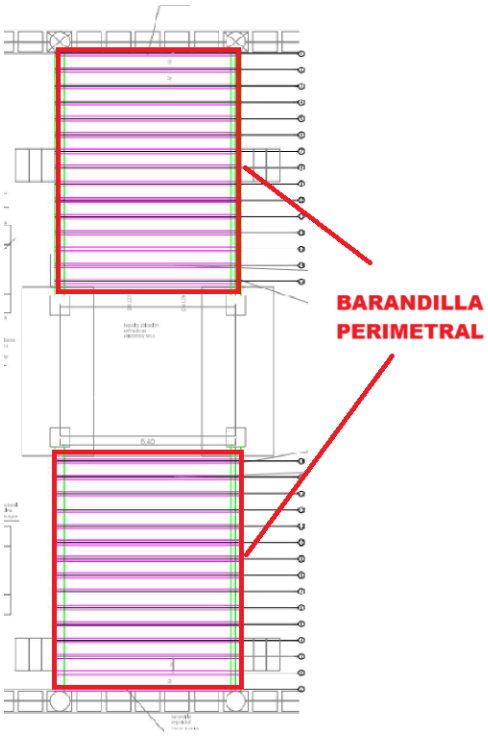
Para el cálculo se toma una carga de 1078 kg/m2 en toda la plataforma, siendo la estructura resultante planteada con vigas principales HEA-340 y correas IPE-200. En el capítulo 8, se adjunta el detalle del estudio estructural con los cálculos justificativos correspondientes realizado por Norfer Ingenieros.

Respecto a la justificación del Documento Básico SI en caso de Incendio SI 6. Resistencia al fuego de la estructura, comentar que la plataforma diseñada al tratarse de un elemento estructural secundario cuyo colapso ante la acción directa del incendio no ocasiona daños a los ocupantes, ni compromete la estabilidad global de la estructura, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio, no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

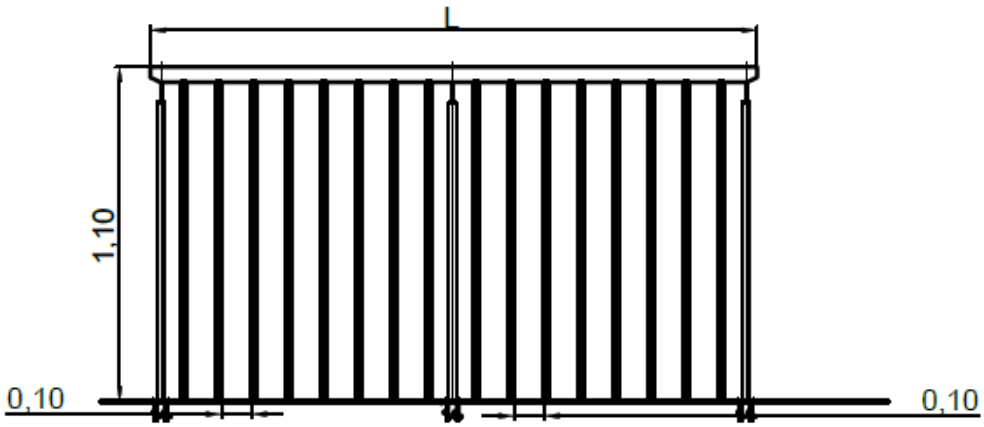
Para que la plataforma sea transitable y poder realizar las labores correspondientes de mantenimiento a los equipos, se plantea la colocación de pavimento de rejilla electrosoldada antideslizante (tipo tramex), según se indica en la documentación gráfica del Proyecto.



Además, para el cumplimiento del DB-SUA se justifica la instalación de barandillas perimetrales en las dos plataformas metálicas donde se colocarán equipos, y garantizar la seguridad y accesibilidad de las personas, según la figura adjunta:



Al haber zonas con caídas superiores a 6 m, se propone la colocación de una barandilla con una altura mínima de 110 cm en todo el perímetro de las nuevas bancadas metálicas de los equipos, según la figura adjunta. Además la distribución de los barrotes será vertical, siendo la distancia ente éstos no superior a los 10 cm.



Barandilla perimetral acero galvanizado
Escala 1/50

1.8 HOJA DE FIRMAS

El Ingeniero Industrial.
Colegiado nº 3.137 del C.O.I.I. de Gipuzkoa.

CAETANO VERA DAVID - 52178781S

Firmado digitalmente por CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-52178781S, givenName=DAVID, sn=CAETANO VERA, cn=CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Fecha: 2025.05.07 07:10:32 +02'00'

Fdo : David Caetano Vera.
Oiartzun, abril de 2.024.

2 ANEXOS

2.1 CÁLCULO DE TRANSMITÁNCIAS

Únicamente se ha actuado en la parte de generación, con lo cual no se ha realizado el cálculo de las transmitancias del edificio

2.2 CÁLCULO DE LIMITACIÓN DEMANDA ENERGÉTICA HE1

Únicamente se ha actuado en la parte de generación, y se ha tomado como dato de partida el estudio de demandas realizado con anterioridad a este proyecto y donde los resultados se pueden observar en el capítulo “1.2.2.-Caracterización de la demanda energética del edificio (calefacción)”.

2.3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Únicamente se ha actuado en la parte de generación, y se ha tomado como dato de partida el estudio de demandas realizado con anterioridad a este proyecto y donde los resultados se pueden observar en el capítulo “1.2.2.-Caracterización de la demanda energética del edificio (calefacción)”.

2.4 SELECCIÓN DE GENERADORES CALOR Y FRÍO

La selección de los generadores de calor y frío se detalla en el capítulo "1.4.1.-Selección del modelo de bombas de calor" en el documento nº1: Memoria.

Bomba de calor 2 tubos:

- 1 unidad marca AERMEC modelo NRG1400XHºAVJºBH
- Refrigerante R32
- Compresor tipo scroll
- Potencia en modo calefacción → 304,2 kW
- SCOP a 55º → 3,24 W/W
- Potencia en modo refrigeración → 376,4 kW
- SEER 12/7ºC → 4,68 W/W
- Integra grupo de bombeo formado por 2 bombas
- Integra depósito de inercia de 600 litros
- Ventilador inverter
- Tratamiento Epoxy
- Control de condensación
- Elementos anti vibratorios

Bomba de calor 4 tubos:

- 1 unidad marca AERMEC modelo NPG1000XHºA4VJºDDSC
- Refrigerante R32
- Compresor tipo scroll
- Potencia en modo calefacción → 203,9 kW
- SCOP a 55º → 3,14 W/W
- Potencia en modo refrigeración → 261,1 kW
- SEER 12/7ºC → 4,29 W/W
- Potencia calor en modo polivalente → 298,4 kW
- Potencia frío en modo polivalente → 214,1 kW
- TER → 5,63 W/W
- Integra grupo de bombeo formado por 2 bombas lado calor
- Integra grupo de bombeo formado por 2 bombas lado frío
- Ventilador inverter
- Tratamiento Epoxy
- Control de condensación
- Elementos anti vibratorios

2.5 PRODUCCIÓN DE ACS Y CONTRIBUCIÓN SOLAR TÉRMICA HE4

No aplicable, la instalación proyectada no suministra el A.C.S del edificio.

2.6 SELECCIÓN DE EQUIPOS TERMINALES

No se actúa en esta parte de la instalación

2.7 UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

La selección de los climatizadores se detalla en el capítulo "1.4.2.- -Selección del modelo de climatizadores" en el documento nº1: Memoria

Climatizadores (UTA):

- 2 unidades, marca AIRLAN modelo FMA-HP 204 en impulsión y FMA-HP 175 en extracción.
- Caudal impulsión → 18.000 m^3/h
- Caudal extracción → 13.000 m^3/h
- Filtraje F8+ prefiltros
- Recuperador rotativo
- Free-cooling
- Batería frío 93 kW
- Batería calor 117 kW
- Humectación

2.8 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR HS3

No se actúa en esta parte de la instalación.

2.9 CÁLCULO DE CIRCUITO HIDRÁULICO

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 1 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 2 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.
El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.
Para el cálculo, se han utilizado las siguientes ecuaciones:

$$d = \sqrt{\frac{Q_w}{3600v} \cdot \frac{4}{\pi}}$$

$$\Delta p = \frac{\mu \cdot l \cdot v^2 \cdot \rho \cdot SG}{2d}$$

ρ: *density of water (1000 kg/m³)*

l : Longitud de la tubería (m)
Q_w : Flujo del líquido (m^3/h)
d : Diámetro interno de tubería (m)
v : Velocidad del agua (m/s)
Δp : Caída de presión (Pa)
μ : Coeficiente de fricción
SG : Gravedad específica del agua

Circuito	Punto Inicio	Punto Final	Distancia real m	Distancia +15% m	Caudal m3/h	Vel. Máx. m/s	D. Calculado mm	DN mm	Vel. Real m/s	Pérd. Carga máx. bar	Pérd. Carga real bar
Calor Impulsión	BC 2T	Colector antes aguja hidráulica	11,4	13,1	54,3	2	98,00	**100**	1,92	0,0523	0,0478
Calor Impulsión	BC 4T	Colector antes aguja hidráulica	29,6	34,0	36,4	2	80,23	**100**	1,29	0,1360	0,0558
Calor Impulsión	Colector antes aguja hidráulica	Aguja hidráulica	1,0	1,2	90,7	2	126,65	**150**	1,43	0,0046	0,0015
Calor Retorno	Aguja hidráulica	Colector después aguja hidráulica	1,0	1,2	90,7	2	126,65	**150**	1,43	0,0046	0,0015
Calor Retorno	Colector después aguja hidráulica	Depósito BC 2T (integrado en BC)	11,4	13,1	54,3	2	98,00	**100**	1,92	0,0523	0,0478
Calor Retorno	Colector después aguja hidráulica	Depósito BC 4T	13,1	15,1	36,4	2	80,23	**100**	1,29	0,0604	0,0248
Calor Retorno	Depósito BC 4T	BC 4T	20,3	23,4	36,4	2	80,23	**100**	1,29	0,0935	0,0383
Frío Impulsión	BC 4T	Colector impulsión secundario	12,2	14,0	46,5	2	90,64	**100**	1,64	0,0561	0,0375
Frío Retorno	Desvío retorno Enfriadora 1	Depósitos Frío	13,6	15,6	70,0	2	111,26	**125**	1,58	0,0626	0,0311
Frío Retorno	Desvío retorno Enfriadora 2	Depósitos Frío	13,6	15,6	70,0	2	111,26	**125**	1,58	0,0626	0,0311
Frío Retorno	Depósitos Frío	Retorno a desvío Enfriadora 1	12,3	14,1	70,0	2	111,26	**125**	1,58	0,0564	0,0280
Frío Retorno	Depósitos Frío	Retorno a desvío Enfriadora 2	12,3	14,1	70,0	2	111,26	**125**	1,58	0,0564	0,0280
Frío Retorno	Desvío retorno BC 4T	Depósitos Frío	19,0	21,8	46,5	2	90,64	**100**	1,64	0,0874	0,0584
Frío Retorno	Depósitos Frío	BC 4T	12,3	14,1	46,5	2	90,64	**100**	1,64	0,0564	0,0377

2.10 CÁLCULO DE VASOS DE EXPANSIÓN

Se han incorporado tres vasos de expansión, uno para cada circuito de la bomba de calor polivalente (calor y frío) y otro para la bomba de calor 2 tubos (calor). Estos vasos se han calculado para absorber la dilatación del agua en el nuevo circuito. Se asume que los vasos existentes absorben la dilatación del agua en los circuitos existentes.
A continuación, se muestra el cálculo de los vasos.
El dimensionado de las tuberías de conexión entre el vaso de expansión y el circuito se ha realizado por medio de la siguiente ecuación:

$$D=(15+(1{,}50*P^{0{,}50}))$$

Donde:

D: diámetro de la tubería de conexión (mm)
P: potencia del equipo (kW)

En este caso, para una potencia 200-300kW, la tubería será de DN 40mm.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION G 100/10

Datos generales

Tipo de aplicación	:	Circuitos cerrados
Tipo de vaso	:	Sin transferencia de masa
Modelo de vaso	:	G 100
Temperatura de llenado	:	10.0 ºC

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol	:	0.0 %
Presión estática	:	5.0 m
Presión mínima - tª mínima	:	2.5 bar
Presión máxima - tª máxima	:	5.0 bar
Presión de la válvula de seguridad	:	6.0 bar

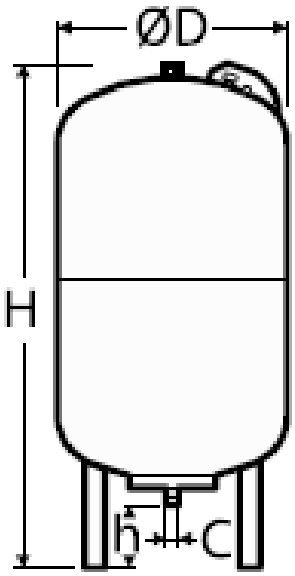
Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal	:	1 x G 100
Sistema de transferencia de masa	:	Sin transferencia

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo	:	10 bar
Pres. vaso sin conectar al circuito	:	2.3 bar
Cap. de acumulación necesaria	:	4.3 litros
Expansión total de la instalación	:	1.7 litros
Volumen de agua en el vaso a		
- temperatura mínima	:	5.7 litros
- temperatura de llenado	:	5.9 litros

Croquis del vaso G 100



Volumen de agua

El volumen de la instalación	:	Es conocido
Nº de tramos a calcular	:	1
Volumen de la instalación	:	1000.0 litros

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
1000 l	7 ºC	20 ºC

Dimensiones del vaso G 100

Anchura (D)	:	480.0 mm
Altura (H)	:	856.0 mm
Diámetro de conexiones (A)	:	R 1"
Peso	:	16.5 kg

Características del tipo Thermopress G

- Para sistemas de calefacción y climatización.
- Conexiones embridadas PN6 a 6 bar y PN10 a 10 bar.
- Membrana recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70ºC.
- Temp. máxima de la instalación: 120ºC.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Con orificio de inspección.
- Con manómetro en el lado del nitrógeno.
- Color gris.
- Presión inicial : 3.5 bar

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION G 200/10

Datos generales

Tipo de aplicación	:	Circuitos cerrados
Tipo de vaso	:	Sin transferencia de masa
Modelo de vaso	:	G 200
Temperatura de llenado	:	10.0 ºC

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol	:	0.0 %
Presión estática	:	5.0 m
Presión mínima - tª mínima	:	2.5 bar
Presión máxima - tª máxima	:	5.0 bar
Presión de la válvula de seguridad	:	6.0 bar

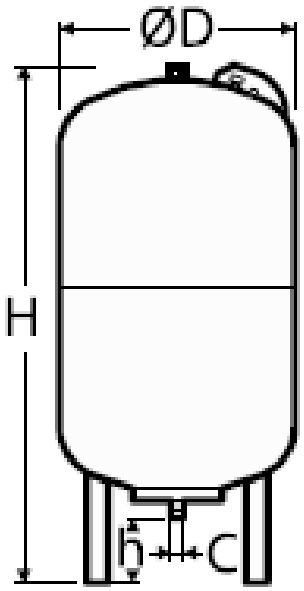
Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal	:	1 x G 200
Sistema de transferencia de masa	:	Sin transferencia

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo	:	10 bar
Pres. vaso sin conectar al circuito	:	2.3 bar
Cap. de acumulación necesaria	:	126.6 litros
Expansión total de la instalación	:	49.7 litros
Volumen de agua en el vaso a		
- temperatura mínima	:	11.4 litros
- temperatura de llenado	:	11.4 litros

Croquis del vaso G 200



Volumen de agua

El volumen de la instalación	:	Es conocido
Nº de tramos a calcular	:	1
Volumen de la instalación	:	3500.0 litros

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
3500 l	10 ºC	55 ºC

Dimensiones del vaso G 200

Anchura (D)	:	634.0 mm
Altura (H)	:	972.0 mm
Diámetro de conexiones (A)	:	R 1 ¼"
Peso	:	36.5 kg

Características del tipo Thermopress G

- Para sistemas de calefacción y climatización.
- Conexiones embridadas PN6 a 6 bar y PN10 a 10 bar.
- Membrana recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70ºC.
- Temp. máxima de la instalación: 120ºC.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Con orificio de inspección.
- Con manómetro en el lado del nitrógeno.
- Color gris.
- Presión inicial : 3.5 bar

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION G 300/10

Datos generales

Tipo de aplicación	: Circuitos cerrados
Tipo de vaso	: Sin transferencia de masa
Modelo de vaso	: G 300
Temperatura de llenado	: 10.0 ºC

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol	: 0.0 %
Presión estática	: 4.0 m
Presión mínima - tª mínima	: 2.5 bar
Presión máxima - tª máxima	: 5.0 bar
Presión de la válvula de seguridad	: 6.0 bar

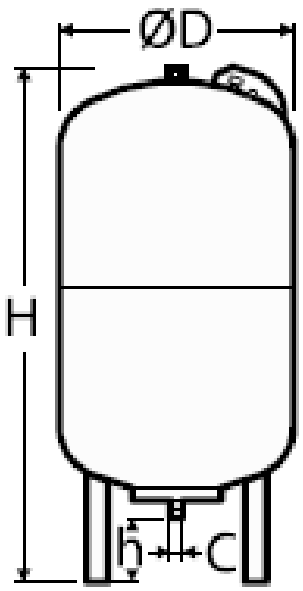
Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal	: 1 x G 300
Sistema de transferencia de masa	: Sin transferencia

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo	: 10 bar
Pres. vaso sin conectar al circuito	: 2.3 bar
Cap. de acumulación necesaria	: 217.0 litros
Expansión total de la instalación	: 85.3 litros
Volumen de agua en el vaso a	
- temperatura mínima	: 17.1 litros
- temperatura de llenado	: 17.1 litros

Croquis del vaso G 300



Volumen de agua

El volumen de la instalación	: Es conocido
Nº de tramos a calcular	: 1
Volumen de la instalación	: 6000.0 litros

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
6000 l	10 ºC	55 ºC

Dimensiones del vaso G 300

Anchura (D)	: 634.0 mm
Altura (H)	: 1267.0 mm
Diámetro de conexiones (A)	: R 1 ¼"
Peso	: 41.6 kg

Características del tipo Thermopress G

- Para sistemas de calefacción y climatización.
- Conexiones embridadas PN6 a 6 bar y PN10 a 10 bar.
- Membrana recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70ºC.
- Temp. máxima de la instalación: 120ºC.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Con orificio de inspección.
- Con manómetro en el lado del nitrógeno.
- Color gris.
- Presión inicial : 3.5 bar

2.11 CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

La sección de los conductos se seleccionará de forma que la velocidad de circulación de aire sea inferior a 6 m/s en todo su trazado.
El dimensionado de los conductos se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en conductos nunca sea superior 0,1 mm. de columna de agua por metro lineal.
Para el cálculo se han usado las siguientes ecuaciones:

$$S = \frac{Q}{3600 \times v}$$

Siendo:
S: Sección (m^2)
Q: Caudal (m^3/h)
v: Velocidad (m/s)

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}}$$

Siendo:
D: Diámetro (m)
S: Sección (m^2)
π: Número PI (constante matemática que vale aproximadamente 3,1416)

	Caudal	Vel. Máx.	S.	D.	Sección rectangular			Grueso aislamiento	S. real	Vel. Real	D. Equival. Real	Pérd. Carga real
	[m3/h]	[m/s]	[m2]	[mm]	A [mm]	B [mm]	S [m2]	interior [mm]	[m2]	[m/s]	[mm]	[mmca/ml]
Impulsión	18.000	6	0,833	1.030	**900**	**1200**	**1,080**	25	0,9775	5,12	1.116	0,0286
Extracción	13.000	6	0,602	875	**800**	**950**	**0,760**	25	0,6750	5,35	927	0,0367

2.12 CÁLCULO DIFUSIÓN DE AIRE

No se actúa en esta parte de la instalación.

2.13 CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Únicamente se ha actuado en la parte de generación, con lo cual no es aplicable.

2.14 LISTADO PUNTOS DE CONTROL

Listado puntos de control bombas de calor, válvulas, sondas y contadores:

		E.A.	E.D.	S.A.	S.D.
	BOMBA CALOR 4 TUBOS - POLIVALENTE				
GENERAL	F/M BOMBA CALOR 4T				1
	ESTADO BOMBA CALOR 4T		1		
	ALARMA GENERAL BOMBA CALOR 4T		1		
	INTERRUPTOR FLUJO AGUA BOMBA CALOR 4T		1		
	ESTADO RECUPERACIÓN 4T		1		
FRÍO / CALOR	SONDA TEMPERATURA IMPULSIÓN AGUA	2			
	SONDA TEMPERATURA RETORNO AGUA	2			
BOMBEO	F/M BOMBAS INTERNAS				4
	ESTADO BOMBAS INTERNAS		4		
	ALARMA BOMBAS INTERNAS		4		
	BOMBA CALOR 2 TUBOS - CIRCUITO PRIMARIO				
GENERAL	F/M BOMBA CALOR 2T				1
	ESTADO BOMBA CALOR 2T		1		
	ALARMA GENERAL BOMBA CALOR 2T		1		
	INTERRUPTOR FLUJO AGUA BOMBA CALOR 2T		1		
FRÍO / CALOR	SONDA TEMPERATURA IMPULSIÓN AGUA	1			
	SONDA TEMPERATURA RETORNO AGUA	1			
BOMBEO	F/M BOMBAS INTERNAS				2
	ESTADO BOMBAS INTERNAS		2		
	ALARMA BOMBAS INTERNAS		2		
	COMÚN				
FRÍO / CALOR	SONDA TEMPERATURA VARIAS	6			
CONTADORES	CONTADORES ENERGIA TÉRMICA	3			
	ANALIZADORES DE RED	2			
VÁLVULAS MOTORIZADAS	F/M VALVULAS				6
	ESTADO VALVULAS		6		
56	TOTAL PUNTOS DE CONTROL:	17	25	0	14
	PREVISIÓN AMPLIACIÓN	15%			
64	TOTAL PUNTOS DE CONTROL:	20	29	0	17

Listado puntos de climatizadores:

Señales Control	Gestión Maniobra	Elemento de Campo	ED	SD	EA	SA
Ventilador Impulsión EC						
Maniobra	Q=Cte	Ventilador GR45I-ZID.GG.CR (116903/A01) 5 kW (x2)				1
Alarma	-		1			
Estado	-					
Ventilador Extracción EC						
Maniobra	Q=Cte	Ventilador GR56I-ZID.GL.CR (116908/A01) 4,6 kW (x1)				1
Alarma	-		1			
Estado	-					
Recuperador Rotativo						
Maniobra	iext <>iret	Recuperador Rotativo		1		
Humectador						
Maniobra	Hr Retorno	H.Hervidor				1
Alarma	-		1			
Marcha/Paro	-			1		
Batería Frío						
Maniobra	Tª Impulsión	Válvula V2V BTV50-39+RVAN5-24A				1
Batería Calor						
Maniobra	Tª Impulsión	Válvula V2V GF265-63+RVAN18-24A				1
Sonda CO2 (EXR)						
Conducto	Lectura	KCO2-W			1	
Compuerta TAE						
Maniobra	Total Opening/Free Cooling	Actuador Compuerta TAE DAS1 (x1)		1		
Cierre Off						
Compuerta EHA						
Maniobra	=TAE	Actuador Compuerta EHA DAS1 (x1)				
Cierre Off						
Sonda Combinada (EXR)						
Conducto	Lectura	SHD.311			2	
Sonda Combinada (IMP)						
Conducto	Lectura	SHD.311			2	
Sonda Combinada (TAE)						
Conducto	Lectura	SHD.311			2	
Sonda ΔP Oído (IMP)						
0-2.500	Lectura	DDP.4010			1	
Sonda ΔP Oído (EXR)						
0-2.500	Lectura	DDP.4010			1	
Filtro EXR 1						
Maniobra	ΔP Final: 200Pa	Presostato 93083222511	1			
Filtro IMP 1						
Maniobra	ΔP Final: 350Pa	Presostato 93083222511	1			
Filtro IMP 2						
Maniobra	ΔP Final: 300Pa	Presostato 93083222511	1			
TOTAL SEÑALES CONTROL						
Nº IOs	-		6	3	9	5
REGULADOR						
Capacidad	Protocolo BMS Modbus RS485	FREEGO + E3-DSP-A3 + XCA203W-4	12	13	8	9
Señales libres		FREEGO + E3-DSP-A3 + XCA203W-4 Señales libres (EU= 3)	6	10		4

2.15 INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

2.15.1 Intervenciones y frecuencias de mantenimiento preventivo

Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en este documento, que serán las indicadas en las tablas siguientes.

Es responsabilidad del mantenedor autorizado o del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de las mismas a las características técnicas de la instalación.

Los símbolos que se han utilizado en este documento son convencionales por lo que no se precisa su definición a priori. Para la definición de frecuencias de trabajos en los protocolos de mantenimiento preventivo se han utilizado los siguientes símbolos:

- D Tareas e intervenciones de frecuencia diaria.
- m Tareas de frecuencia mensual para potencias térmicas entre 70 y 1.000 kW, y de frecuencia quincenal para potencia térmica mayor que 1.000 kW.
- M Tareas de frecuencia mensual.
- T Tareas de frecuencia trimestral.
- 2 A Intervenciones que deben realizarse dos veces al año o dos veces por temporada (al inicio y a la mitad del periodo de uso en cada temporada), según el periodo de funcionamiento del elemento de que se trate y siempre que el equipo en cuestión solamente funcione en la temporada de calefacción o en la de refrigeración.
- A Intervenciones de frecuencia anual.
- B Intervenciones de frecuencia bienal.

Según la IT 3.3 del RITE el programa de mantenimiento preventivo constará al menos de las siguientes operaciones:

Operación	Periodicidad	
	≤ 70 kW	> 70 kW
1. Limpieza de los evaporadores	t	t
2. Limpieza de los condensadores	t	t
3. Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	t	2t
4. Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	t	m
5. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	t	2t
6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos y chimeneas	t	2t
7. Limpieza del quemador de la caldera	t	m

8. Revisión del vaso de expansión	t	m
9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	t	m
10. Comprobación de material refractario	—	2t
11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	t	m
12. Revisión general de calderas de gas	t	t
13. Revisión general de calderas de gasóleo	t	t
14. Comprobación de niveles de agua en circuitos	t	m
15. Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	—	t
16. Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	—	2t
17. Comprobación de tarado de elementos de seguridad	—	m
18. Revisión y limpieza de filtros de agua	—	2t
19. Revisión y limpieza de filtros de aire	t	m
20. Revisión de tuberías de intercambio térmico	—	t
21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	t	m
22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	t	2t
23. Revisión de unidades terminales agua-aire	t	2t
24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire	t	2t
25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t	t
26. Revisión de equipos autónomos	t	2t
27. Revisión de bombas y ventiladores	—	m
28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	t	m
29. Revisión del estado del aislamiento térmico	t	t
30. Revisión del sistema de control automático	t	2t
31. Revisión de aparatos exclusivos para la producción de agua caliente sanitaria de potencia térmica nominal ≤ 24,4 kW	4a	—
32. Instalación de energía solar térmica	*	*
33. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	s	s
34. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	2t	2t
35. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido	m	m
36. Control visual de la caldera de biomasa	s	s
37. Comprobación y limpieza, si procede, de cada circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa	t	m
38. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	m	m

s: una vez cada semana
m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.
t: una vez por temporada (año).
2t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

4a: cada cuatro años.
*: El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del Código Técnico de la Edificación

2.15.1.1 Redes hidráulicas, componentes y accesorios

Número	Trabajos	Frecuencia
	Tuberías	
1	Inspección de corrosiones y fugas de agua en todos los tramos visibles de las redes de tuberías de todos los sistemas	M
2	Inspección del estado de la pintura protectora. Repaso de pintura, si procede	A
3	Inspección del aislamiento térmico: verificación de estado, reparación de superficies con falta de aislamiento	A
4	Inspección de la terminación exterior de los aislamientos. Reparación de protecciones, si procede	A
5	Inspección de los anclajes y soportes de las tuberías en general. Corrección de defectos	A
6	Inspección del estado de los compensadores de dilatación. Verificación de estado de dilatadores elásticos	A
7	Inspección de posibilidades de dilataciones. Verificación de anclajes móviles e inexistencia de deformaciones. Corrección de deformaciones, si procede	A
8	Inspección de amortiguadores de vibraciones y soportes antivibratorios. Correcciones, si procede	A
9	Inspección de la señalización e identificación de circuitos de tuberías. Reposición, si procede	A
10	Verificación de estado, comprobación y contraste de manómetros y termómetros	A
11	Verificación del estado y funcionalidad de válvulas de purga de aire y purgadores automáticos	A
12	Verificación de dispositivos de llenado y comprobación de niveles de agua en todos los circuitos	M
13	Verificación de estado de pasamuros. Corrección de deterioros, si procede. Inspección de sellantes	A
	Valvulería	
14	Inspección de los cierres y empaquetaduras de los ejes de las válvulas: apriete y corrección de fugas	T
15	Verificación de la actuación y función de cada válvula: cierre, regulación, retención	2A
16	Comprobación del posicionado correcto de cada válvula en la condición normal de funcionamiento	T
17	Verificación y engrase de desmultiplicadores de válvulas de usillo	A
	Depósitos acumuladores	
18	Inspección de corrosiones sobre las superficies exteriores. Eliminación de oxidaciones y repaso de pintura, si procede	A
19	Verificación de inexistencia de fugas de agua en depósito: inspección de juntas de tapas de registro	M
20	Inspección de corrosiones interiores. Limpieza y eliminación de oxidaciones, suciedad y lodos	A
21	Verificación del estado y funcionalidad de válvulas de seguridad. Verificación de cierre estanco	2A
22	Verificación del estado y funcionalidad de válvulas de vaciado e independización	2A
23	Verificación del estado y funcionalidad de válvulas de purga de aire y purgadores automáticos	2A
24	Verificación de estado, comprobación y contraste de manómetros y termómetros	A
25	Inspección del aislamiento térmico: verificación de estado, reparación de superficies con falta de aislamiento	A
26	Inspección de la terminación exterior de los aislamientos. Reparación de protecciones, si procede	A
	Acoplamientos elásticos/Manguitos antivibratorios	
27	Inspección del estado del material elástico. Comprobación de endurecimiento. Inexistencia de grietas o abombamientos	2A
28	Inspección de deformaciones. Corrección de tensiones producidas por las tuberías	A
29	Inspección de fugas de agua	M
	Vasos de expansión abiertos	
30	Inspección de niveles máximo y mínimo de agua	M
31	Inspección de la válvula de reposición de agua. Comprobación de estado y funcionalidad	2A

32	Inspección del rebosadero. Eliminación de obstrucciones	A
33	Limpieza interior y exterior y eliminación de corrosiones	2.A
	Vasos de expansión cerrados	
34	Inspección de membrana, comprobación de su integridad. Sustitución de membranas rotas	2.A
35	Verificación de inexistencia de corrosiones exteriores. Eliminación de oxidaciones. Limpieza exterior	2.A
36	Inspección de fugas	M
37	Comprobación de la presión de aire en la cámara de expansión	M
38	Verificación del volumen de expansión	2.A
39	Verificación y contraste de manómetros	A
40	Verificación y contraste de válvulas de seguridad	M
41	Inspección de compresores y otros dispositivos de inyección de aire	A
42	Inspección de válvulas solenoide	2.A
43	Verificación de estado y funcionalidad y contraste de presostatos	2.A
	Compensadores de dilatación	
44	Inspección de deformaciones. Verificación de tolerancias	A
45	Inspección de fugas	M
46	Verificación de alineaciones de las tuberías conectadas a compensadores. Corrección de alineaciones	A
	Filtros de agua	
47	Inspección de fugas de agua en cierres, juntas y tapas	M
48	Inspección del estado y limpieza del elemento filtrante: cestilla, tamiz, etc.	2.A
	Manguitos electrolíticos/Ánodos de sacrificio	
49	Verificación de inexistencia de fugas de agua	M
50	Inspección exterior: limpieza, estado de corrosión y aislamiento. Sustitución cuando sea necesario	2.A
	Contadores de agua	
51	Inspección exterior: estado, limpieza, ausencia de corrosiones y de fugas de agua, apriete de racores de conexión. Toma de datos de consumos	M
52	Limpieza de filtros previos a los contadores	2.A

53	Comprobación de funcionamiento, contraste de mediciones de consumos de agua	A
	Medidores de caudal	
54	Inspección exterior: estado, limpieza, fugas de agua	M
55	Comprobación de funcionamiento, contraste de mediciones	2.A
	Interruptores de flujo de agua	
56	Inspección exterior: estado, limpieza, ausencia de corrosiones y de fugas de agua. Apriete de conexiones	M
57	Inspección interior a la tubería en el lugar de instalación: estado, limpieza, ausencia de corrosiones y otros obstáculos que puedan perturbar el funcionamiento del interruptor	A
58	Inspección y apriete de conexiones eléctricas	A
59	Comprobación de funcionamiento. Ajuste de balancines y contactos, si procede	A
	Absorbedores de golpe de ariete	
60	Inspección exterior: estado, ausencia de fugas de agua. Limpieza	M
	Trampas de retorno de condensados	
61	Inspección exterior: estado, limpieza, ausencia de corrosiones y fugas de agua, estanquidad, inexistencia de fugas de vapor	M
62	Inspección interior: estado de válvulas de flotador, ausencia de corrosiones	2.A
	Grupos de presurización de agua	
63	Inspección exterior: eliminación de oxidaciones y corrección de fugas de agua	M
64	Revisión de bombas de agua según protocolo de bombas	M
65	Revisión de vasos de expansión y depósitos pulmón según protocolo de vasos de expansión cerrados	2.A
66	Revisión de válvulas manuales de interrupción y válvulas de retención según protocolo de válvulas	2.A
67	Verificación y contraste de válvulas de seguridad	2.A
68	Verificación de estado y funcionamiento de presostatos de maniobra y seguridad. Contraste de presostatos	2.A
69	Inspección de la instalación eléctrica: inexistencia de cables mojados. Apriete de conexiones	A
70	Inspección de cuadros eléctricos de maniobra y control: estado, ausencia de oxidaciones. Limpieza o sustitución de contactos de contactores. Limpieza interior de cuadros y protección antihumedad	A

2.15.1.2 Sistemas y equipos de regulación y control

	Control DDC (Computerizado)	
	A) PUESTOS DE CONTROL Y GESTIÓN CENTRALIZADA	
48	Comprobación general de estado y funcionamiento de pantallas, teclados, impresoras y periféricos	2.A
49	Verificación del estado de discos duros del ordenador central (escaneo y desfragmentación, si procede)	2.A
50	Comprobación del estado de cables de alimentación eléctrica y buses de comunicación y sus conexiones	T
51	Comprobación y limpieza de ficheros en los discos duros	A
52	Verificación de espacios ocupados en discos duros y disponibilidades de memoria	A
53	Verificación de la fecha y la hora	T
54	Verificación del cambio de horario invierno/verano	2.A
55	Comprobación de las comunicaciones con los controladores periféricos	T
56	Verificación de comunicaciones y señales de los diferentes puntos de control en correspondencia con los gráficos de la instalación y pantallas de texto	T
57	Verificación de funcionamiento general. Análisis de históricos y tendencias de datos	T
58	Verificación de horarios y programas de mando de equipos y sistemas. Comprobación "in situ" de respuestas a señales de comando remoto en modos manual y automático	T
59	Verificación del funcionamiento de la impresión de informes, gráficos o tendencias	2.A
60	Realización de backup general de las bases de datos del puesto central	T
61	Realización de backup de ficheros históricos y reinicio de secuencias de almacenamiento, si procede	T
62	Comprobación del arranque del puesto central de gestión tras un fallo del suministro de tensión	2.A
63	Verificación de funcionamiento de los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI)	2.A
64	Evaluación de la obsolescencia del hardware instalado, sistema operativo y software de aplicación	A
65	Comprobación y actualización, si procede, de la documentación técnica del sistema de control	A

	B) CONTROLADORES DISTRIBUIDOS MICROPROCESADOS	
66	Verificación del estado de los cuadros de control. Limpieza interior, apriete de conexiones y protección antihumedad	A
67	Verificación de esquemas de conexionado de cuadros de control y actualización, si procede	A
68	Verificación general de estado de la instalación eléctrica. Comprobación de aislamientos y conexiones	T
69	Inspección de pantallas y dispositivos de visualización y señalización	T
70	Inspección de teclados y botoneras de accionamiento	T
71	Comprobación de tensiones de alimentación de a lazos de regulación y elementos actuadores	T
72	Inspección del estado y conexionado de los "buses" de comunicación	T
73	Verificación de estado y carga de las baterías de los controladores	T
74	Verificación de fecha y hora y programaciones horarias y semanales	T
75	Inspección del histórico de fallos de comunicación	T
76	Inspección de lecturas de elementos de campo y ajuste de elementos fuera de rango	T
77	Contraste de las lecturas obtenidas de los controladores con reales tomadas directamente en campo	T
78	Comprobación de la respuesta de los elementos de campo a los comandos de los controladores	T
79	Inspección de programas y gráficos implantados incluyendo simulación por cambio de variables	A
80	Inspección de la estabilidad y precisión de los bucles de control, secuencias y horarios	2.A
81	Análisis de deficiencias en los arranques y paradas de los equipos controlados por el sistema	T
82	Inspección y análisis de mensajes de alarmas y defectos de funcionamiento	T
83	Realizar un backup general de la programación. Puesta al día y salvaguarda de la base de datos	T
	C) CONTROLADORES DE UNIDADES TERMINALES	
84	Verificación de la comunicación con los controladores periféricos	T
85	Comprobación del estado y actuación sondas y sensores y lazos de regulación	2.A
85	Comprobación de rangos de señal de sensores y corrección de desviaciones. Verificación de respuesta de los reguladores	T
	D) ALARMAS	
86	Inspección del estado de los elementos emisores y receptores de alarmas	M
87	Simulación de alarmas y comprobación de su notificación sobre los terminales o impresoras predefinidas	M
88	Comprobación de la notificación remota de alarmas a impresoras u otros terminales	M
	E) INTEGRACIONES	
89	Comprobación de la comunicación con los controladores de las integraciones con el sistema de control	T
90	Comprobación de los tiempos de refresco	T
91	Comprobación del mando sobre los diferentes equipos controlados desde el puesto de control	T
92	Comprobación de los valores reales en los equipos (en campo) con los presentados en el puesto de control	T
	F) TELEGESTIÓN	
93	Inspección de la alimentación y conexionado de MODEM u otros dispositivos de comunicación remota	T
94	Comprobación del establecimiento de la comunicación y de la actuación remota del sistema	T
	G) CHEQUEO DEL EQUIPO DE CAMPO	
95	Comprobación del funcionamiento de los elementos de campo vinculados a los controladores	T
96	Inspección general de estado y actuación de los principales elementos de regulación y control	T
97	Verificación de reglajes y valores de consigna. Ajuste y calibración de elementos de regulación	2.A

2.15.1.3 Cuadros eléctricos y líneas eléctricas

Número	Trabajos	Frecuencia
1	Limpieza general del cuadro y protección antihumedad	A
2	Inspección del estado y repaso de pintura en todos los elementos que la necesiten	A
3	Inspección de la señalización e identificación de componentes del cuadro y reposición, si se requiere	A
4	Comprobación de funcionamiento de interruptores, disyuntores y contactores	T
5	Inspección del estado de los contactos de los contactores. Limpieza y reposición si procede	T
6	Verificación del estado y funcionamiento de relés térmicos y aparellaje de protección en general	T
7	Contraste y ajuste de instrumentos de medida: voltímetros, amperímetros, fasímetros, etc.	T
8	Verificación, contraste y ajuste de instrumentos de medida: registradores y analizadores.	I
9	Verificación de circuitos y conductores de puesta a tierra. Medida de resistencia a tierra	T
10	Verificación de aislamiento eléctrico de protecciones y líneas de todos los circuitos	A
11	Verificación de apriete y afianzamiento de contactos, reajuste de clemas y borneros de conexiones	A
12	Inspección general del cableado interior del cuadro y correcciones, si procede	A
13	Verificación termográfica o directa de temperaturas en el aparellaje y en los conductores	A
14	Comprobación de estado de fusibles y pilotos de señalización y alarma y reposición, si procede	M
15	Medida de tensiones e intensidades en la acometida principal al cuadro y determinación de desequilibrios	T
16	Medida de tensiones e intensidades en los circuitos principales alimentados desde el cuadro y determinación de desequilibrios	T
17	Verificación de apriete de conexiones de circuitos de puesta a tierra	M
18	Verificación de puntos de consigna de protecciones magnetotérmicas e interruptores diferenciales	M
19	Verificación del apriete de conexiones de líneas de todos los circuitos, en ambos extremos	A
20	Verificación del apriete de conexiones de líneas de alimentación a motores, en ambos extremos	T
21	Verificación del aislamiento eléctrico y temperatura de conductores de líneas de alimentación a motores	A

2.15.2 Gestión energética de la instalación

2.15.2.1 Evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores

Según el RITE, IT 3.4. la empresa mantenedora realizará un análisis y una evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores (calor y frío) en función de su potencia térmica nominal, de acuerdo con las operaciones de las tablas siguientes:

Tabla 5.1.1 Medidas de generadores de calor y su periodicidad.

Medidas de generadores de calor	Periodicidad		
	20 kW < P ≤ 70 kW	70 kW < P ≤ 1.000 kW	P > 1.000 kW
1. Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	2a	3m	m
2. Temperatura ambiente del local o sala de máquinas	2a	3m	m
3. Temperatura de los gases de combustión	2a	3m	m
4. Contenido de CO y CO_2 en los productos de combustión	2a	3m	m
5. índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos	2a	3m	m
6. Tiro en la caja de humos de la caldera	2a	3m	m

m: una vez al mes; 3m: cada tres meses, la primera al inicio de la temporada; 2a: cada dos años.

Tabla 5.1.2. Medidas de generadores de frío y su periodicidad.

Medidas de generadores de frío	Periodicidad	
	70 kW < P ≤ 1.000 kW	P > 1.000 kW
1. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador	3m	m
2. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador	3m	m
3. Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadas por agua	3m	m
4. Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadas por agua	3m	m
5. Temperatura y presión de evaporación	3m	m
6. Temperatura y presión de condensación	3m	m
7. Potencia eléctrica absorbida	3m	m
8. Potencia térmica instantánea del generador, como porcentaje de la carga máxima	3m	m
9. CEE o COP instantáneo	3m	m
10. Caudal de agua en el evaporador	3m	m
11. Caudal de agua en el condensador	3m	m

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada; 3m: cada tres meses; la primera al inicio de la temporada

2.15.3 Asesoramiento energético

La empresa mantenedora asesorará al titular, recomendando mejoras o modificaciones de la instalación, así como en su uso y funcionamiento que redunden en una mayor eficiencia energética.
Además, la empresa mantenedora (instalaciones >70 kW), realizará un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua de la instalación térmica periódicamente, con el fin de poder detectar posibles desviaciones y tomar las medidas correctoras oportunas. Esta información se conservará por un plazo de, al menos, cinco años.

2.15.4 Instrucciones de seguridad

Las instrucciones de seguridad tienen por objetivo reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.
Estas instrucciones deben estar claramente visibles antes del acceso y en el interior de la Sala de instalaciones del edificio, y junto a los equipos de la instalación térmica, con absoluta prioridad sobre el resto de instrucciones. Serán las siguientes.

- EN EL EXTERIOR DE LA PUERTA SE COLOCARÁ UN CARTEL CON LA INSCRIPCIÓN:
"SALA DE MÁQUINAS. PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO".
- LA INSTALACIÓN Y AJUSTES DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN, MANTENIEMIENTO Y TRABAJO DE REPARACIONES UNICAMENTE SE LLEVARÁ A CABO POR UN INSTALADOR AUTORIZADO.
- MODIFICACIONES EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA UNICAMENTE SE HARÁ POR EL INSTALADOR ELÉCTRICO AUTORIZADO.
- EL CIRCUITO DE REFRIGERANTE UNICAMENTE DEBE SER MANIPULADO POR UN INSTALADOR AUTORIZADO.
- NO SE PUEDEN REALIZAR MODIFICACIONES EN:
    - LOS GENERADORES DE CALOR Y FRÍO.
    - LAS TUBERÍAS DE AGUA.
    - LA VÁLVULA DE SEGURIDAD.
    - LAS INSTALACIONES DE CONSTRUCCIÓN.
- ANTES DE UNA INTERVENCIÓN SE DEBERÁN PARAR LOS EQUIPOS.
- ANTES DE UNA INTERVENCIÓN EN UN EQUIPO SE DEBERÁ DESCONECTAR ÉSTE DE LA CORRIENTE ELECTRICA.
- SE DEBERÁN COLOCAR ADVERTENCIAS ANTES DE INTERVENIR EN UN EQUIPO.
- ANTES DE LA APERTURA DE LOS CIRCUITOS HIDRÁULICOS, SE DEBERÁN CERRAR LAS VÁLVULAS.
- SE PROHIBE USAR CUALQUIER TIPO DE SPRAY, DISOLVENTE, PINTURA, PEGAMENTO, O SUSTANCIAS CLORADAS, ETC... CERCA DE LOS EQUIPOS.

- LLENADO DEL CIRCUITO DEL FLUIDO DE TRANSFERENCIA DE CALOR: EL LLENADO DEL SISTEMA DE CALOR DEBE SER REALIZADO POR UN INSTALADOR AUTORIZADO.
- EN CASO DE FUGA:
    - SI SE PRODUCE UNA FUGA EN EL SISTEMA DE CALOR O FRÍO, LA UNIDAD DEBE SER INMEDIATAMENTE CERRADA Y LAS VÁLVULAS DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO CERRADAS. CONTACTAR CON EL INSTALADOR PARA REPARARLO.
    - EN CASO DE FUGA DEL REFRIGERANTE, SE ACTIVARÁ UN MENSADJE DE ALARMA “ALARM LP”. HAY QUE APAGAR LA BOMBA Y LLAMAR A UN TÉCNICO AUTORIZADO.
- REGULARMENTE COMPROBAR LAS PRESIONES DE CADA CIRCUITO.

2.15.5 Instrucciones de manejo y maniobra

Estas instrucciones deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto. Estas instrucciones deben estar situadas en lugar visible de la sala de instalaciones (en este caso estarán en una bandeja en el autómata programable que controla la instalación):

MARCHA:

- COMPROBAR QUE LAS VÁLVULAS DE LOS GENERADORES DE CALOR O FRÍO, ESTÁN EN SU POSICIÓN CORRECTA YA SEA EL FUNCIONAMIENTO EN RÉGIMEN DE INVIERNO O DE VERANO.
- COMPROBAR QUE SE HA LLENADO EL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA ANTES DE PONER LA INSTALACIÓN EN MARCHA. COMPROBAR LA PRESIÓN DEL SISTEMA CON EL MANÓMETRO EXTERNO Y ASEGURARSE QUE LA INSTALACIÓN ESTÁ LLENA Y PURGADA.
- COMPROBAR QUE EL CIRCUITO DE REFRIGERANTE SE HA LLENADO CON LA CANTIDAD CORRECTA DE REFRIGERANTE ANTES DE PONER EN MARCHA LA INSTALACIÓN, SINO SE PUEDE DAÑAR LA INSTALACIÓN.
- COMPROBAR LA PRESIÓN DE LOS EQUIPOS CUANDO NO ESTÉN EN FUNCIONAMIENTO Y POSTERIORMENTE CUANDO ESTEN A REGIMEN PARA VERIFICAR QUE TODO FUNCIONA CORRECTAMENTE.
- COMPROBAR QUE TODOS LOS SISTEMAS ESTÉN LIMPIOS.
- COMPROBAR QUE TODAS LAS VÁLVULAS NECESARIAS ESTÁN ABIERTAS.
- ACCIONAR EN EL CUADRO ELÉCTRICO LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO.
- ENCENDER LOS GENERADORES.
- PRESIONAR EL BOTÓN “I” EN EL CONTROL COMPUTERIZADO CON EL CUADRO DE CLIMATIZACIÓN EN AUTOMÁTICO.

PARO:

- PRESIONAR EL BOTÓN "0" EN EL CONTROL COMPUTERIZADO CON EL CUADRO DE CLIMATIZACIÓN EN AUTOMÁTICO.
- PARA UNA PARADA TOTAL DE EMERGENCIA DE TODAS LAS INSTALACIONES PULSAR LA SETA DE SEGURIDAD DEL CUADRO DE CLIMATIZACIÓN, O BIEN PONER TODOS LOS EQUIPOS EN POSICIÓN DE APAGADO.

3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

3.1 GENERALIDADES

Considerando que todos los equipos y materiales entrarán en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1.630/1.992 del 29 de diciembre por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE, las prescripciones de estas instrucciones para tales materiales, elementos y equipos serán aplicables, únicamente, mientras no estén disponibles y publicadas las correspondientes especificaciones técnicas europeas armonizadas, que hayan sido elaboradas por los organismos europeos de normalización como resultado de mandatos derivados de la directiva citada u otras disposiciones comunitarias que sean de aplicación.
Toda la información que acompañe a los equipos vendrá expresada, al menos, en castellano y en unidades del Sistema Internacional S.I.
Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán, en ninguna de sus partes, deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.
Por otro lado, aquellos aspectos; criterios, requisitos, indicaciones y especificaciones establecidas en **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA** de este proyecto, aun no detallándose en este pliego, deberán ser consideradas para el desarrollo, instalación y funcionamiento del sistema proyectado.

3.2 GENERADORES DE CALOR Y FRÍO

3.2.1 Condiciones generales

Los generadores de calor y frío cumplirán con la normativa vigente que le afecte en el momento de suministro de los mismos.

3.2.2 Documentación

El fabricante suministrará la documentación exigible por otras Reglamentaciones aplicables y además, como mínimo, los siguientes datos:

- Información sobre la potencia y el rendimiento requeridos por el Real Decreto 275/1.995 del 24 de febrero por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.
- Condiciones de utilización del equipo y condiciones nominales de salida del fluido portador.
- Características del fluido portador.
- Contenido de fluido portador.
- Caudal mínimo del fluido portador que deba pasar por el equipo.

- Dimensiones exteriores máximas y cotas de situación de los elementos que se hayan de unir a otras partes de la instalación, salida y entrada del fluido portador.
- Dimensiones de la bancada.
- Pesos en transportes y en funcionamiento.
- Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.

3.2.3 Accesorios

Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión u otros que le afecten, se incluirán:

- Utensilios necesarios para la limpieza y conducción, si procediera.
- Aparatos de medida, manómetros y termómetros.

Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior del equipo.
No se admitirán termómetros de contacto.
Los aparatos de medida irán situados en un lugar visible y fácilmente accesible para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

3.2.4 Presión de prueba.

Los quipos estarán sometidos a la Reglamentación vigente en materia de aparatos a presión.

3.3 CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE HUMOS.

Los materiales con que se construyan los conductos de humos para la evacuación al exterior de los productos de la combustión de los generadores de calor, si procede, cumplirán lo indicado en la UNE 123001.
Las chimeneas modulares metálicas cumplirán lo prescrito en la Normativa sobre la homologación que les afecte.

3.4 TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

En general las tuberías y sus accesorios cumplirán con los requisitos de las normas UNE correspondientes en relación con el uso al que vayan a ser destinadas.
Se suministrarán las redes de tuberías indicadas en los planos y necesarias para realizar un montaje de primera calidad y completo. Siempre que sea posible, las tuberías deberán instalarse paralelas a las líneas del edificio, a menos que se indiquen de otra forma.
Las uniones de tuberías deberán asegurar el buen funcionamiento de la instalación y evitar que se produzcan pérdidas en los circuitos hidráulicos.

Todas las tuberías, válvulas, etc., deberán ser instaladas suficientemente separadas de otros materiales y obras. Serán instaladas para asegurar una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos. Para ello se mantendrán pendientes mínimas de 5 mm/m en sentido ascendente para la evacuación de aire o descendente para desagüe de punto bajo.
Cuando limitaciones de altura no permitan la indicada pendiente, se realizará escalón en tubería con purga normal en el punto alto y desagüe en el bajo, estando ambos conducidos a sumidero o red general de desagües. Se instalarán purgadores de aire en los puntos más altos y drenajes en los puntos más bajos.
Todos los pasos por forjados y paredes, se harán a través de tubos metálicos o de
fibrocemento de diámetro interior superior en 2 cm al del tubo aislado correspondiente, o bien, a través de un solo tubo, que permita el paso de varias tuberías con separación suficiente para permitir el montaje de las coquillas de aislamiento independientes por tuberías.
Estará equipada con liras o dilatadores y anclajes deslizantes para permitir su libre dilatación.

3.4.1 Aislamientos Térmicos de tuberías.

Las tuberías irán aisladas mediante espumas elastómeras con un valor de lambda a 20ºC inferior a 0,04 W/mK tal y como marca el RITE.
Los espesores de aislamiento será los indicados por el RITE y que se detallan en el apartado "**1.5.3.2.- Cumplimiento de las exigencias de la eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor:**"

3.5 VÁLVULAS

El instalador suministrará y montará todas aquellas válvulas que se indican en planos o que por conveniencia de equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad, según el trazado, juzgue necesario para los circuitos hidráulicos la Dirección de Obra.
En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones, tanto estáticas como dinámicas. Cada válvula llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida.
Todas aquellas que dispongan de volante o mariposa estarán diseñadas de forma que se puedan maniobrar a mano, sin utilizar ninguna palanca.
Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanquidad sea total, asegurando vez y media la presión diferencial prevista.
Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protectores en sus aperturas, cuidando que no sufran daños durante el almacenamiento.
La marca propuesta deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.
Al final de los montajes, cada válvula llevará una identificación que corresponda al esquema de principio existente en sala de máquinas.

3.5.1 Válvulas de esfera

Las válvulas de esfera serán con cuerpo de latón, bronce o acero al carbono, con esfera de latón o hierro, perfectamente pulidos, con asiento de teflón.
Todas las válvulas hasta 65 mm de diámetro serán conexiones roscadas; las de diámetros superiores a 70 mm inclusive, serán de conexiones con bridas y vendrán dotadas de contrabridas, juntas, tuercas y tornillos.
La maniobra de apertura será por giro de 90º, sin durezas y sin rozamientos con otros elementos. La posición de la palanca será indicativa del posicionamiento de la válvula.

3.5.2 Válvulas de mariposa

Se utilizarán para corte del agua, debiendo ser totalmente estancas.
Su maniobra será de tipo palanca, pudiéndose efectuar la misma libremente bajo las presiones previstas.
El cuerpo será monobloque, de hierro fundido y sin bridas. Llevarán forro adherido y moldeado directamente sobre el cuerpo a base de caucho y vuelta en ambos extremos para formación de la junta de unión con la brida de la tubería. El disco regulador será de plástico inyectado y reforzado (hasta diámetros de 3") y de hierro fundido con recubrimiento plástico para diámetros superiores.
El disco quedará fuertemente unido al eje, siendo la unión insensible a las vibraciones. El eje totalmente pulido será de acero inoxidable y será absolutamente hermético sobre su entorno.

3.5.3 Válvulas de asiento

Se utilizarán para regulación, montándose en las salidas de impulsión y puntos que precisen regular el caudal. Serán del tipo a flujo abierto, cuerpo y volante de fundición, obturador de acero o bronce, anillos de estanquidad en acero inoxidable o bronce (de acuerdo con la presión del servicio), eje con rosca interior de acero inoxidable o bronce torneado y rectificador, con dispositivo de estanquidad al exterior para el recambio de la guarnición del prensaestopas durante el ejercicio a válvula abierta.
Todas las válvulas hasta 65 mm de diámetro serán de conexiones roscadas; las de diámetros superiores a 70 mm inclusive, serán de conexiones con bridas y vendrán dotadas de contrabridas, juntas, tuercas y tornillos.

3.5.4 Válvulas de retención

Se utilizarán para evitar la circulación del agua en sentido inverso al requerido.
Las válvulas de retención serán a clapeta giratoria cuerpo y tapa de fundición, anillos de estanqueidad de bronce, horquilla de acero, tornillos y tuercas de sujeción de la tapa en bronce.
Estarán equipadas con bridas y contrabridas de ataque para diámetros superiores a 70 mm y roscadas para diámetros inferiores.
El montaje de todas las válvulas será adecuado para permitir un registro fácil.

3.6 MATERIALES DE ACERO

Los materiales de acero empleados serán de buena calidad sin deformaciones, roturas ni otros defectos. No se admitirán empalmes ni acopladuras en las piezas que forman parte de las estructuras.

3.7 MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS.

Los materiales aislantes térmicos empleados para el aislamiento de conducciones, aparatos y equipos, así como los materiales para la formación de barreras antivapor, cumplirán lo especificado en UNE 100171 y demás Normativa que les sea de aplicación.

3.8 BOMBAS

Las bombas de circulación preferentemente serán del tipo circuladoras.
Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito y en tramos de tubería verticales, evitando las zonas más bajas del circuito.
Para la aplicación de estas bombas en circuitos de agua caliente para usos sanitarios, deberán utilizarse materiales resistentes a la corrosión.
Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.
Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos de torsión o flexión.
Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba aguas arriba de la válvula de interceptación.
Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.
Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.
La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.
Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.
Se suministrarán todas las bombas para circulación de agua con las características y potencias indicadas en los planos.
Serán bombas centrífugas, accionadas por motor eléctrico a través de acoplamiento.
Los materiales serán de primera calidad y estarán exentos de todos los defectos que puedan afectar la eficacia del producto acabado.
Los cuerpos de las bombas tendrán capacidad para soportar una presión hidrostática de 1,5 veces la presión máxima de trabajo.

El motor, cuando el grupo esté montado en el interior, podrá llevar protección IP-22; en caso de ir al exterior, llevará protección IP-33. Su potencia dependerá de las exigencias de la bomba, que en ningún caso de deberá elegir con rendimiento inferior al 60%.
En ningún caso, la potencia al freno de los motores, estando las bombas trabajando a su máxima capacidad, excederá la potencia nominal del motor.
Las bombas estarán perfectamente equilibradas estática y dinámicamente y se seleccionarán para soportar presiones iguales o mayores a la presión estática deducida de los planos más la presión a descarga cerrada.
Las partes componentes del equipo llevarán el nombre o la marca del fabricante en una placa firmemente fijada en un lugar bien visible. En lugar de la placa, el nombre o marca del fabricante, podrán estar fundidos formando cuerpo con las piezas componentes del equipo, ir estampadas o marcadas previamente sobre ellas de otro modo cualquiera. Asimismo, en placa timbrada por el fabricante y fijada a la bomba, deberán figurar las características específicas bajo las cuales trabaja cada bomba.
Todas las piezas del equipo estarán fabricadas de modo que sean intercambiables con las piezas de repuesto del mismo fabricante.

3.9 ALIMENTACIÓN Y VACIADO

Todos los equipos y circuitos de tubería deberán poder vaciarse total o parcialmente.
Se dispondrá, en el punto más bajo, vaciado parcial en todas las zonas del circuito que puedan independizarse.
Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

3.10 EXPANSIÓN

El dimensionado del vaso se efectuará siguiendo las indicaciones de la Instrucción UNE
100.155. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.
El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.
Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 kg/cm² y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.
Los vasos de expansión preferentemente se conectarán a la aspiración de la bomba.
La tubería de conexión del vaso de expansión cerrado no se aislará y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

3.11 ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

Los elementos de regulación y control tendrán probada su aptitud a la función mediante la declaración del fabricante de que sus productos serán conformes a Normas o reglas internacionales de reconocido prestigio.

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas.

Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen. La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la misma. Para conseguirlo en el caso de las de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido. Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

El control de funcionamiento normal de las bombas será siempre del tipo diferencial, actuando en función del salto de temperatura entre la salida de la batería de colectores y la aplicación correspondiente (depósito de acumulación solar para ACS ó Calefacción).

La precisión del sistema de control y la regulación de los puntos de consigna asegurará que en ningún caso las bombas estarán en marcha con diferencias de temperaturas menores de 2º C y en ningún caso paradas con diferencias superiores a 7º C.

La diferencia de temperaturas entre el punto de arranque y parada del termostato diferencial no será inferior a 2º C. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos del circuito secundario. Cuando se sobrepasen los 120-130 ºC en captadores se deberá parar las bombas circuladoras de primario, para evitar dañar los elementos de la instalación solar térmica.

La sonda en el depósito de ACS que sirva como diferencial con la sonda de captadores, debe de estar en la parte inferior del depósito. Igual en el depósito de apoyo a calefacción.

Cuando la protección contra heladas se realice por arranque de la bomba o vaciado automático del circuito primario, el sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido caloportador descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la congelación del fluido. **Será de obligado cumplimiento que todos los elementos de control y regulación sean integrables en el actual sistema del edificio de la marca Johnson&Controls y de la plataforma BMS Tridium.**

3.11.1 Aparatos de medida

Se suministrarán todos los aparatos de medida de presión y temperatura indicados en el proyecto.

Termómetros para control de líquidos

Serán de mercurio, vidriados y con envolvente metálica exterior, rectos o acodados de forma que permitan su colocación paralela a la tubería en que se controla la temperatura.

Sondas de temperatura

Las medidas de temperatura se realizarán mediante sondas de temperatura.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que detecten exactamente las temperaturas que se desean, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los colectores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

Las vainas destinadas a alojar las sondas de temperatura, deben introducirse en las tuberías siempre en contracorriente y en un lugar donde no se creen turbulencias.

3.11.2 Rejillas de ventilación

Se suministrarán e instalarán rejillas de ventilación de una superficie que sea la indicada en el proyecto en dos alturas (mínima y máxima) en el muro de la sala que lo requiera.

Las rejillas de toma de aire exterior serán de aluminio extruido, con lamas de perfil especial antilluvia y red metálica galvanizada anti pájaro. Cuando se indique, serán de diseño especial, para atenuación acústica.

Las rejillas de instalación en aparcamientos, centros de transformación, central termo frigorífica, etc., podrán ser de chapa de acero.

3.11.3 Contadores de caudal

Los contadores de caudal de agua estarán constituidos por un cuerpo resistente a la acción del agua conteniendo la cámara de medida, un elemento con movimiento proporcional al caudal de agua que fluye y un mecanismo de relojería para transmitir este movimiento a las esferas de lectura por medio de un acoplamiento magnético. La esfera de lectura, herméticamente sellada, será de alta resolución.

Se instalarán siempre entre dos válvulas de corte para facilitar su desmontaje. El suministrador deberá prever algún sistema (by-pass) que permita el funcionamiento de la instalación aunque el contador sea desmontado para calibración o mantenimiento.

En cualquier caso, no habrá ningún obstáculo hidráulico a una distancia igual, al menos, diez veces el diámetro de la tubería antes y cinco veces después del contador.

3.11.4 Medidores de energía

Los contadores de energía térmica estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Contador de agua, descrito anteriormente.
- Dos sondas de temperatura.
- Microprocesador electrónico, montado en la parte superior del contador o separado.

3.12 MONTAJE DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se describen los aspectos que se deben de tener en cuenta a la hora del montaje de la instalación, esta documentación complementa lo descrito en los apartados anteriores, así como lo descrito en la memoria de este proyecto.

3.12.1 Generalidades

El montaje de las instalaciones sujetas a este Reglamento será efectuado por una Empresa instaladora registrada de acuerdo con lo desarrollado en la Instrucción Técnica ITE 05.
Las Normas que se desarrollan en esta Instrucción habrán de entenderse como la exigencia de que los trabajos de montaje, pruebas y limpieza se realicen correctamente, de forma que:

- La instalación, a su entrega, cumpla con los requisitos que señala el capítulo segundo del RITE.
- La ejecución de las tareas parciales interfiera lo menos posible con el trabajo de otros oficios.

Será responsabilidad de la Empresa instaladora el cumplimiento de la buena práctica desarrollada en este epígrafe, cuya observancia escapa, normalmente, a las especificaciones del Proyecto de las instalaciones.

3.12.2 Proyecto

La Empresa instaladora seguirá estrictamente los criterios expuestos en los documentos del presente Proyecto de las instalaciones.

3.12.3 Planos y esquemas de las instalaciones

La Empresa instaladora efectuará los planos detallados de los equipos, aparatos y otros, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.
Los planos de detalle podrán ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del equipo o aparato.

3.12.4 Acopio de materiales

La Empresa instaladora irá almacenando, en un lugar establecido de antemano, todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales procederán de fábrica, convenientemente embalados, al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.
Cuando el transporte se realice por mar, los materiales llevarán un embalaje especial, así como las protecciones necesarias para evitar toda posibilidad de corrosión marina.
Los embalajes de componentes pesados o voluminosos dispondrán de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con la debida seguridad y corrección.
Externamente al embalaje, y en lugar visible, se colocarán etiquetas que indiquen, inequívocamente, el material contenido en su interior.
A la llegada a obra se comprobará que las características técnicas de todos los materiales correspondan con las especificadas en proyecto, para ello se realizarán los siguientes controles:

- Control de la documentación de los suministros (documentos de origen, hoja de suministro, etiquetado, copia del certificado de garantía, documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente)
- Control mediante distintivos de calidad
- En caso necesario, control mediante ensayos y pruebas

3.12.5 Replanteo

Antes de comenzar los trabajos de montaje la Empresa instaladora realizará el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación.
Este replanteo contará con la aprobación de la Dirección Facultativa.

3.12.6 Cooperación con otros contratistas

La Empresa instaladora cooperará plenamente con otros contratistas, entregando la documentación necesaria y sus requisitos tanto a éstos como a la Dirección Facultativa a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

3.12.7 Ayudas de Albañilería y Herrería.

Tal y como se describe en el Proyecto, la Contrata, deberá tener presente en la valoración de las diferentes partidas de las Instalaciones todas aquellas actuaciones de albañilería y herrería que fueran necesarias para una correcta realización de los trabajos considerando siempre que, el conjunto de las Instalaciones, deberá quedar terminado.

3.12.8 Protección

Durante el almacenamiento, en la obra, se protegerán todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad.
Las aberturas de conexión, de todos los aparatos y equipos, estarán convenientemente protegidas durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones tendrán la forma y resistencia adecuadas para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas o manguitos.
Se tendrá especial cuidado con los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida, que quedarán, especialmente, protegidos.

3.12.9 Limpieza

Durante el curso del montaje de las instalaciones se evacuarán de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tubería, conductos y materiales aislantes.
Asimismo, al final de la obra, se limpiarán perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

3.12.10 Ruidos y vibraciones

Toda instalación podrá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos ni vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos en este Reglamento.
Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración se adecuarán a las recomendaciones del fabricante del equipo y no reducirán las necesidades mínimas especificadas en el Proyecto.

3.12.11 Accesibilidad

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se instalarán en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, particularmente cuando cumpla funciones de seguridad.
Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento se situarán en emplazamientos que permitan la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.
Para aquellos equipos dotados de válvulas, compuertas, unidades terminales y elementos de control, que, por alguna razón, deban quedar ocultos, se preverá un sistema de acceso fácil por medio de

puertas, mamparas, paneles u otros elementos. La situación exacta de estos elementos de acceso será suministrada durante la fase de montaje y quedará reflejada en los planos finales de la instalación.

3.12.12 Señalización

Las conducciones de la instalación estarán señalizadas con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, en caso de que lo tengan, de acuerdo a lo indicado en la UNE 100100.
En sala de máquinas se dispondrá el código de colores, junto al esquema de principio de la instalación.

3.12.13 Instalación de equipos

Al final de la obra los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no estén, reglamentariamente, identificados con la placa de fábrica, se marcarán mediante una chapa de identificación, sobre la cual se indicará el nombre y las características técnicas del elemento.
En los cuadros eléctricos, los bornes de salida tendrán un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.
La información contenida en las placas se escribirá en lengua castellana, por lo menos, y con caracteres indelebles y claros, de altura no menor que 5,00 mm.
Las placas se situarán en un lugar visible y se fijarán mediante remaches, soldadura o material adhesivo resistente a las condiciones ambientales.

3.12.14 Instalación del Aislamiento térmico

El aislamiento térmico de tuberías y equipos podrá instalarse solamente después de haber efectuado las pruebas de estanqueidad del sistema y haber limpiado y protegido las superficies de tuberías y aparatos.
El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios.
El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.
Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.
Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc. deberán quedar visibles y accesibles.

3.12.15 Instalación de tuberías

Todas las tuberías irán instaladas en forma adecuada, de modo que presente un aspecto limpio y ordenado, disponiéndose los tramos paralelos o en ángulo recto con los elementos de la estructura del edificio, a fin de proporcionar la máxima altura de paso, salvar las luces y otros trabajos. En general, las tuberías suspendidas se instalarán lo más cerca posible de la estructura superior.
Toda la tubería se cortará con exactitud en las dimensiones establecidas en el lugar de la obra y se colocará en su sitio sin forzarla. Se instalará de modo que pueda dilatarse y contraerse libremente sin daño para la misma ni para los otros trabajos.
Todos los cambios de diámetro se efectuarán mediante accesorios de reducción y los cambios de dirección por medio de curvas normalizadas. Las conexiones de las tuberías a los equipos se harán siempre de acuerdo con los detalles que indique el fabricante.
Para la realización de cambios de dirección se utilizarán, preferentemente, piezas especiales unidas a las tuberías mediante rosca, soldadura, encolado o bridas.
Cuando las curvas se realicen por cintrado de la tubería, la sección transversal no podrá reducirse ni deformarse; la curva podrá hacerse corrugada para conferir mayor flexibilidad. El cintrado se hará en caliente cuando el diámetro sea mayor que DN 50 y, en los tubos de acero soldado, se hará de forma que la soldadura longitudinal coincida con la fibra neutra de la curva.
El radio de curvatura será el máximo que permita el espacio disponible. Las derivaciones formarán un ángulo de 45 grados entre el eje del ramal y el eje de la tubería principal. El uso de codos o derivaciones con ángulos de 90 grados estará permitido, solamente, cuando el espacio permitido no deje otra alternativa o cuando se necesite equilibrar un circuito.
La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de sección y derivaciones se realizará sin forzar las tuberías, empleando los correspondientes accesorios o piezas especiales.
Todas las bocas de salida de las válvulas de escape, válvulas de seguridad, desagües de depósitos, etc., se conducirán por tuberías que descarguen sobre desagües de piso u otros puntos de evacuación aceptables, a no ser que se indique otra cosa en los planos.
Las tuberías de desagüe que deban evacuar agua a alta temperatura tendrán que ser preferiblemente de acero o de algún otro material siempre que se justifique debidamente la capacidad de soportar sin deteriorase las temperaturas de trabajo.
Los tendidos horizontales de distribución para las instalaciones de calefacción por agua caliente, irán inclinados en sentido ascendente al alejarse del equipo generador, con una pendiente no inferior al 0,5%.
Se suministrarán e instalarán purgadores de aire en todos los puntos elevados de la instalación. Las conexiones de las derivaciones se ejecutarán de forma que quede asegurada una circulación expedita, se eliminen las bolsas de aire y se obtenga un drenaje completo del sistema.
Durante el montaje de tuberías, los extremos abiertos de éstas se protegerán con tapas que impiden la entrada de escombros, etc., siendo de total responsabilidad del instalador los daños en la instalación y la obra que por la inobservancia de este apartado pudieran producirse.

Todas las válvulas, equipos, accesorios, aparatos, etc., se instalarán de modo que sean fácilmente accesibles para su reparación o recambio.

El órgano de mando de las válvulas no deberá interferir con el aislante térmico de la tubería. Las válvulas roscadas y las de mariposa estarán, correctamente, acopladas a las tuberías, de forma que no haya interferencias entre éstas y el obturador.

En el lado de descarga de todas las válvulas y en las conexiones definitivas a equipos, se instalarán bridas o racores de unión. Todas las tuberías, válvulas, accesorios, etc., se instalarán de modo que, una vez que se haya aplicado el recubrimiento o aislamiento, quede como mínimo 2 cm de separación entre el aislamiento acabado y otras instalaciones y entre el aislamiento acabado de las tuberías contiguas.

Todas las tuberías irán firmemente soportadas. Los tendidos verticales de tuberías estarán sujetados por soportes homologados para ese trabajo al nivel de cada piso y a intervalos no superiores a 3 m. Los tendidos horizontales estarán sujetos por soportes homologados fijados a la estructura del edificio. Todos los soportes serán previamente aprobados.

Las tuberías irán fijadas mediante abrazaderas metálicas de tipo sifónico para evitar puentes térmicos entre la tubería y el ambiente. Por otro lado, estarán sujetas a la pared o a las estructuras de soporte de las tuberías existentes en el techo de las salas de máquinas siguiendo las especificaciones del RITE en la IT 1.3.4.2.

Las separaciones entre los soportes de las tuberías serán las indicadas por la UNE 100-152-88, siendo éstas de:

Tabla 5. Separación entre soportes de las tuberías.

TUBERIAS DE ACERO		
DIAMETRO	DISTANCIA	PENDIENTE
mm	m	mm/m
10	1,5	3,2
15	1,7	2,8
20	1,9	2,5
25	2,1	2,2
32	2,4	2
40	2,5	1,9
50	2,8	1,7
65	3,1	1,5
80	3,4	1,4
100	3,8	1,3
125	4,1	1,2
150	4,4	1,1

Las redes discurrirán, preferentemente, por lugares que permitan su accesibilidad, a lo largo de su recorrido, facilitando su inspección así como la de los accesorios, válvulas, equipos de regulación y de medida y, en su caso, del aislamiento térmico.
Cuando se instalen válvulas de tramos verticales de tubería de aspiración de las bombas, se dispondrá un soporte adecuado en el codo de conexión a la boca de toma de la bomba. En ningún caso se emplearán las conexiones a bombas u otros equipos como sustentación de cualquier tramo de tubo, accesorios o válvula.
Las conexiones entre los equipos con partes en movimiento y las tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles.
Las dilataciones a que puedan estar sometidas, como consecuencia de los aumentos de la temperatura del fluido se compensarán en los puntos más débiles, como son las uniones entre tuberías y aparatos, a fin de evitar roturas. En la Sala de Máquinas se aprovecharán los cambios de dirección, con curvas de radio largo, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.
En las distribuciones, tanto horizontales como verticales, se utilizará el criterio antes expuesto, o, caso de no ser posible, se instalarán compensadores de dilatación diseñándose y calculándose de acuerdo a UNE 100-156.

Para prevenir los efectos de los golpes de ariete, provocados por la rápida apertura o cierre de elementos, tales como válvulas de cierre rápido o la puesta en marcha de las bombas, se instalarán amortiguadores en los puntos cercanos a los elementos que los provoquen. Para diámetros mayores que 40,00 mm se evitará el empleo de válvulas de retención del tipo clapeta.

3.12.16 Conexiones y uniones

Las conexiones de los equipos y aparatos a las tuberías se realizarán de forma que, entre la tubería y el aparato, no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y las vibraciones.
Las conexiones serán, fácilmente, desmontables a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución.
Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de interceptación y regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones y filtros, se instalarán antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.
Se admitirán conexiones roscadas de las tuberías a los equipos o aparatos, solamente, cuando el diámetro sea igual o menor que DN 50.
Según el tipo de tubería empleada y la función que ésta debe cumplir, las uniones podrán realizarse por soldadura, encolado, rosca, brida, compresión mecánica o junta elástica. Los extremos de las tuberías se prepararán de forma adecuada al tipo de unión que se deba realizar.
Antes de efectuar una unión, se repasarán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlos o aterrajarlos y cualquier otra impureza que pueda haberse depositado en el interior o en la superficie exterior, utilizando los productos recomendados

por el fabricante. La limpieza de las superficies de las tuberías de cobre y de materiales plásticos se realizará de forma esmerada, ya que de ella dependerá la estanquidad de la unión.
Las tuberías se instalarán, siempre, con el menor número posible de uniones; en particular, no se permitirá el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.
Entre las dos partes de las uniones, se interpondrá el material necesario para la obtención de una estanquidad perfecta y duradera, a la temperatura y presión de servicio.
Cuando se realice la unión de dos tuberías, directamente o a través de un accesorio, aquellas no deberán forzarse para conseguir que los extremos coincidan en el punto de acoplamiento, sino que se cortarán y colocarán con la exactitud adecuada.
No podrán realizarse uniones en el interior de los manguitos que atraviesen muros, forjados u otros elementos estructurales.
Los cambios de sección en las tuberías horizontales se efectuarán con manguitos excéntricos y con los tubos enrasados por la generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.
En las derivaciones horizontales, realizadas en tramos horizontales, se enrasarán las generatrices superiores del tubo principal y del ramal.
No se permitirá la manipulación en caliente a pie de obra de tubería de materiales plásticos, salvo para la formación de abocardados y en caso de que se utilicen los tipos de plástico adecuados para la soldadura térmica.
El acoplamiento de tuberías de materiales diferentes se hará por medio de bridas; si ambos materiales fueran metálicos, la junta será dieléctrica. En los circuitos abiertos, el sentido del flujo del agua se hará desde el tubo de material menos noble hacia el material más noble.
Para las instalaciones de suministro de gas por canalización se observarán las exigencias contenidas en la Reglamentación específica.

3.12.17 Manguitos y pasamuros

Los manguitos pasamuros se colocarán en la obra de albañilería o en los elementos estructurales cuando éstos se estén ejecutando.
El espacio comprendido entre el manguito y la tubería se rellenará con una masilla plástica, que selle totalmente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. En algunos casos, podrá ser necesario que, el material de relleno, sea impermeable al paso de vapor de agua.
Los manguitos se acabarán al ras del elemento de obra, salvo cuando pasen a través de forjados, en cuyo caso sobresaldrán unos 2,00 cm por su parte superior.
Los manguitos se construirán con un material adecuado y con unas dimensiones suficientes para que pueda pasar la tubería con su aislante térmico. La holgura no podrá ser mayor de 3,00 cm.
Cuando el manguito atraviese un elemento al que se le exija una determinada resistencia al fuego, la solución constructiva del conjunto mantendrá, como mínimo, la misma resistencia.
Se considerará que, los pasos a través de un elemento constructivo, no reducen su resistencia al fuego si se cumplieran alguna de las condiciones establecidas a este respecto en la NBE-CPI Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios, vigente.

3.12.18 Pendientes

La colocación de la red de distribución del fluido calorportador se hará, siempre, de manera que se evite la formación de bolsas de aire.
En los tramos horizontales, las tuberías tendrán una pendiente ascendente hacia el purgador más cercano o hacia el vaso de expansión, cuando éste sea de tipo abierto y, preferentemente, en el sentido de circulación del fluido. El valor de la pendiente será igual al 0,20 % como mínimo, tanto como cuando la instalación esté fría como cuando esté caliente.
No obstante, cuando, por características de la obra, tengan que instalarse tramos con pendientes menores que las anteriormente señaladas, se utilizarán tuberías de diámetro inmediatamente superior al calculado.

3.12.19 Purgas

La eliminación del aire en los circuitos se obtendrá de forma distinta según el tipo de circuito.
En circuitos de tipo abierto, como los de las torres de refrigeración, la pendiente de la tubería será ascendente hacia la bandeja de la torre, si ésta estuviera situada en la parte alta del circuito, de tal manera que favorezca la tendencia del aire a desplazarse hacia las partes superiores del circuito y, con la ayuda del movimiento del agua, se elimine aquél automática y rápidamente.
En los circuitos cerrados, donde se creen puntos altos debidos al trazado, como son los finales de columnas, las conexiones a las unidades terminales, o las pendientes mencionadas anteriormente, se instalarán purgadores que eliminen el aire que allí se acumule, preferentemente, de forma automática.
Los purgadores serán accesibles y la salida de la mezcla aire-agua se conducirá a un lugar seguro, salvo cuando estén instalados sobre ciertas unidades terminales, de forma que la descarga sea visible.
Sobre la línea de purga se instalará una válvula de interceptación, preferentemente de esfera o de cilindro.
En las salas de máquinas los purgadores serán, preferentemente, de tipo manual, con válvulas de esfera o de cilindro como elementos de actuación. Su descarga se conducirá a un colector común, de tipo abierto, en el que se situarán las válvulas de purga, en un lugar visible y accesible.

3.12.20 Soportes

Para el dimensionado, y la disposición de los soportes de las tuberías se seguirán las prescripciones marcadas en las Normas UNE correspondientes al tipo de tubería. En particular, para las tuberías de acero, se seguirán las prescripciones marcadas en la Instrucción UNE 100152.
Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre las tuberías y los soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico, de dureza y espesor adecuados.
Para las tuberías preaisladas, en instalaciones aéreas o enterradas, se seguirán las Instrucciones que, al respecto, dicte el fabricante de las mismas.

3.13 CRITERIOS DE MEDICIÓN

Siempre que, la Contrata, el Instalador o la Dirección facultativa, solicite la medición de las partidas que figuren en el Proyecto ésta se realizará conjuntamente con la Dirección de Facultativa y con arreglo a las bases que se indican a continuación:

- Las partidas especificadas como unidades, en el Proyecto, serán medidas de esta forma.
- En el caso de partidas compuestas se tendrán en cuenta el número y la especificación de los elementos que, en el Proyecto, figuren para cada una de ellas. En el caso de que, por razones de ejecución o ampliación de las mismas, existan elementos diferentes a los del Proyecto, será la Dirección facultativa quien fije el precio de las mismas.
- La medición de todas aquellas partidas especificadas en el Proyecto y referidas a tuberías, conductos u otras, con unidades lineales se realizará a cinta corrida, sin efectuar ningún aumento por codos o derivaciones, a no ser que, por la peculiaridad de su trazado, la Dirección Facultativa considere los aumentos precisos.

3.14 PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN.

3.14.1 Generalidades

La Empresa instaladora dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación.
Las pruebas parciales estarán precedidas por una comprobación de los materiales en el momento de su recepción en obra.
Una vez que la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del Proyecto, y haya sido ajustada y equilibrada conforme a lo indicado en UNE 100010, se realizarán como mínimo, las pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias la Dirección Facultativa.
Todas las pruebas se efectuarán en presencia de la Dirección Facultativa o de la persona en quien delegue, debiendo dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados, cuando sean satisfactorios.

3.14.2 Limpieza interior de las redes de distribución

Las redes de distribución de agua serán limpiadas, intensamente, antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.
Las tuberías, accesorios y válvulas serán examinadas antes de su instalación y, cuando sea necesario, limpiadas.

Las redes de distribución de fluidos portadores se limpiarán interiormente, antes de su llenado definitivo, para la puesta en funcionamiento al objeto de eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.
Durante el montaje se evitará la introducción de materiales extraños dentro de las tuberías, los aparatos y los equipos, protegiendo sus aberturas con tapones adecuados.
Una vez completada la instalación de una red, ésta se llenará con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.
A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante dos horas, por lo menos. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.
En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con una temperatura de funcionamiento menor que 100,00ºC, se medirá el pH del agua del circuito.
Si el pH resultará menor que 7,50 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

3.14.3 Comprobación de la ejecución

Independientemente de los controles de recepción y de las pruebas parciales realizados durante la ejecución, se comprobará la correcta ejecución del montaje y la limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación.
Se realizará una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de su consumo de energía en las condiciones reales de trabajo, así como de todos los cambiadores de calor, climatizadores, bombas de calor, máquinas frigoríficas y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

3.14.4 Pruebas hidrostáticas de las redes de tuberías

Todas las redes de circulación de fluidos portadores se probarán hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante. Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, se efectuará una prueba final de estanquidad de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a una vez y media la del trabajo, con un mínimo de 6,00 bar, de acuerdo a UNE 100151.
Las pruebas requerirán, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento se instalarán en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Posteriormente se realizarán las pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y, finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.
Por último, se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

3.14.5 Otras pruebas

Por último, se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía de estas Instrucciones Técnicas.
Particularmente, se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

3.14.6 Puesta en marcha y recepción

3.14.6.1 Certificado de las instalaciones

Para la puesta en funcionamiento de las instalaciones será necesaria la autorización del Organismo Territorial competente, para lo que se presentará, ante el mismo, la documentación pertinente a cargo de la Empresa instaladora, provista de carné, que haya realizado el montaje.
El Certificado de las instalaciones tendrá, como mínimo, el contenido que se señala en el modelo que se indica en el apéndice de esta Instrucción Técnica. En el Certificado se expresará que las instalaciones han sido ejecutadas de acuerdo con el Proyecto presentado y registrado por el Organismo Territorial competente y que cumplen con los requisitos exigidos en este Reglamento y en sus Instrucciones Técnicas. Se harán constar, también, los resultados de las pruebas a que hubiese lugar.

3.14.6.2 Recepción provisional

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios, en presencia de la Dirección Facultativa, se procederá al acto de recepción provisional de las instalaciones con el que se dará por finalizado el montaje de las mismas. En el momento de la recepción provisional, la Empresa instaladora entregará a la Dirección Facultativa la documentación siguiente:

- Una copia de los planos de las instalaciones, realmente ejecutadas, en la que figuren, como mínimo,
- el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos
- de la sala de máquinas y los planos de plantas, donde se indicarán los recorridos de las conducciones
- de distribución de todos los fluidos y la situación de las unidades terminales.
- Una memoria descriptiva de las instalaciones, realmente ejecutadas, en la que se incluya las bases
- de Proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.

- Una relación de los materiales con las instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento,
- junto con la lista de repuestos recomendados.
- Un documento en el que se recopilen los resultados de las pruebas realizadas.
- El Certificado de las instalaciones firmado.

La Dirección Facultativa entregará los mencionados documentos, una vez comprobado su contenido, al titular de las instalaciones, quien lo presentará a registro en el Organismo Territorial competente.
En cuanto a la documentación de las instalaciones se estará además a lo dispuesto en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y disposiciones que la desarrollan.

3.14.6.3 Recepción definitiva y garantía técnica

Transcurrido el plazo de garantía técnica de las instalaciones, que será de un año si en el contrato no se estipulara otro de mayor duración, la recepción provisional se transformará en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía.
Si durante el período de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, éstos deberán ser subsanados gratuitamente por la Empresa instaladora, salvo que se demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de las instalaciones.

4 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio de seguridad y salud está redactado para dar cumplimiento al 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, en el marco de la Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Se redacta el presente estudio de seguridad, con el fin de establecer los medios y regular las actuaciones, para que todos los trabajos que se realicen en la obra de "Proyecto de ejecución para la Desgasificación de la central de producción de calor del Edificio Errotaburu de la Diputación Foral de Gipuzkoa en Donostia.", impliquen el menor riesgo posible que pueda producir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

En el presente estudio de seguridad se propone, potenciar al máximo los aspectos preventivos en la ejecución de la obra, para garantizar la salud e integridad física de los trabajadores y personas del entorno. Para ello se han de evitar las acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, falta o insuficiencia de medios, siendo preciso, por lo tanto:

- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de las actividades de la obra.
- Aplicar técnicas de trabajo que reduzcan en lo posible estos riesgos.
- Prever medios de control para asegurar en cada momento la adopción de las medidas de seguridad necesarias.

4.2 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto determinar y establecer las especificaciones precisas para definir la ejecución del Proyecto de ejecución para la Desgasificación de la central de producción de calor del Edificio Errotaburu de la Diputación Foral de Gipuzkoa en Donostia,

atendiendo en todo momento a las medidas de Seguridad y Salud precisas y la normativa legal de aplicación.

4.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

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, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

a. El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 75 millones de pesetas (450.000 €).
b. La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

   Plazo de ejecución previsto = 20 días.

   Nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente = 5 trabajadores

c. El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).

   Nº de trabajadores -día = 100

d. No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al tener esta obra un presupuesto de 787.057,34 euros superior a 450.000 euros es necesario editar un estudio de seguridad y salud.

4.4 DATOS GENERALES

Promotor de la obra:	**GIPUZKOA FORU ALDUNDIA** **DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA**

Denominación:	PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA DESGASIFICACIÓN DE LA CENTRAL DE PRODUCCIÓN DE CALOR DEL EDIFICIO ERROTABURU DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA EN DONOSTIA.
Autor del Proyecto:	SISTEMES AVANÇATS D'ENERGIA SOLAR TÉRMICA, S.C.C.L. DAVID CAETANO VERA
Autor del estudio de Seguridad:	ZIGOR IRASTORZA ARABAOLAZA Técnico superior en prevención de riesgos laborales
Presupuesto de Ejecución Material:	787.057,34 €
Presupuesto de Seguridad y Salud Ejecución Material:	15.012,00 €
Número máximo de operarios coincidentes en la obra:	VEINTE (20)

4.5 EMPLAZAMIENTO

La obra objeto del presente estudio está situada en el Edificio Errotaburu. Errotaburu pasealekua, 2, 20018 Donostia.

En el plano ***nº 1 Situación y emplazamiento*** se puede apreciar la ubicación de la finca y de la obra.

4.6 INTERFERENCIAS CON LOS SERVICIOS AFECTADOS

No se conocen instalaciones de ningún tipo en subsuelo ni de conducción aérea. En el caso de encontrarse una interferencia en algún tendido subterráneo eléctrico, de agua, de gas, etc., en el transcurso de las obras las normas de seguridad a tener en cuenta serán las siguientes:

- Se comprobará que la situación del servicio afectado es la indicada en los estudios que se disponen, para lo cual se realizarán las catas necesarias.
- Se estudiará, junto a los responsables de los servicios públicos afectados, las posibles interrupciones e incluso la posibilidad del desvío provisional.
- Si el servicio afectado se ha de reponer en lugar diferente, se habrá de preparar la conducción alternativa antes del desmantelamiento de la primitiva.
- Si durante las excavaciones apareciesen cables eléctricos, teléfonos, etc., no previsto en los estudios, no serán tocados y se dará aviso a la Dirección de Obra y a las compañías suministradoras.
- En el transcurso del trabajo deberá comprobarse la ausencia de gases nocivos en la excavación, así como que haya la cantidad de oxígeno suficiente. Cuando se detecte alguna anormalidad se abandonará el trabajo.
- Las materias inflamables o combustibles deben de guardarse fuera del área de la excavación.
- En la zona donde existan cables eléctricos, el personal usará guantes y botas aislantes.
- En el caso de una rotura accidental de una conducción eléctrica el maquinista de la retroexcavadora saltará de la misma con los pies juntos, sin establecer contacto con tierra y máquina simultáneamente. No deberá por tanto descender paulatinamente.

En cualquier caso, existen unos servicios como son los de suministro de energía eléctrica, que no sólo conllevan la suspensión del servicio, sino el riesgo intrínseco de la peligrosidad de cara a la vida de las personas que trabajan y se hallan en sus inmediaciones. En este caso habrá de tenerse en cuenta:

- Se podrá efectuar la excavación mecánica hasta llegar a una cota de 1 m. por encima de la cota de la instalación existente.
- Se podrá efectuar la continuación de la excavación con martillo neumático, hasta una cota de

0,5 m., por encima de la coronación de la instalación afectada.

- El resto se efectuará por procedimientos manuales, no punzantes.

4.7 CENTROS ASISTENCIALES

La ubicación del centro asistencial más próximo a la obra, con servicios de urgencia, se encuentra en:

- Hospital Nuestra Señora de Aranzazu de Donostia –San Sebastián sito en Paseo Dr. Begiristain, s/n,Tel: 943 44 70 00.

TELÉFONOS DE EMERGENCIA	
URGENCIAS S.O.S DEIAK	**112**
HOSPITAL DONOSTIA	**943 00 70 00**
HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE ARANZAZU	**943 44 70 00**
BOMBEROS (Oficinas sólo por las mañanas)	**943 48 39 20**

4.8 ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA OBRA

4.8.1 Organización de la actividad preventiva de los contratistas

Tras la entrada en vigor de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, el Real Decreto 39/1997 por el que por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y la Ley 54 / 2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, la empresa **contratista** organizará los recursos necesarios designando a uno o varios trabajadores o recurriendo a un servicio de prevención ajeno.

Las empresas (contratas/subcontratadas) que intervengan en la ejecución de las obras indicarán, además de la modalidad preventiva elegida, el representante con responsabilidad en materia de seguridad y salud en la obra. **contratista**, asignará a su RECURSO PREVENTIVO durante la ejecución de los trabajos.

4.8.2 Comité de Seguridad y salud

De acuerdo con el artículo 38 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, e obligatorio formar en los centros de trabajo un Comité de Seguridad y Salud en cuanto existan Delegados de Prevención y además existan 5 o más trabajadores.

Las competencias del Comité de Seguridad y Salud son:

1. Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los estudios y programas de prevención de riesgos en la empresa. A tal efecto, en su seno se debatirán, antes de su puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, los proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección y prevención y proyecto y organización de la formación en materia preventiva.
2. Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

3. Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en el centro de trabajo, realizando a tal efecto las visitas que estime oportunas.
4. Conocer cuántos documentos e informes relativos a las condiciones de trabajos sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones, así como los procedentes de la actividad del servicio de prevención, en su caso.
5. Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.
6. Conocer e informar la memoria y programación anual de servicios de prevención.

4.8.3 Coordinación de subcontratas

En cumplimiento del Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales, se adoptarán las siguientes medidas:

- La presencia en el centro de trabajo de un Recurso Preventivo para aquellas actividades que lo requieran
- Se hará entrega a todas las subcontratas y trabajadores autónomos del Estudio de Seguridad, debiendo entregar éstos el Documento de Adhesión al Estudio de Seguridad firmado.
- Se convocarán reuniones de seguridad periódicas, con objeto de Coordinar las medidas de Prevención entre las distintas empresas y sugerir cuantas medidas considere necesarias para mejorar las condiciones generales de trabajo en la obra. Los asistentes a dichas reuniones serán el Jefe de Obra, los Responsables de Seguridad de las subcontratas, el Encargado de la obra, el técnico de prevención y el Coordinador de Seguridad. Los temas a tratar en dichas reuniones serán:
  - Examen, si procede, de los accidentes ocurridos desde la reunión anterior.
  - Análisis de las medidas de Seguridad adoptadas en la obra y nivel de cumplimiento del Estudio de Seguridad.
  - Nuevas medidas de seguridad que deben adoptarse.
  - Se levantará Acta de cada reunión.

4.8.4 Vigilancia de la salud de los trabajadores

Reconocimiento Médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá acreditar haber pasado el reconocimiento médico mediante certificado médico del Servicio de Prevención correspondiente.

Anualmente deberá ser renovado el reconocimiento médico, según la legislación al respecto.

Botiquín

Además se dispondrá en obra de un botiquín, bajo la responsabilidad del encargado de la obra que se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

El botiquín contendrá como mínimo: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

4.8.5 Formación e información en seguridad y salud laboral

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá acreditar haber recibido la formación suficiente y adecuada en materia de Prevención de Riesgos Laborales para el trabajo que va a realizar. En virtud del cumplimiento del V convenio colectivo general de la construcción y en el momento de su ingreso en la obra, todo el personal recibirá unas instrucciones informativas y/o formativas adecuadas sobre el trabajo a realizar, los riesgos que pudiera entrañar el mismo y las protecciones colectivas y personales previstas.

4.8.6 Libro de incidencias

Conforme a lo establecido por el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre (modificado por el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción), se dispondrá en el centro de trabajo de un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado.

Deberá mantenerse siempre en la obra y estará en poder del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Al libro de incidencias tendrá acceso y podrán hacer anotaciones acerca de las inobservancias de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud de la obra:

- El contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas que intervengan en la obra.
- Representantes de los trabajadores.
- Técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes.
- Dirección Facultativa.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el supuesto a que se refiere el artículo siguiente, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

4.8.7 Libro de Subcontratación

Conforme a lo establecido por la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción, y en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto que la desarrolla, se dispondrá en el centro de trabajo de un Libro de Subcontratación por cada contratista que figure en la obra.

El Libro de Subcontratación será habilitado por la autoridad laboral correspondiente al territorio en que se ejecute la obra. La habilitación consistirá en la verificación de que el

Libro reúne los requisitos establecidos en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

En el caso de que un contratista necesite la habilitación de un segundo Libro para una misma obra de construcción, deberá presentar a la autoridad laboral el Libro anterior para justificar el agotamiento de sus hojas o su deterioro. En los casos en que haya sido requerida la aportación del Libro a un proceso judicial, se solicitará a la autoridad laboral la habilitación de una copia legalizada del mismo con carácter previo a la remisión del original al órgano jurisdiccional.

En caso de pérdida o destrucción del Libro anterior u otra circunstancia similar, tal hecho se justificará mediante declaración escrita del empresario o de su representante legal comprensiva de la no presentación y pruebas de que disponga, haciéndose constar dicha circunstancia en la diligencia de habilitación; posteriormente el contratista reproducirá en el nuevo Libro las anotaciones efectuadas en el anterior.

El contratista deberá llevar el Libro de Subcontratación en orden, al día y con arreglo a las disposiciones contenidas en la Ley 32/2006, de 18 de octubre, y en el l Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

En dicho Libro el contratista deberá reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, y con anterioridad al inicio de estos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en la obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos incluidos en el ámbito de ejecución de su contrato, conteniendo todos los datos que se establecen en el modelo incluido en RESOLUCIÓN de 17 de septiembre de 2007, del Director de Trabajo y Seguridad Social, por la que se hace público en forma bilingüe el modelo de Libro de Subcontratación regulado en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

El contratista deberá conservar el Libro de Subcontratación en la obra de construcción hasta la completa terminación del encargo recibido del promotor. Asimismo, deberá conservarlo durante los cinco años posteriores a la finalización de su participación en la obra.

Con ocasión de cada subcontratación, el contratista deberá proceder del siguiente modo:

a) En todo caso, deberá comunicar la subcontratación anotada al coordinador de seguridad y salud, con objeto de que éste disponga de la información y la transmita a las demás empresas

contratistas de la obra, en caso de existir, a efectos de que, entre otras actividades de coordinación, éstas puedan dar cumplimiento a lo dispuesto n artículo 9.1 de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, en cuanto a la información a los representantes de los trabajadores de las empresas de sus respectivas cadenas de subcontratación.

b) También en todo caso, deberá comunicar la subcontratación anotada a los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas incluidas en el ámbito de ejecución de su contrato que figuren identificados en el Libro de Subcontratación.

c) Cuando la anotación efectuada suponga la ampliación excepcional de la subcontratación prevista en el artículo 5.3 de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, además de lo previsto en las dos letras anteriores, el contratista deberá ponerlo en conocimiento de la autoridad laboral competente mediante la remisión, en el plazo de los cinco días hábiles siguientes a su aprobación por la dirección facultativa, de un informe de ésta en el que se indiquen las circunstancias de su necesidad y de una copia de la anotación efectuada en el Libro de Subcontratación.

En las obras de edificación a las que se refiere la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el contratista entregará al director de obra una copia del Libro de Subcontratación debidamente cumplimentado, para que lo incorpore al Libro del Edificio. El contratista conservará en su poder el original.

Al Libro de Subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra. A continuación se incluye el modelo en forma bilingüe del Libro de Subcontratación regulado en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, publicado por la RESOLUCIÓN de 17 de septiembre de 2007, del Director de Trabajo y Seguridad Social, por la que se hace público en forma bilingüe el modelo de Libro de Subcontratación regulado en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la construcción.

4.8.8 Comunicación de apertura de centro de trabajo

La empresa contratista, antes de comenzar sus trabajos en la obra en cuestión, comunicará en la Delegación de Trabajo la correspondiente apertura de centro de trabajo y entregará a la Dirección Facultativa una copia del mismo.

Asimismo, cada subcontrata y/o autónomo, comunicará en la Delegación de Trabajo la correspondiente apertura del centro de trabajo. El contratista, entregará a la Dirección Facultativa y/o al Coordinador de Seguridad una copia del mismo.

4.8.9 Servicios Sanitarios y comunes

Servicios Sanitarios

"Deberán adaptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina." (R.D. 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.)

Se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios, conteniendo:

- Desinfectantes (agua oxigenada, alcohol 96º, yodo, mercurocromo)
- Antisépticos autorizados
- Gasas estériles (linitul)
- Vendas
- Algodón hidrófilo
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos (tiritas)
- Analgésicos
- Bolsas para agua o hielo
- Termómetro

- Tijeras
- Pinzas
- Guantes desechables
- Agua potable

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un transporte rápido de los posibles accidentados.

Servicios higiénicos

- Se prevé como mejor solución, para resolver las zonas de aseos, vestuarios y comedores, el empleo de módulos metálicos prefabricados y móviles que cuenten con:
- Dotación de aseos. Cada módulo para 10 trabajadores, o fracción, estará equipado, como mínimo, con:
  - 1 lavabo, con agua corriente caliente y fría.
  - 1 ducha, equipada con agua caliente o fría (en cabina individual), con perchas y jaboneras.
  - 1 inodoro con carga y descarga automática de agua corriente, con papel higiénico y perchas (en cabinas aisladas, con puertas con cierre interior).
  - 1 calentador de agua.
- Dotación de vestuarios. Cada módulo para 10 trabajadores, o fracción, estará equipado con:
  - 2 m^2 de superficie por trabajador.
  - 1,20 taquillas metálicas provistas de llave, por trabajador.
  - 2 bancos de madera corridos.
  - 2 espejos de dimensiones 0,60 x 0,60 metros
- Dotación del comedor. Cada módulo para 10 trabajadores, o fracción, estará equipado con:
  - De 1 a 1,20 m2 de superficie por trabajador.
  - 1 mesa corrida y dos bancos del mismo tipo, en madera.
  - 1 calienta-comidas.
  - 1 depósito con cierre, para el vertido de desperdicios.

4.8.10Condiciones técnicas de las instalaciones provisionales

Instalación eléctrica

Cumplirá el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las siguientes condiciones particulares.

Cuadros eléctricos

Los cuadros de distribución eléctrica serán construidos con materiales incombustibles e inalterables por los agentes atmosféricos. Serán de construcción estanca al agua.

La tapa del cuadro permanecerá siempre cerrada y se abrirá exclusivamente por personal competente y autorizado para ello.

Las líneas generales de fuerza deberán ir encabezadas por un disyuntor diferencial de 300 MA de sensibilidad.

Se comprobará que al accionar el botón de prueba del diferencial, cosa que se deberá realizar periódicamente, éste se desconecta y en caso contrario es absolutamente obligatorio proceder a la revisión del diferencial por personal especializado y en último caso sustituirlo por uno nuevo.

El cuadro general deberá ir provisto de interruptor general de corte omnipolar que deje toda la obra sin servicio, totalmente aislado en todas sus partes activas.

Los cuadros de distribución eléctrica deberán tener todas sus partes metálicas, así como los envolventes metálicos, perfectamente conectadas a tierra.

Los enchufes y tomas de corriente serán de material aislante, doble aislamiento, disponiendo de uno de los polos para la toma de tierra.

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos, interruptores, etc., deberán ser de equipo completamente cerrado que imposibiliten en cualquier caso, el contacto fortuito de personas o cosas.

Todas las bornas de las diferentes conexiones deberán estar provistas de protectores adecuados que impidan un contacto directo con las mismas.

En el cuadro eléctrico general, se deben colocar interruptores (uno por enchufe) que permitan dejar sin corriente los enchufes en los cuales se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de forma que sea posible enchufar y desenchufar la máquina sin corriente.

Los tableros portantes de las bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares, deberán fijarse de manera eficaz a elementos rígidos de la edificación, que impidan el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

El acceso al cuadro eléctrico deberá mantenerse despejado y limpio de materiales, barro, etc. en previsión de facilitar cualquier maniobra en caso de emergencia.

Lámparas eléctricas portátiles

Tal y como exige la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, estos equipos reunirán las siguientes condiciones mínimas:

Tendrán mango aislante.

Dispondrán de un dispositivo protector de la lámpara, de suficiente resistencia mecánica.

Su tensión de alimentación será de 24 V o bien estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Las tomas de corriente y prolongadores utilizados en estas instalaciones NO serán intercambiables con otros elementos iguales utilizados en instalaciones de voltaje superior.

Conductores eléctricos:

Todas las máquinas accionadas por energía eléctrica deberán disponer de conexión a tierra, siendo la resistencia máxima permitida de los electrodos o placas, de 5 a 10 ohmios.

Los cables de conducción eléctrica, se emplearán con doble aislamiento impermeable, y preferentemente, de cubierta exterior resistente a los roces y golpes.

Se evitará discurran por el suelo disponiéndose a una altura mínima de 2,5 m. sobre el mismo.

No estarán deteriorados, para evitar zonas bajo tensión.

Las mangueras para conectar a las máquinas, llevarán además de los hilos de alimentación eléctrica correspondientes, uno para la conexión al polo de tierra del enchufe.

Las mangueras eléctricas que estén colocadas sobre el suelo, deberán ser enterradas convenientemente. Por ningún motivo se podrán almacenar objetos metálicos, punzantes, etc. sobre estas zonas que pudieran provocar la perforación del aislamiento y descarga accidentales por esta causa.

En caso de que estas mangueras eléctricas, no puedan ser enterradas, se colocarán de forma elevada o aérea.

Instalación contra incendios

Se instalarán extintores de polvo polivalente de acuerdo con la Norma UNE-23010, serán revisados anualmente y recargados si es necesario. Asimismo, se instalarán en los lugares de más riesgo a la altura de 1,5 m. del suelo y se señalizarán de forma reglamentaria

Instalación de agua potable

La empresa constructora facilitará a su personal agua potable, disponiendo para ello grifos de agua corriente distribuidos por diversos lugares de la obra, además de las zonas de comedor y servicios.

Todos los puntos de suministro se señalizarán y se indicará claramente si se trata de agua potable o no potable. Caso de no existir agua potable, se dispondrá de un servicio de agua potable con recipientes limpios, preferentemente plásticos por sus posibilidades de limpieza y para evitar roturas fáciles.

En caso de duda de la potabilidad, se solicitarán los pertinentes ensayos a un laboratorio homologado, prohibiéndose su consumo hasta la confirmación de su condición de apta para el consumo humano. Hasta entonces, se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado anterior.

Si hay conducciones de agua potable y no potable, se extremarán las precauciones para evitar la contaminación.

Se tendrá en cuenta que estén separadas de zonas de interferencia con la instalación eléctrica. Asimismo, se colocarán en lugares en los que no haya riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores.

4.9 PRESENCIA DEL RECURSO PREVENTIVO

Según la Disposición Adicional Decimocuarta de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, la presencia de recursos preventivos en obra por parte de los Contratistas, será necesaria cuando se realicen trabajos con riesgos especiales tal y como se definen en el R.D. 604/2.006. La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo y comprobar la eficacia de las mismas.

4.9.1 Formación mínima necesaria del recurso preventivo

Persona o personas con experiencia en relación a la actividad o proceso a realizarse (encargado de obra), que deberá disponer de una formación preventiva de nivel básico y 60 horas.
También podrá asumir esta función un trabajador designado o un miembro del servicio de prevención de la empresa.

4.9.2 Las funciones básicas que deberá realizar, serán las siguientes:

- Las propias que le son inherentes por aplicación de las determinaciones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud aceptado por su Empresa.
- Velará por la aplicación de las instrucciones que establezca el Coordinador de Seguridad y Salud en el transcurso de la obra, en especial las referidas a las actividades y personal de su Empresa, trasladando dichas instrucciones a los trabajadores que representa.
- Controlará el montaje y mantenimiento de las protecciones colectivas necesarias en obra, así como la restauración de las que sean manipuladas por su Empresa para la ejecución de una determinada partida de obra.
- Vigilará las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

- Fomentará la cooperación entre su Empresa y el resto de Empresas Contratistas o Subcontratistas que desarrollen su actividad en la obra.
- Si es necesario su constitución, se incorporará como vocal al Comité de Seguridad y Salud, si los trabajadores de obra no ponen inconvenientes para ello y, en cualquier caso, como voz pero sin voto si los trabajadores opinan que no debe tomar parte en las decisiones de ese órgano de prevención.

4.10. CONTROL DE ACCESOS

El acceso a la obra tanto de personal como de maquinaria y material se controlará desde la oficina del contratista, en permanente contacto con la obra en la que un responsable deberá controlar sus permisos de entrada.

Se desarrollará un procedimiento de control de accesos en obra de forma que quede escrita la presencia de las empresas, trabajadores, maquinaria y equipos de trabajo y su correcta documentación legal exigible, que se habrá comprobado con antelación a su entrada, impidiendo la misma en caso contrario.

Antes del comienzo de los trabajos se les entregan tanto al Contratista como al Coordinador de Seguridad y salud, la documentación relacionada a continuación:

- Fotocopia DNI.
- TC1 yTC2 (los últimos pagados) o alta en la Seguridad Social.
- Recibo de entrega de EPI´s.
- Justificante de reconocimiento médico.
- Justificante de formación e información relativa a la prevención de riesgos laborales.
- Nº inscripción en el REA.

En el caso de vehículos y maquinaria de obra se dispondrá de:

- Justificante ITV.
- Ficha técnica.
- Permiso de circulación.
- Recibo de seguro.
- Declaración de conformidad del fabricante (marcado CE).

La documentación necesaria a entregar al Coordinador de Seguridad y salud, antes de iniciar los trabajos, por parte de la empresa contratista de obra.

- Relación del personal que realizará los trabajos: Nombres, apellidos, DNI, calificación profesional.
- Designación del responsable de seguridad.
- Seguro de responsabilidad civil.
- Fotocopia I.A.E.
- Copia acreditativa de estar al corriente de pagos con la Seguridad Social.

- Nº inscripción en REA.
- Libro subcontratación (diligenciado).
- Apertura de centro de trabajo.

4.11. VARIACIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

El estudio de Seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista, en función del proceso de ejecución de la obra y de las posibles incidencias o modificaciones de proyecto que puedan surgir a lo largo de la misma, previa aprobación expresa, según proceda, del Coordinador de Seguridad y Salud o Dirección Facultativa. Las variaciones en el PSS deberán quedar reflejadas mediante los anexos correspondientes.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes y los representantes de los trabajadores podrán presentar por escrito y de forma razonada, sugerencias y alternativas al presente estudio, siguiéndose la necesaria información y comunicación a los representantes legales de los trabajadores en el centro de Trabajo, quienes a su vez podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas de mejoras preventivas que estimen oportunas.

4.12. EMERGENCIAS

4.12.1. Definiciones

EMERGENCIA: Cualquier contingencia que no pueda ser dominada por una situación inmediata de quienes la detectan y puede dar lugar a situaciones críticas, o que para su control sean necesarios medios especiales. Las emergencias principales que pueden darse en este tipo de obra son:

- Accidente de trabajo
- Incendio

OBRAS DE CONSTRUCCION: Cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil (construcción, instalación, mantenimiento).

Los objetivos básicos de cualquier actuación de emergencia son:

- Combatir el siniestro en su fase inicial.
- Organizar la evacuación de personas y bienes.
- Prestar una posible ayuda a las posibles víctimas.
- Comunicar a los servicios de emergencias de la situación, para su intervención.
- Restablecer la normalidad una vez controlado el riesgo.

El primer paso de actuación ante una emergencia es el AVISO a los equipos externos, por ello se recomienda colocar en un lugar visible de la obra la siguiente ficha:

4.12.2. Estudio de Emergencia

El Art. 20 de la Ley 31/95, establece que “El empresario teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesaria de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores”.

En este sentido, el servicio de prevención efectuará un análisis de la actividad que se desarrolla, las condiciones de los locales, los elementos de protección contra incendios, las instalaciones con riesgo especial, las vías de evacuación y salidas de emergencia, siendo necesario para su imestudiotación, entre otras, las siguientes acciones:

- Formar e informar a los trabajadores encargados de las emergencias.
- Divulgar las acciones que el estudio de emergencia indica para los trabajadores.
- Establecer y cumplir las revisiones periódicas de los elementos de extinción.
- Mantener actualizado el citado estudio.
- El estudio de seguridad y salud deberá especificar:
- Estudio de emergencias
- Documentación a entregar por los contratistas al "coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra":
- Antes del comienzo de los trabajos y permanentemente actualizado las actuaciones realizadas de acuerdo a lo planificado en el estudio de emergencias.
- Antes del comienzo de las distintas fases de trabajo y permanentemente actualizado las actuaciones realizadas de acuerdo a lo planificado en el estudio de emergencias.
- Durante el desarrollo de los trabajos y permanentemente actualizado las actuaciones realizadas de acuerdo a lo planificado en el estudio de emergencias.

4.12.3. Accidente de trabajo

Ante un accidente de trabajo (incluidos los de circulación) debemos actuar rápidamente, pero manteniendo la calma.

Deberemos efectuar un recuento de víctimas, pensando en la posibilidad de la existencia de víctimas ocultas y no atendiendo en primer lugar al accidentado que nos encontremos o al que más grite, sino siguiendo un orden de prioridades.

Ante cualquier accidente, y hasta la llegada de los equipos de emergencia, se actuará basándose en las siguientes premisas:

PROTEGER y asegurar el lugar de los hechos, con el fin de evitar que se produzcan nuevos accidentes o se agraven los ya ocurridos. Para ello se asegurará o señalará convenientemente la zona y se controlará o evitará el riesgo de incendio, electrocución, caída, desprendimiento, etc., que pudiera afectar a las víctimas e, incluso, a los auxiliadores.

ACCIDENTE ELECTRICO: Si la víctima ha quedado en contacto con un conductor o pieza bajo tensión, debe ser separado del contacto como primera medida, antes de tratar de aplicarle los primeros auxilios. Para ello se cortará la corriente accionando el interruptor, disyuntor, seccionador, etc. No hay que olvidar que una persona electrizada que se encuentre en un lugar elevado, corre el riesgo de caer a tierra en el momento en que se corte la corriente. En casos así hay que tratar de aminorar el golpe de la caída mediante colchones, ropa, goma o manteniendo tensa una lona o manta entre varias personas. Si resultara imposible cortar la corriente o se tardara demasiado, por encontrarse lejos el interruptor, trate de desenganchar a la persona electrizada mediante cualquier elemento no conductor. (Tabla, listón, cuerda, silla de madera, cinturón de cuero, palo o rama seca, etc.) con el que, a distancia, hacer presa en el cable o en el accidentado, o asiéndole de la ropa estando el rescatador bien aislado.

ACCIDENTES DE TRÁFICO: Apagar el encendido de los vehículos implicados, si fuera necesario, y pre señalizar el lugar para alertar al resto de conductores aproximadamente 100 metros antes en autovías y autopistas y 50 m en el resto).

ALERTAR a los equipos de socorro, autoridades, etc. (ver cuadro teléfonos emergencias), por el medio más rápido posible, indicando:

- Lugar o localización del accidente.
- Tipo de accidente o suceso.
- Número aproximado de heridos.
- Estado o lesiones de los heridos, si se conocen. Circunstancias o peligros que puedan agravar la situación.

SOCORRER al accidentado o enfermo repentino "in situ", prestándole unos primeros cuidados hasta la llegada de personal especializado que complete la asistencia, procurando así no agravar su estado. Para ello es necesario disponer de un botiquín de primeros auxilios.

BOTIQUÍN PRIMEROS AUXILIOS: Para evitar que se alteren los medicamentos, debe procurarse que las botellas y cajitas están bien cerradas y guardadas en sitio seco, fresco y oscuro. No deben guardarse el resto de los medicamentos usados en una enfermedad. Desechar del botiquín los	

medicamentos antiguos y los que hayan cambiado el color o su consistencia o aparezcan turbios. En especial desechar el antiguo yodo, gotas para los ojos (colirios), soluciones para el lavado de ojos, gotas para la nariz, jarabes para resfriados y pomadas. El botiquín no ha de tener erradura, para evitar la angustia de buscar la llave cuando los minutos cuentan.	

CONTENIDO RECOMENDADO:			
Mercurocromo	Bicarbonato	Antipirético	Tijeras
Alcohol	Analgésico general	Goma para torniquetes	Tiritas
Betadine	Vendas	Termómetro	Gasas estériles
Agua oxigenada	Aspirina	Pinzas	Esparadrapo
	Algodón	Compresas	Jeringas

ACCIDENTE POR CAÍDA EN ALTURA: Si se sospecha posible lesión de columna vertebral, intentar no mover, pues se pueden producir lesiones modulares (paraplejia y tetraplejia).

ACCIDENTE DE INTOXICACIÓN: Recordar siempre que los síntomas de intoxicación pueden presentarse después de varias horas, como ocurre con las intoxicaciones por fosgeno o vapores nitrosos.

En caso de ingestión de ácidos, bases u otras sustancias nocivas, debe beberse gran cantidad de agua (hasta 2 litros). **En ningún caso se debe beber leche.**

Si las ropas se impregnan de sustancias peligrosas, deben quitarse lo más pronto posible y lavar las partes del cuerpo afectadas con agua abundante durante 10 a 15 minutos.

Si se producen salpicaduras sobre los ojos, deben lavarse inmediatamente con agua durante 10 a 15 minutos.

Una vez que el accidentado haya recibido los primeros auxilios, se procederá a la comunicación del accidente atendiendo al siguiente esquema:

COMUNICACIONES INTERNAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL
Accidentes Leves

• Al servicio de Prevención de empresa • Al responsable jerárquico de la empresa. • Al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución (Responsable del Promotor).
Accidentes graves y muy graves
• Al Servicio de Prevención de la empresa y a la Autoridad Laboral en 24 horas. • Al responsable jerárquico de la empresa. • Al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución (Responsable del Promotor).
Accidentes mortales
• Al Juzgado de guardia o a la policía, para que procedan al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales oportunas y a la Autoridad Laboral en 24 horas. • Al Servicio de Prevención de la empresa. • Al responsable jerárquico de la empresa. • Al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

4.12.4. Incendios

En la actuación de emergencia ante un incendio, es parte fundamental la prevención del riesgo de incendio, debido a que es la conducta de las personas en la mayoría de las ocasiones las que provocan estos incendios.

Existirá un extintor de CO2 en al lado del cuadro eléctrico general de la obra.

PREVENCIÓN

- No acumule materiales u objetos que impidan el paso de las personas o el acceso a equipos de emergencias (extintores, botiquines).
- Los almacenamientos de materiales deben ser estables y seguros. Los materiales mal almacenados son peligrosos e ineficaces.
- Los lugares de trabajo deben limpiarse periódicamente mediante métodos no contaminantes.
- Al terminar cualquier operación quedará ordenado el área de trabajo.

- Siempre que sea posible, mantener una zona de seguridad (sin combustibles) alrededor de los aparatos eléctricos.
- No sobrecargar los enchufes.
- Si detecta cualquier anomalía en las instalaciones eléctricas o de protección contra incendios, comuníquelo a su responsable.
- Cuidado con los procesos que originen llamas, chispas, etc. (normalmente por operaciones de mantenimiento y soldadura). Estudiar previamente el momento y lugar en donde estos se vayan a realizar.
- Cuidado con los artículos de fumador. No arrojar colillas ni cerillas al suelo, basura,etc.
- Compruebe la localización del extintor más próximo.
- Los espacios ocultos son peligrosos: no echar a los rincones o detrás de las puertas lo que no queremos que esté a la vista.
- Ante cualquier olor sospechoso o superficie especialmente caliente, avisar al responsable.
- Inspeccionar su lugar de trabajo al finalizar la jornada laboral, desconecte los aparatos eléctricos que no se necesiten mantener conectados.

¿Qué debemos hacer en caso de incendio?

Si descubre un conato de incendio mantenga la calma, actúe según el procedimiento siguiente:

- De la alarma al responsable de la obra y, después, avise a los servicios de emergencia.
- Trate de apagar el fuego con los equipos de protección adecuados.
- Proceda a la evacuación del lugar del incendio.

Extintores portátiles:

- Quitar el precinto de seguridad, y sin accionar todavía el extintor acercarse al fuego hasta una distancia prudencial (aprox. 2 m).
- En ese momento es cuando debe accionar la palanca de descarga y dirigir el chorro del agente que arda en la base de las llamas, barriéndolo desde el punto más cercano al más lejano, moviendo la manguera en movimientos de zig-zag rápidos y horizontales.
- Si el fuego es vertical, se realizará la misma operación, pero de abajo a arriba.

- En un extintor de CO2 no agarrar la lanza por donde sale el gas ya que esta parte queda congelada, pudiendo lesionar la mano del usuario. Se debe agarrar la lanza por el lugar más cercano a la cabeza del extintor.

Si el fuego es de pequeñas dimensiones y se decide atacarlo, situarse entre la puerta y las llamas, manteniendo ventilado el local, puesto que el fuego consume el oxígeno que usted necesita.

Tanto el agua a chorro como el agua pulverizada no se pueden usar en fuego de origen eléctrico, ya que el usuario podría morir electrocutado.

El polvo polivalente es un buen extintor, recomendado también para fuegos de origen eléctrico y de combustibles sólidos, sin embargo, puede deteriorar los equipos ya que es un agente muy “sucio”.

El CO2 es muy recomendable para apagar fuegos de origen eléctrico y de combustibles sólidos, sin riesgo para los aparatos eléctricos, pues es un agente “limpio”.

4.13. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Como sistema principal de generación se va a realizar la instalación dos bombas de calor aire-agua, una a 2 tubos y la otra polivalente a 4 tubos. La potencia total en modo calefacción es de 500 kW, 300 kW de los cuales los aporta la bomba de calor 2 tubos mientras que los 200 kW restantes los aporta la polivalente.

Además, se sustituirán los depósitos de inercia tanto en el lado frío como en el lado calor.

También se propone la sustitución de la aguja hidráulica existente en el primario de calor por una de nueva, para adaptarla a las nuevas capacidades.

Todo ello requiere de una reconexión hidráulica para integrar correctamente los nuevos equipos con los existentes, según se detalla en los siguientes capítulos y esquemas de principio.

Por otro lado, se retiran los dos climatizadores existentes y se colocan dos de nuevos, que incorporan recuperación por sorción y free-cooling.

Además de todo esto en cubierta y para soportar estos equipos es necesario la formación de dos bancadas de estructura metálica de acero galvanizado que soportarán las bombas de calor en cubierta.

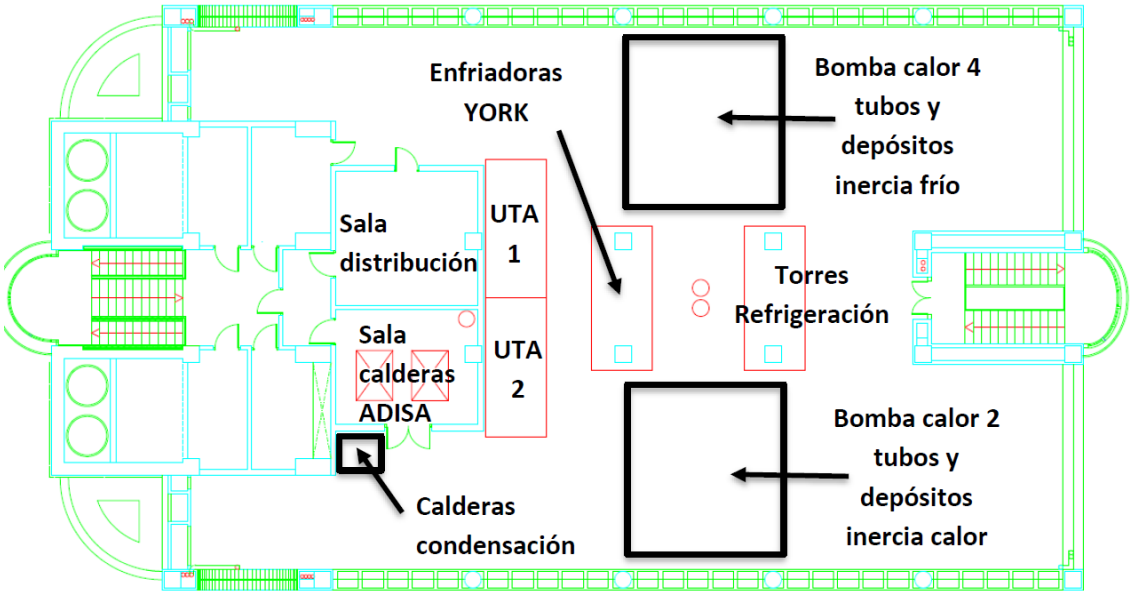


Ilustración 8. Propuesta distribución cubierta

4.14. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD AL PROCESO CONSTRUCTIVO

4.14.1. Demolición de apoyos en cubierta

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos
- Sobreesfuerzos, posturas forzadas o movimientos repetitivos
- Exposición al ruido
- Exposición a vibraciones

MEDIDAS PREVENTIVAS

Desmantelamiento de equipos:

- Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.
- El desmontaje de equipos e instalaciones se realizará por personal especializado.
- Se regarán los escombros en evitación de polvo.
- Se condenarán las instalaciones de agua, gas, alcantarillado, calefacción, grupos de presión, cuadros eléctricos, etc.
- Se señalizará la zona de trabajo convenientemente.

Demolición de aquellas partes en las que se hace elemento a elemento:

- Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.
- La demolición se realizará por personal especializado.
- Los trabajos estarán supervisados por persona competente en la materia.
- Se tendrán en cuenta las condiciones de protección colectiva, como barandillas perimetrales, y se proveerá a los operarios de arnés de seguridad asido a lugar firme de la estructura.
- Se observará la situación de los apoyos de los elementos estructurales que pudieran estar deteriorados por pudrición, oxidación, carcoma, etc.
- Los elementos que por su peso o envergadura lo requieran se desmontarán con ayudas de poleas o, en su caso con aparatos elevadores.
- Se regarán los escombros para evitar la creación de grandes cantidades de polvo.
- En todos los casos el espacio donde cae escombro estará acotado y vigilado.
- Estarán delimitadas las zonas de trabajo, para evitar la circulación de operarios por niveles inferiores.
- No se depositará escombro sobre los andamios.
- No se acumulará escombro ni se apoyarán elementos contra vallas, muros y soportes, propios o medianeros, mientras éstos deban permanecer en pie.
- Proteger de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos de los muros que puedan ser afectados por ella.
- Se paralizarán los trabajos en días lluviosos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad con puntera y estudiotilla reforzada y suela antideslizante
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo
- Gafas de seguridad anti proyecciones
- Mascarilla de protección

- Chaleco reflectante

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Correcta conservación de las barandillas.
- Para trabajos con riesgo de caída a distinto nivel sin posibilidad de colocación de medios de protección colectiva será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a punto fijo.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Toda la maquinaria pesada dispondrá de bocina de marcha atrás.
- Se colocarán señales indicativas del tipo: advertencia y obligación.
- No apilar materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que interrumpan el tráfico.

EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

RIESGO ASOCIADO	PROBABIL.			CONSEC.			VALORACIÓN				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caídas a distinto nivel	X				X				X		
Caídas al mismo nivel	X			X			X				
Caída de objetos en manipulación/caída de objetos desprendidos	X				X				X		
Pisadas sobre objetos	X			X			X				
Golpes/Cortes objetos/herramientas	X			X			X				
Proyección fragmentos o partículas	X			X			X				
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos	X				X				X		
Ruido	X				X				X		
Vibraciones	X				X				X		
Sobreesfuerzos	X			X			X				

4.14.2. Estructura metálica en cubierta

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- El principal riesgo que existe en estos trabajos, es el de la caída de trabajadores al no usar los medios de protección adecuados.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos a niveles inferiores.
- Hundimiento de los elementos de la cubierta por exceso de acopio de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- Durante los trabajos de impermeabilización, la autoinflamación de botellas de propano con riesgo de quemaduras, incendios y explosiones, derrame de productos bituminosos calientes y afecciones de la piel por contacto con los mismos.
- Contactos directos e indirectos con corriente eléctrica.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- En esta unidad de obra se considera necesaria la actividad de vigilancia del Recurso Preventivo para garantizar el cumplimiento de los métodos de trabajo, de las medidas preventivas y del control del riesgo.
- Para los trabajos en los bordes de la cubierta, se instalará una plataforma en la última estudiota, mediante estructura metálica tubular, que irá anclada al forjado superior e inferior a manera de voladizo, en la que se apoyará una plataforma de trabajo que tendrá una anchura desde la vertical del alero de al menos 60 cm., estando provista de una barandilla resistente a manera de guarda cuerpos y rodapié de 15 cm.
- Los trabajos en cubierta se suspenderán siempre que se presenten vientos fuertes superiores a 60 Km/h., que comprometan la estabilidad de los operarios y puedan desplazar los materiales, así como cuando se produzcan heladas, nevadas y lluvias, que hacen deslizante las superficies del tejado.

- Todo el personal que trabaja en cubierta será conocedor de los riesgos que conlleva su ejecución y del método correcto de puesta en obra de las unidades integrantes de la cubierta.
- Se tenderá, unido a dos puntos fuertes instalados en las límatesas, un cable de acero en el que anclar el fiador del arnés de seguridad durante la ejecución de las labores sobre los faldones de la cubierta. Para unir el arnés de seguridad al cable de acero (linea de vida) se realizara con carrete inercial
- El riesgo de caída de altura se controlará manteniendo los andamios metálicos apoyados de construcción del cerramiento. En la coronación de los mismos, bajo cota de alero (o canalón), y sin dejar separación con la fachada, se dispondrá una plataforma sólida (tablones de madera trabados o de las piezas especiales metálicas para formar plataformas de trabajo en andamios tubulares existentes en el mercado), recercado de una barandilla sólida cuajada.
- El riesgo de caída de altura se controlará construyendo la plataforma descrita en la medida preventiva anterior sobre tablones volados contrapesados y alojados en mechinales de la fachada, no dejará huecos libres entre la fachada y la plataforma de trabajo.
- Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados con madera clavada al forjado, hasta el inicio de su cerramiento definitivo. En caso hueco de acceso por escalera de mano estará protegido con barandilla.
- La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta inclinada se resolverá mediante pasarelas imestudiotadas inferiormente, de tal forma que absorbiendo la pendiente queden horizontales.
- Los materiales se izarán mediante plataformas empuntadas mediante el gancho de la grúa, sin romper los flejes o paquetes de plástico en los que son suministradas por el fabricante, en prevención de los accidentes por derrame de la carga.
- Los materiales se acopiarán repartidas por los faldones evitando sobrecargas.
- Las bateas o plataformas de izado, serán gobernadas para su recepción mediante cabos, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes y atrapamientos.
- Los rollos de tela asfáltica se repartirán uniformemente, evitando sobrecargas, calzados para evitar que rueden y ordenados por zonas de trabajo.
- Los faldones se mantendrán libres de objetos que puedan dificultar los trabajos o los desplazamientos seguros.

- Los recipientes para transportar materiales de sellado se llenarán al 50% para evitar derrames innecesarios.
- Los acopios de material bituminoso se repartirán en cubierta, evitando las sobre cargas puntuales.
- El pavimento de la cubierta se izará sobre plataformas imestudiotadas empaquetados según son servidos por el fabricante, perfectamente apilados y nivelados los paquetes y atado el conjunto a la plataforma de izado para evitar derrames durante el transporte.
- En todo momento, la cubierta se mantendrá limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos que se ejecuten.
- Los plásticos, cartón, papel y flejes procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.
- Por lo que refiere a la utilización de estos tipos de plataformas, se atenderá a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, 18 de julio, modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre. Durante su utilización deberán cumplirse, entre otras, las siguientes normas:
  - El personal operador debe estar cualificado y formado. No se permitirá la utilización y el acceso a personas carentes de autorización.
  - No deben utilizarse en operaciones o en condiciones contraindicadas por el fabricante y se cumplirán las especificaciones establecidas por el mismo en cuanto a su uso y limitación de carga. No se utilizarán.
  - Se debe reconocer previamente el terreno por donde debe desplazarse la plataforma asegurando que esté nivelado y sea estable.
  - La plataforma no debe conducirse ni circular por pendientes superiores a las indicadas por el fabricante.
  - No se deben cargar materiales de mayor volumen y peso de lo previsto por el fabricante. Las cargas deberán estar repartidas uniformemente por el piso de la plataforma.
  - Debe verificarse la ausencia de líneas eléctricas aéreas en el entorno así como la presencia de elementos fijos que interfieran el desplazamiento espacial de la plataforma.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco.
- Botas de seguridad.
- Arnés de seguridad.

- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad anti proyecciones.
- Botas de goma y trajes de agua.
- Chaleco reflectante.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Líneas de vida con anclaje de personal.
- Para trabajos con riesgo de caída a distinto nivel sin posibilidad de colocación de medios de protección colectiva será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a punto fijo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

RIESGO ASOCIADO	PROBABIL.			CONSEC.			VALORACIÓN				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caída de personas al mismo nivel			X		X					X	
Golpes y cortes por objetos y herramientas	X			X			X				
Caída de objetos en manipulación	X			X			X				
Caída del personal a distinto nivel			X		X					X	
Sobresfuerzos	X			X			X				
Caída de cargas suspendidas	X				X			X			
Contactos eléctricos	X				X			X			
Choques contra objetos	X			X			X				

4.14.3. Cierres y divisiones

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Ruido.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares empleados en los trabajos.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones específicas.
- El lugar de almacenamiento se señalizará convenientemente.
- Se pondrá especial atención a la utilización de las herramientas cortantes.
- El lugar de trabajo se mantendrá limpio y señalizado.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las herramientas de corte se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
- Botas de seguridad con puntera y estudiotilla reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes de goma contra las agresiones del cemento
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos y que a la vez sirvan contra la proyección de fragmento o partículas
- Ropa de trapajo para el mal tiempo
- Cinturón portaherramientas para el material
- Chaleco reflectante

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Coordinación con el resto de los oficios que intervienen en la obra.
- Los trabajos en altura se harán sobre plataformas horizontales debidamente estabilizadas y protegidas ante caidas.
- Para trabajos con riesgo de caída a distinto nivel sin posibilidad de colocación de medios de protección colectiva será obligatorioel uso de arnés de seguridad anclado a punto fijo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

RIESGO ASOCIADO	PROBABIL.			CONSEC.			VALORACIÓN				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caídas a distinto nivel	X					X			X		
• Caídas al mismo nivel	X				X			X			
Caídas de objetos en manipulación	X				X			X			
Caída de objetos desprendidos	X					X			X		

RIESGO ASOCIADO	PROBABIL.			CONSEC.			VALORACIÓN				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Pisadas sobre objetos	X			X			X				
Golpes/Cortes por objetos o herramientas	X				X			X			
Sobreesfuerzos	X				X			X			
Contactos eléctricos	X					X			X		
Proyección de fragmentos o partículas	X				X			X			
Ruido		X			X				X		

4.14.4. Instalación eléctrica

Se ha proyectado la conexión de los equipos en cubierta.

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas
- Contactos eléctricos

MEDIDAS PREVENTIVAS

- El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar determinado a tal efecto.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra.
- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica sobre escaleras de mano o andamios de borriquetas, se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la estudiota techo y la estudiota de apoyo, en la que se realizan los trabajos.

- Se prohíbe, de manera general, la utilización de escaleras de mano o andamios de borriquetas en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las herramientas de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.
- Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica general del edificio, el último cableado que se realizará será el que va del cuadro general al cuadro de la compañía suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- La entrada de servicio de las celdas de transformación se efectuará con el edificio desalojado de personal y en presencia de la dirección de obra.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad aislante, de protección contra arco eléctrico
- Pantalla de seguridad contra arco adaptable a casco
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y estudiotilla reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Ropa de protección para el mal tiempo
- Chaleco reflectante

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Para trabajos con riesgo de caída a distinto nivel sin posibilidad de colocación de medios de protección colectiva será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a punto fijo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

RIESGO ASOCIADO	PROBABIL.			CONSEC.			VALORACIÓN				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caídas a distinto nivel	X				X			X			
Caídas al mismo nivel	X			X			X				
Pisadas sobre objetos	X			X			X				
Golpes/Cortes con objetos o herramientas	X			X			X				
Contactos eléctricos	X			X			X				

4.14.5. Instalación hidráulica

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas a mismo nivel.
- Golpes contra objetos.
- Heridas en extremidades superiores.
- Quemaduras por la llama del soplete.
- Explosiones e incendios en los trabajos de soldadura.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las máquinas portátiles que se usen tendrán doble acristalamiento.
- Nunca se usarán como toma de tierra o neutro la canalización de la calefacción.
- Se revisarán las válvulas, mangueras y sopletes para evitar fuga de gases.
- Se retirarán las botellas de gas de las proximidades de toda fuente de calor, protegiéndolas del sol.
- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales, para evitar golpes y cortes.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad aislante, de protección contra arco eléctrico
- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Los soldadores emplearán mandiles de cuero, guantes, gafas y botas con polainas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Para trabajos con riesgo de caída a distinto nivel sin posibilidad de colocación de medios de protección colectiva será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a punto fijo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

RIESGO ASOCIADO	PROBABIL.			CONSEC.			VALORACIÓN				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caídas a distinto nivel	X				X			X			
Caídas al mismo nivel	X			X			X				
Golpes contra sobre objetos	X			X			X				
Heridas en extremidades superiores.	X			X			X				
Quemaduras por la llama del soplete	X			X			X				
Explosiones e incendios en los trabajos de soldadura	X			X			X				

4.14.6. Herrería

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas a distinto nivel
- Cortes por uso de máquinas-herramientas manuales
- Atrapamiento entre objetos
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Contacto con la energía eléctrica
- Sobreesfuerzos
- Caídas al mismo nivel
- Caídas al vacío
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Caída de elementos de carpintería metálica sobre las personas o las cosas

MEDIDAS PREVENTIVAS

- No dudar de que el buen orden incide directamente en el nivel de seguridad de la obra.

- Los elementos de carpintería se descargarán en bloques perfectamente flejados o atados, pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa.
- El ángulo superior a nivel de la argolla de cuelgue que forman los estribos de una eslinga en carga, debe ser igual o inferior a 90º.
- Los acopios de carpintería metálica se acopiarán en los lugares destinados a tal efecto.
- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar los accidentes por tropiezos e interferencias.
- El izado a las estudiotas mediante el gancho de la grúa se ejecutará por bloques de elementos flejados (o atados), nunca elementos sueltos. Una vez en las estudiotas correspondientes, se romperán los paquetes para su distribución y puesta en obra.
- El Vigilante de Seguridad, comprobará que todas las carpinterías en fase de "presentación" permanezcan perfectamente acuñadas y apuntaladas, para evitar accidentes por desplomes.
- En todo momento los tajos se mantendrán libres de cascotes, recortes metálicos y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.
- Se desmontarán únicamente en los tramos necesarios, aquellas protecciones (normalmente serán barandillas) que obstaculicen el paso de los elementos de la carpintería metálica una vez introducidos los cercos, etc. en la estudiota se repondrán inmediatamente.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados en buen estado.
- Los cercos serán "presentados" por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de Vuelcos, golpes y caídas.
- Los andamios para recibir la carpintería metálica desde el interior de las fachadas, estarán limitados en su parte delantera, (la que da hacia el vacío), por una barandilla de 90 cm. de altura, medida desde la superficie de trabajo, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié para evitar el riesgo de caídas desde altura (o al vacío).
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar en superficies inestables.
- Se dispondrán "anclajes de seguridad" a los que amarrar el fiador del arnés de seguridad, durante las operaciones de la instalación en fachadas de la carpintería metálica.

- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar en esta obra estará dotada de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra, o de doble aislamiento.
- Se prohíbe la anulación del cable de toma de tierra de las mangueras de alimentación.
- Los elementos metálicos que resulten inseguros en situaciones de consolidación de su recibido, se mantendrán apuntalados, (o atados en su caso a elementos firmes), para garantizar su perfecta ubicación definitiva y evitar desplomes.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad con estudiotilla y puntera reforzada y suela antideslizante
- Botas de goma con puntera reforzada
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Ropa de trabajo
- Faja elástica de sujeción de cintura
- Las propias de protección para los trabajos de soldadura eléctrica oxiacetilénica y oxicorte
- Arnés de seguridad
- Chaleco reflectante

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Para trabajos con riesgo de caída a distinto nivel sin posibilidad de colocación de medios de protección colectiva será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a punto fijo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

RIESGO ASOCIADO	PROBABIL.			CONSEC.			VALORACIÓN				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caídas a distinto nivel.	X				X			X			

Cortes por uso de máquinas-herramientas manuales.	X			X			X				
Atrapamiento entre objetos.	X				X			X			
Pisadas sobre objetos punzantes.	X			X			X				
Contacto eléctrico	X				X			X			
Sobreesfuerzos.	X			X			X				
Caídas al mismo nivel.	X			X			X				
Caída de elementos de carpintería metálica sobre las personas o las cosas.	X				X			X			

4.14.7. Pintura

RIESGOS MÁS COMUNES

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al vacío (pintura de fachadas y asimilables)
- Cuerpos extraños en los ojos (gotas de pintura, motas de pigmentos)
- Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones)
- Contacto con substancias corrosivas
- Contactos con la energía eléctrica
- Sobreesfuerzos
- Caída de personas al mismo nivel
- Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las pinturas, los barnices y disolventes se almacenarán en los lugares señalados con el con el título "Almacén de pinturas", manteniéndose siempre la ventilación por "tiro de aire", para evitar los riesgos de incendios y de intoxicaciones.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.
- Sobre la hoja de la puerta de acceso al almacén de pinturas, barnices y disolventes, se instalará una señal de "peligro de incendios" y otra de "prohibido fumar".
- Los botes industriales de pinturas y disolventes se apilarán sobre tablones de reparto de cargas en evitación de sobrecargas innecesarias.
- Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- Los almacenamientos de recipientes con pintura que contenga nitrocelulosa, se realizarán de tal forma que pueda realizarse el volteo periódico de los recipientes para evitar el riesgo de inflamación.
- Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando.
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes de los que amarrar el fiador del arnés de seguridad en las situaciones de riesgo de caída de altura.
- Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm. (tres tablones trabados), para evitar los accidentes por trabajos realizados sobre superficies angostas.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de los apoyos libres como de las de tijera, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies.
- Se prohíbe la utilización en esta obra de las escaleras de mano en las tribunas y viseras, sin haber puesto previamente los medios de protección colectiva (barandillas superiores, redes, etc.), para evitar los riesgos de caídas al vacío.
- La iluminación eléctrica mediante portátiles, se efectuará mediante "portalámparas estancos de seguridad con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de suministro de energía sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar el riesgo de caída por inestabilidad.
- Las operaciones de lijados (tras platecidos o imprimidos) mediante lijadora eléctrica de mano, se ejecutarán siempre bajo ventilación por "corriente de aire", para evitar el riesgo de respirar polvo en suspensión.
- El vestido de pigmentos en el soporte (acuoso o disolvente) se realizará desde la menor altura posible, en evitación de salpicaduras y formación de atmósferas pulverulentas.
- Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con las pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.
- Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos (o pigmentos tóxicos) de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en los lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión (o de incendio).
- Se tenderán redes horizontales, sujetas a puntos firmes de la estructura, bajo el tajo para evitar el riesgo de caída desde alturas.
- Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente, (puentes grúa, por ejemplo), durante las operaciones de pintura de carriles (soportes, topes, barandillas, etc.), en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.
- Se prohíbe realizar pruebas de funcionamiento de las instalaciones (tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc.) durante los trabajos de pintura de señalización (o de protección de conductos, tuberías de presión, equipos motobombas, etc.).

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Guantes de P.V.C. largos (para remover pinturas a brazo)
- Mascarilla con filtro mecánico específico recambiable (para ambientes pulverulentos)

- Mascarilla con filtro químico específico recambiable (para atmósferas tóxicas por disolventes orgánicos)
- Gafas de seguridad (antipartículas y gotas)
- Botas de seguridad con estudiotilla y puntera reforzada y suela antideslizante
- Ropa de trabajo
- Gorro protector contra pinturas para el pelo
- Chaleco reflectante

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Para trabajos con riesgo de caída a distinto nivel sin posibilidad de colocación de medios de protección colectiva será obligatorio el uso de arnés de seguridad anclado a punto fijo.

EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

RIESGO ASOCIADO	PROBABIL.			CONSEC.			VALORACIÓN				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caída de personas a distinto nivel.	X				X			X			
Proyección de partículas.	X			X			X				
Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).	X				X			X			
Contacto con substancias corrosivas.	X			X			X				
Contactos con la energía eléctrica.	X				X			X			
Sobreesfuerzos.	X			X			X				
Caída de personas al mismo nivel.	X			X			X				
Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores.	X			X			X				

4.15. MAQUINAS Y HERRAMIENTAS

4.15.1. Grúa autopropulsada

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTA MÁQUINA

- Vuelco del camión
- Caídas al subir o al bajar
- Atropello de personas
- Desplome de la carga
- Golpes por la caída de paramentos
- Desplome de la estructura en montaje
- Quemaduras al hacer el mantenimiento
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Exposición a ruido
- Atropellos o golpes con vehículos

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.
- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
- El gruista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.
- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20 %.
- Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.

- Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.
- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.
- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
- Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrán operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.
- El maquinista antes de abandonar su puesto deberá realizar las siguientes operaciones.
    - Accionar el freno de rotación y de tracción.
    - Accionar el trinquete de seguridad del tambor de la pluma.
    - Desembragar el motor.
    - Todas las palancas de dejarán en punto muerto.

Al subir o bajar del camión:

- Utilizar los peldaños y asideros, no subir utilizando las llantas, ruedas o salientes.
- Deberá subirse de forma frontal y agarrándose con ambas manos.
- No saltar nunca directamente del camión grúa al suelo.
- Se prohibe subir o bajarse en marcha.
- Limpiarse los zapatos de barro o grava para evitar que nos resbalen en los pedales.

Durante la ejecución del trabajo:

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estrobos, estarán dotados de pestillo de seguridad.

- Se prohibe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán dirigidas por un señalista.
- Se prohibe realizar tirones sesgados de la carga y arrastrar la carga con el camión grúa.
- Las cargas en suspensión se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohibe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 metros.
- Se evitará pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, por encima del personal.
- Antes de empezar el trabajo se comprobará que todos los elementos funcionan correctamente: motor, sistema hidráulico, frenos, dirección, luces, bocina, neumáticos,...
- Si se presenta cualquier avería, deberá pararse el trabajo inmediatamente y no reiniciarlo hasta que el camión grúa esté reparado.
- Antes de poner en marcha el motor, o bien, antes de abandonar la cabina, se colocará el freno de mano.
- Si la grúa entra en contacto con una línea eléctrica aérea, permanezca en su sitio solicitando auxilio mediante la bocina. Cuando le garanticen que puede abandonar el camión, descienda por la escalerilla y cuando esté en el último peldaño salte lo más lejos posible sin tocar la tierra y el camión a la vez. Además no permita que nadie toque el camión grúa.
- Si se deja el camión grúa parado con el freno puesto, no deberá liberarse hasta no haber colocado tacos de inmovilización en las ruedas.
- Se prohibirá abandonar el camión grúa con el motor en marcha y/o con cargas suspendidas.
- Si no hay suficiente iluminación natural, deberá preverse iluminación artificial de la zona de trabajo.
- Antes de cruzar un puente provisional de obra debemos cerciorarnos que tiene la resistencia necesaria.
- Antes de iniciar un desplazamiento, se inmovilizará el brazo de la grúa y se pondrá en la posición de viaje.
- Bajo ningún concepto debe permitirse que nadie se encarame a la carga o se cuelgue del gancho.
- Levantar una sola carga de cada vez.
- Deben respetarse todos los rótulos, tablas y señales adheridos al brazo de la grúa.
- Debe impedirse el acceso a la máquina a las personas no autorizadas.

- No deberán utilizarse aparejos, balancines, eslingas o estrobos defectuosos.
- Al elevar la cesta, asegurarse de que esté debidamente embragada y sujeta al gancho; elevarla lentamente y cerciorarse de que no hay peligro de vuelco; para ello, no se tratará de elevar cargas que no estén totalmente libres, ni que sobrepasen el peso máximo que puede elevar la grúa.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo y guantes de cuero.
- Calzado antideslizante.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Protección auditiva en caso de que se sobrepasen los límites de exposición o de nivel marcados por la ley.

4.15.2. Martillo neumático

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTA MÁQUINA

- Proyección de fragmentos
- Golpes con la herramienta
- Impactos por la caída del martillo encima de los pies
- Contusiones con la manguera de aire comprimido
- Vibraciones
- Ruido
- Rotura de la manguera a presión
- Polvo

- Contactos eléctricos con líneas enterradas
- Proyección de objetos y partículas
- Sobreesfuerzos.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

Recomendaciones generales:

- En cada tajo habrá como mínimo dos brigadas que se turnarán cada hora para prevenir lesiones por vibraciones.
- Se prohíbe instalar el compresor a menos de 15 metros del tajo donde se trabaje con martillos neumáticos.
- Antes del inicio de los trabajos, la Dirección Facultativa examinará el terreno circundante para detectar la posibilidad de desprendimientos de roca o tierras por vibraciones y realizará las consultas pertinentes con las compañías del gas, de la luz y del agua para averiguar si por la zona hay tuberías o cableado de las mismas.

Durante la ejecución del trabajo:

- Para evitar que partículas desprendidas provoquen lesiones en diferentes partes del cuerpo deberán utilizarse los EPI's adecuados: manguitos, polainas, manoplas, mandil, gafas antiproyecciones y ropa de trabajo cerrada. Igualmente para evitar lesiones por vibraciones deberán utilizarse fajas y muñequeras.
- Si el martillo dispone de culata de apoyo en el suelo, no se apoye a horcajadas sobre ella, ya que el nivel de vibraciones que recibiría sería más elevado.
- No debe dejarse el martillo clavado en el suelo, pared o roca.
- Antes de accionar el martillo, comprobar que el puntero está perfectamente amarrado y que no está deteriorado o gastado, en cuyo caso habrá que sustituirlo.
- No dejar nunca abandonado el martillo conectado al circuito de presión.

- El martillo neumático no debe ser utilizado por trabajadores inexpertos y no autorizados.
- Diariamente debe comprobarse el estado de las mangueras y las conexiones, desechándose las que estén defectuosas.
- Se paralizará el trabajo con el martillo neumático tan pronto como se encuentre una banda de señalización de aviso de líneas eléctricas enterradas.
- Cuando se trabaje en zonas urbanas, la circulación de los viandantes se realizará por el lugar más alejado posible que permita el trazado de la calle.
- No debe hacerse nunca un esfuerzo de palanca con el martillo en marcha.
- Las mangueras de aire comprimido se situarán de forma que no dificulten el trabajo de los obreros ni el paso del personal.
- Las mangueras se pondrán alineadas y, si es posible, fijas a los testeros del túnel, dejando libre la parte central. Si es inevitable el paso de camiones o cualquier otro vehículo por encima de las mangueras, se protegerán con tubos de acero.
- La unión entre la herramienta y el porta-herramientas quedará bien asegurada y se comprobará el perfecto acoplamiento antes de iniciar el trabajo.
- No conviene realizar esfuerzos de palanca u otra operación parecida con el martillo en marcha.
- Se verificarán las uniones de las mangueras asegurándose que están en buenas condiciones.
- Conviene cerrar el paso del aire antes de desarmar un martillo.
- Se acordonarán las zonas bajo los tajos en los que se esté trabajando con martillos, en prevención de daños a los trabajadores que pudieran entrar en la zona de riesgo de caída de objetos.
- Se prohíbe abandonar los martillos hincados en los paramentos que rompen, en previsión de desplomes incontrolados.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el terreno circundante o elementos estructurales próximos para detectar la posibilidad de desprendimiento de tierras y materiales por las vibraciones producidas en el entorno.
- No se utilizarán martillos en excavaciones en presencia de líneas eléctricas enterradas a partir de ser encontrada la banda de señalización de las mismas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Ropa de trabajo de protección contra el mal tiempo.
- Casco de seguridad homologado..
- Gafas antipartículas.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla antipolvo.
- Arnés de seguridad (para trabajos en altura).
- Botas de seguridad con puntera de acero.

4.15.3. Herramientas manuales

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTA MÁQUINA

- Golpes en las manos y los pies
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta
- Cortes en las manos
- Proyección de partículas o fragmentos.
- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.
- Exposición a ambientes pulvígenos.
- Atrapamientos por y entre objetos.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Deberá hacerse una selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar.

- Deberá hacerse un mantenimiento adecuado de las herramientas para conservarlas en buen estado.
- Deberá evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Se deberá guardar las herramientas en lugar seguro.
- Siempre que sea posible se hará una asignación personalizada de las herramientas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.
- No deberán usarse si se observan defectos tales como:
    - Cabezas aplastadas, con fisuras o rebabas.
    - Mangos rajados o recubiertos con alambre.
    - Filos mellados o mal afilados.
- Las zonas con riesgos especiales (gases inflamables, líquidos volátiles, etc.) requieren elección de herramientas fabricadas con material que no de lugar a chispas por percusión.
- En trabajos eléctricos se utilizarán herramientas con aislamiento adecuado.
- En cada trabajo se utilizará la herramienta adecuada. No se emplearán por ejemplo, llaves por martillos, destornilladores por cortafríos, etc.
- Las herramientas que se golpean se mantendrán sin rebabas, como cortafríos, punteros, etc.
- Las herramientas se mantendrán limpias y en buenas condiciones.
- Las herramientas de corte se mantendrán afiladas y con el corte protegido o tapado mediante tapabocas de caucho, plástico, cuero, etc.
- No se utilizarán herramientas de mangos flojos, mal ajustados y astillados. Se pondrá especial cuidado en los martillos y mazas.
- Para sostener punteros, botadores, remachadores, en general herramientas que reciben golpes fuertes, las citadas herramientas tendrán mangos para sujetarlas con pinzas o tenazas.

- No se usarán herramientas sin haberlas examinado y comprobado que se hallan en buenas condiciones.
- No se golpeará sobre acero templado que, por su fragilidad, puede romperse en esquirlas y proyectarse a gran velocidad.
- Las herramientas se manejarán sin forzarlas a trabajos impropios de ellas.
- No se usarán herramientas que requieran mango y no lo tengan, como limas, escoplos, formones, etc.
- Se usarán llaves inglesas y similares de la medida correcta, que se ajusten perfectamente a la tuerca y para la fuerza prevista. No se usarán tubos o cualquier otro medio para aumentar el brazo de palanca de la llave. En el manejo no se empujará a la llave, sino que se tirará de la misma protegiéndose así dedos y nudillos.
- En trabajos de altura se llevarán las herramientas en bolsas portaherramientas sujetas al cinturón con el fin de tener las manos libres.
- El almacenamiento debe hacerse de tal forma que su colocación sea correcta, que la falta de alguna de ellas sea fácilmente comprobada, que estén protegidas contra su deterioro por choques o caídas y que tengan acceso fácil sin riesgo de cortes con el filo de sus partes cortantes.
- No se deben dejar detrás o encima de órganos de máquinas en movimiento. Proteger la punta y el filo de los útiles cuando no se utilicen. El desorden hace difícil la reparación de los útiles y conduce a que se usen inapropiadamente.
- Se prohibe lanzar herramientas. Se deben entregar en mano.
- El usuario es el responsable de recibir y conservar las herramientas y de mantenerlas en las mejores condiciones de uso.

Alicates:

- Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre.
- Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. Además tienden a redondear los ángulos de las cabezas de los pernos y tuercas, dejando marcas de las mordazas sobre las superficies.

- No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas.
- Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.
- No colocar los dedos entre los mangos.
- No golpear piezas u objetos con los alicates.
- Mantenimiento: Engrasar periódicamente el pasador de la articulación.
- Los alicates han sido concebidos para operaciones de agarre y corte. Luego no se deben emplear en lugar de llaves pues sus mordazas resbalan frecuentemente marcando vástagos y redondeando esquinas de las cabezas de pernos y tuercas, lo que dificulta la posterior utilización de una llave.
- Si son de corte lateral pueden producir lesiones en el corte de extremos pequeños de alambre siendo preciso utilizar gafas de seguridad.
- Se han de conservar con las mandíbulas limpias y bien afiladas, ya que si no tienen buen corte pueden patinar.
- No se deben utilizar como martillo o llave para tuercas.
- Cuando se usen los alicates para trabajos eléctricos hay que aislar los mangos debidamente.

Cinceles:

- No utilizar cincel con cabeza achatada, poco afilada o cóncava.
- No usar como palanca.
- Las esquinas de los filos de corte deben ser redondeadas si se usan para cortar.
- Deben estar limpios de rebabas.
- Los cinceles deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni alabeen al ser golpeados. Se deben desechar los cinceles mas o menos fungiformes utilizando sólo el que presente una curvatura de 3 cm de radio.
- Para uso normal, la colocación de una protección anular de goma, puede ser una solución útil para evitar golpes en manos con el martillo de golpear.
- El martillo utilizado para golpearlo debe ser suficientemente pesado.
- Se ha de afilar y rectificar en un ángulo de 60º y se redondeará ligeramente las esquinas de los filos de corte.

- Debe agarrarse con el pulgar y el índice de la mano izquierda cerca del extremo superior, firmemente, pero sin apretar y fijando la herramienta en un ángulo vertical que permita que una gran parte biselada del filo esté estudioa contra el estudioo de corte.
- El trabajo se efectúa siempre en sentido opuesto al cuerpo del trabajador, fijando adecuadamente las piezas pequeñas a labrar mediante prensa de tornillo.
- Se deberá utilizar un guardamanos acoplados al cincel para evitar lesiones
- El cincel debe tener buen filo para poder cortar, debiendo afilarse o rectificarse en una muela de esmeril, manteniendo el ángulo original de la orilla cortante.
- Durante la operación se sumergirá en agua para que no se caliente demasiado y se destemple.

Destornilladores:

- El mango deberá estar en buen estado y amoldado a la mano con o superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca.
- Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o la punta rota o retorcida pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en manos.
- Deberá utilizarse sólo para apretar o aflojar tornillos.
- Siempre que sea posible utilizar destornilladores de estrella.
- No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar sobre todo si es pequeña. En su lugar debe utilizarse un banco o superficie estudioa o sujetarla con un tornillo de banco.
- Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.
- No debe utilizarse como punzón, cuña o palanca, pues un mango roto, una hoja doblada, una punta roma o retorcida pueden ocasionar la salida del destornillador de la ranura y originar lesiones en la mano.
- Se deberá elegir el tamaño y el tipo de destornillador adecuado al trabajo a realizar, adaptando la punta, mediante limado, a la ranura del tornillo.
- La punta del destornillador se mantendrá a escuadra y perfectamente afilada para ajustar a la ranura de la cabeza del tornillo. Esto no solo evita la formación de rebabas en la ranura y el daño de la hoja., sino que reduce la presión de trabajo y favorece el amarre.
- Si está bien amolada los costados de la hoja están prácticamente paralelos.

- No se atornillará o destornillará un tornillo sujetando la pieza con la palma de la mano. Si se produce un resbalamiento del destornillador, se puede sufrir una grave lesión. Se deberá apoyar la pieza sobre una base sólida.
- No se deben forzar por medio de alicates o tenazas los tornillos que estén excesivamente apretados. Se deben lubricar.

Llaves de boca fija y ajustable:

- Las quijadas y mecanismos deberán en perfecto estado.
- La cremallera y tornillo de ajuste deberán deslizar correctamente.
- El dentado de las quijadas deberá estar en buen estado.
- No de deberá desbastar las bocas de las llaves fijas pues se destemestudio o pierden paralelismo las caras interiores.
- Las llaves deterioradas no se repararán, se deberán reponer.
- Se deberá efectuar la torsión girando hacia el operario, nunca empujando.
- Al girar asegurarse que los nudillos no se golpean contra algún objeto.
- Utilizar una llave de dimensiones adecuadas al perno o tuerca a apretar o desapretar.
- Se deberá utilizar la llave de forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y formando ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta.
- No se debe sobrecargar la capacidad de una llave utilizando una prolongación de tubo sobre el mango, utilizar otra como alargo o golpear éste con un martillo.
- La llave de boca variable debe abrazar totalmente en su interior a la tuerca y debe girarse en la dirección que suponga que la fuerza la soporta la quijada fija. Tirar siempre de la llave evitando empujar sobre ella.
- Se deberá utilizar con preferencia la llave de boca fija en vez de la de boca ajustable.
- No se deberá utilizar las llaves para golpear.

Martillos y mazos:

- Las cabezas no deberá tener rebabas.

- Los mangos de madera (nogal o fresno) deberán ser de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas.
- La cabeza deberá estar fijada con cuñas introducidas oblicuamente respecto al eje de la cabeza del martillo de forma que la presión se distribuya uniformemente en todas las direcciones radiales.
- Se deberán desechar mangos reforzados con cuerdas o alambre.
- Antes de utilizar un martillo deberá asegurarse que el mango está perfectamente unido a la cabeza.
- Deberá seleccionarse un martillo de tamaño y dureza adecuados para cada una de las superficies a golpear.
- Observar que la pieza a golpear se apoya sobre una base sólida no endurecida para evitar rebotes.
- Se debe procurar golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo.
- En el caso de tener que golpear clavos, éstos se deben sujetar por la cabeza y no por el extremo.
- No golpear con un lado de la cabeza del martillo sobre un escoplo u otra herramienta auxiliar.
- No utilizar un martillo con el mango deteriorado o reforzado con cuerdas o alambres.
- No utilizar martillos con la cabeza floja o cuña suelta
- No utilizar un martillo para golpear otro o para dar vueltas a otras herramientas o como palanca.

Martillos bola:

- Deben tener un mango, bien sujeto con una cuña, adecuado para el tipo de cabeza utilizada. La cuña será de acero o fundición y obligará al apriete de la madera contra las superficies laterales del orificio de fijación; si se introduce oblicua, el apriete se realizará tanto en los lados mayores de dicho orificio como en los menores.
- Si la madera del mango no se apoya contra el ojo de la cabeza en todos los puntos, cepillar el mango hasta que ajuste bien. Después volver a colocar el mango en la herramienta observando el correcto centrado de la cabeza y colocar de nuevo la cuña.
- El mango deberá ser liso, no tener aceite, estar configurado para que se adapte bien a la mano y ser del tamaño y longitud adecuado.
- Es importante la selección del martillo; uno demasiado ligero resulta tan inseguro como otro que sea demasiado pesado, no empleándose nunca un martillo de acero sobre superficies de acero templado, cementado o cianurado.

- Debe golpearse con la cara de la herramienta, sujetando el martillo en un ángulo tal que, cuando dé en el objeto, su cara quede paralela a la superficie de la pieza que recibe el impacto. De esta forma se distribuye la fuerza del golpe en toda la cara del martillo y se evitan daños en las orillas.

Martillos de uña:

- Están especialmente diseñados para clavar y arrancar clavos.
- Las esquinas de las uñas no deben utilizarse para hacer palanca ya que pueden saltar y romperse.
- Las bocas deben mantenerse bien acondicionadas en todo momento para reducir el peligro de que salten los clavos mientras se introducen en un pedazo de madera, utilizándose a veces un martillo con cabeza estriada.
- Para la extracción de un clavo de un pedazo de madera, puede utilizarse un bloque de madera colocado debajo de la cabeza con el fin de aumentar la acción de la palanca y reducir el esfuerzo aplicado sobre el mango.

Picos Rompedores y Troceadores:

- Se deberá mantener afiladas sus puntas y el mango sin astillas.
- El mango deberá ser acorde al peso y longitud del pico.
- Deberán tener la hoja bien adosada.
- No se deberá utilizar para golpear o romper superficies metálicas o para enderezar herramientas como el martillo o similares.
- No utilizar un pico con el mango dañado o sin él.
- Se deberán desechar picos con las puntas dentadas o estriadas.
- Se deberá mantener libre de otras personas la zona cercana al trabajo.

Sierras:

- Las sierras deben tener afilados los dientes con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas y estar bien ajustados.

- Los mangos deberán estar bien fijados y en perfecto estado.
- La hoja deberá estar tensada.
- Antes de serrar se deberá fijar firmemente la pieza.
- Utilizar una sierra para cada trabajo con la hoja tensada (no excesivamente)
- Utilizar sierras de acero al tungsteno endurecido o semiflexible para metales blandos o semiduros con el siguiente número de dientes:
    - Hierro fundido, acero blando y latón: 14 dientes cada 25 cm.
    - Acero estructural y para herramientas: 18 dientes cada 25 cm.
    - Tubos de bronce o hierro, conductores metálicos: 24 dientes cada 25 cm.
    - Chapas, flejes, tubos de pared delgada, láminas: 32 dientes cada 25 cm.
- Instalar la hoja en la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.
- Utilizar la sierra cogiendo el mango con la mano derecha quedando el dedo pulgar en la parte superior del mismo y la mano izquierda el extremo opuesto del arco. El corte se realiza dando a ambas manos un movimiento de vaivén y aplicando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente dejando de presionar cuando se retrocede.
- Para serrar tubos o barras, deberá hacerse girando la pieza.

Sierras para metales:

- Formada por dos partes, bastidor y hoja, se ajustará correctamente para evitar el pandeo y rotura de ésta última.
- La hoja se ha de colocar con los dientes apuntando hacia adelante y hacia el frente del marco.
- Debe ejercerse fuerza solamente durante el recorrido en ese sentido, levantando ligeramente la sierra en el camino de retroceso.
- Al empezar un corte delineado se ha de guiar la hoja hasta comenzar el trazo prosiguiendo después y empujando en línea recta; debe utilizarse siempre la longitud total de la hoja en cada carrera.
- No se debe continuar un corte ya iniciado después de cambiar una hoja nueva; el triscado de ésta es más marcado y la hoja generalmente se atasca.

- Cuando la hoja no esté en uso, se mantendrá debidamente protegida de forma que los dientes no sean dañados por otros útiles u objetos de metal.
- Se ha de limpiar la hoja a menudo con un trapo aceitado para que no se oxide.
- Para metales de dureza media, la sierra debe manejarse a la velocidad de 40 a 50 carreras por minutos. Si la velocidad es excesiva, el corte puede producir suficiente calor para destemplar la hoja.
- Si el metal es duro, se reducirá la velocidad de corte.

Sierra de madera:

- El material a cortar ha de estar adecuadamente fijado mediante gatos y libre de elementos metálicos, extremándose las precauciones en macera con nudos y utilizando la sierra adecuada al tipo de operación a realizar.
- Para iniciar el corte, se debe marcar primero la guía o guiar la hoja con el dedo pulgar. Si éste se inicia de forma indebida, la hoja salta.
- Las sierras tendrán los dientes bien afilados y triscados. Se guardarán, cundo no se usen en estantes o colgadas del mango.

Tenazas:

- Las mordazas de corte tendrán la dureza especificada por el fabricante para la clase de material que vayan a cortar.
- Los extremos de las empuñaduras estarán siempre redondeados.
- No se trabajará con ellas en las proximidades de circuitos eléctricos en tensión.
- Las tenazas corrientes solamente deben emplearse para arrancar clavos y para cortar alambres o piezas metálicas de sección y resistencia media.
- Para sujetar o sostener piezas sometidas a esfuerzos que puedan provocar proyecciones violentas no deben usarse tenazas, ya que no aseguran una buena sujeción.
- Entre los brazos de las tenazas debe haber espacio suficiente que evite el aprisionamiento de la mano del operario.

- No se deben utilizar como martillo, ya que por la convexidad de su superficie de choque es fácil que produzcan lesiones en las manos.

Llaves de casquillo y de tubo

- Resultan adecuadas cuando es necesario ejercer bastante fuerza y la seguridad sea un factor importante.
- Nunca se sobrecargará la capacidad de una llave utilizando una prolongación del tubo sobre el mango o golpeando éste con un martillo, etc. El abuso debilita la llave y puede ocasionar su rotura.
- Es necesario utilizar la llave correcta para cada tuerca o perno.
- El tamaño inadecuado puede redondear las aristas del tornillo o tuerca haciendo que resbale la llave, así como que resulte difícil después aplicar el tamaño de la llave correcta.
- Los casquillos se mantendrán en su interior limpios de mugre y suciedad.

Llaves regulables (inglesas)

- Dos precauciones hay que tomar cuando hay que ejercer mucha fuerza en estas llaves, bien sea para aflojar una tuerca trabada o para apretar fuertemente una tuerca o perno.
- Colocar la llave en la tuerca de modo que la fuerza de tracción se aplique al lado del mango en que se halla la quijada fija. La fuerza tiende así a forzar la mordaza móvil sobre la tuerca.
- Después de colocar la llave en la tuerca se aprieta la ruedecilla o moleta para mejorar el apriete.
- La llave se ha de mantener limpia introduciéndola de vez en cuando en disolvente o petróleo y ha de aplicarse un poco de aceite a la moleta y a los costados de la quijada ajustable en la parte corredera.

Llaves para tubos

- Las llaves para tubos, tanto rectas como de cadena, deben tener mordazas vivas y mantenerse limpias para evitar que resbalen, haciéndolas trabajar siempre a tracción.

- La tuerca de ajuste de la llave ha de inspeccionarse frecuentemente poniéndola fuera de servicio si está agrietada.
- No deben utilizarse en tuercas, tornillos, válvulas o accesorios de montaje de latón, cobre u otro material blando que pueda ser aplastado o deformado, obteniéndose los mejores resultados en el amarre de objetos redondos situados en el centro de las quijadas.
- Las llaves de cadena para tubos se colocarán sobre el tubo únicamente después de que se haya alineado y esté listo para apretar.

Limas

- Si son para madera se denominan escofinas y su dientes son triangulares.
- La selección de la clase correcta de lima para el trabajo a realizar evitará lesiones y prolongará la vida útil de la misma.
- Cuando una lima se embota, debe limpiarse la superficie con una carda de lima, nunca golpeando contra un objeto metálico.
- No se usará como palanca, cincel o cualquier otro tipo de herramienta.
- Las limas no deben usarse nunca sin mango, ni cuando éste presente grietas o no sea liso.
- Al ejercer presión, el extremo de la cola puede introducirse en la mano o si el mango está defectuosos, causar lesiones en la misma.
- El mango elegido debe tener casquillo o virola que impida su apertura y además un tamaño adecuado, con el agujero adecuado al extremo de cola.
- La forma correcta de manejo es agarrar firmemente el mango en una mano y utilizar los dedos pulgar e índice de la otra para guiar la punta; si las piezas son pequeñas se sujetarán mediante tornillo de mano o banco.
- Para su almacenamiento se envolverá cada lima en un paño o papel seco para evitar la oxidación manteniéndolas limpias y libres de aceite o grasa.

Formones y gubias

- Los mangos son de madera, sin grietas y si son golpeadas por un martillo deben protegerse mediante una banda metálica o de cuero para evitar que se astillen.
- Las gubias y formones se utilizarán de forma que si se produce un resbalamiento, la dirección de la fuerza tenga lugar hacia fuera del cuerpo, de manera que la mano izquierda quede detrás del filo debiéndose sujetar adecuadamente la pieza a trabajar.
- No se utilizarán como palanca y se mantendrán afilados y rectificados con el ángulo adecuado.
- La pieza no debe tener clavos, ya que si el filo golpea contra metal puede saltar algún fragmento.
- Cuando no se emplea, debe guardarse en un estante sobre un banco de trabajo o sección ranurada de la caja de herramientas.
- Para su afilado se puede emplear una piedra de aceite encajada firmemente en un bloque de madera colocado en un banco. Una vez conformada, ha de amolarse sobre una piedra para producir un filo de corte vivo.

Cuchillos

- El recorrido de corte debe efectuarse hacia afuera del cuerpo, evitando dar tirones o sacudidas, asegurando a los operarios que los utilicen espacio suficiente para trabajar.
- Las mesas de trabajo deben ser lisas y no tener astillas, asimismo, las áreas donde se ubiquen estarán limpias y sin obstáculos y tendrán, a ser posible, superficie antideslizante.
- Los cuchillos han de mantenerse perfectamente afilados, tomando precauciones especiales para efectuar esta operación:
- Si se emplean muelas se protegerán correctamente debiéndose usar gafas de seguridad.
- Si se emplean piedras de afilado manuales se protegerán de forma adecuada para evitar que la herramienta resbale y corte la mano, siendo también recomendable proteger la mano.
- Las piedras de aceite se colocarán en una superficie estable y estudioa, a ser posible, encajada en un bloque de madera, no usándolas nunca secas.
- El transporte se realizará siempre utilizando fundas o estuches, guardándolos cuando no se utilicen en estantes con los filos protegidos.

- Cuchillos abandonados sobre bancos, ocultos debajo de productos, juegos o prácticas inseguras como limpiar las herramientas sucias con el delantal u otra prenda, son objeto de accidentes, lo que ha de implicar supervisiones frecuentes y prohibición de este tipo de actos.

Cizallas de mano

- Para evitar aprisionamiento de la mano o dedos entre los extremos de los brazos de la cizalla o tijeras, se deben emplear cizallas con los brazos vueltos hacia fuer, con topes o en forma de anillos en los cuales se puedan meter los dedos.
- Con objeto de no herirse con la chapa que se está cortando, es conveniente utilizar cizallas de brazos “desviantes”, con los cuales el paso de la mano queda libre por encima de la chapa que se está cortando.

Hachas y similares

- Las hachas y herramientas parecidas deben estar siempre bien afiladas. Si no es así se pueden desviar y causar lesiones.
- Las empuñaduras deben estar cuidadosa y firmemente ajustadas a las cabezas.
- Antes de usarlas se debe asegurar que hay espacio suficiente y despejado de obstáculos; estos pueden desviar el golpe.

Carretillas manuales

- Las carretillas manuales están ideadas para transportar materiales y no personas, luego no se debe permitir que se transporten pasajeros.
- Hay que cargar la carretilla de forma que el material no se deslice ni ruede hacia fuera.
- No se debe hacer un esfuerzo excesivo. Si la carga es muy pesada y difícil de llevar, hay que pedir ayuda.
- Es peligroso utilizar una carretilla vacía como si fuese un patinete, dándole impulso y montándose en ella.

- Todo aquél que maneje una carretilla debe llevar calzado de seguridad y guantes para el manejo de materiales.
- Si se tiene que dejar una carretilla parada aunque sea por poco tiempo, se aparcará en un lugar seguir apartada del pasillo.
- Habrá que tener mucha atención al doblar una esquina sin visibilidad.
- No se debe utilizar una carretilla averiada. Se deberán revisar antes de usarlas.
- Se podrán poner guardamanos en las carretillas. Con estas protecciones se evitarán muchos golpes.
- Se deberá ir despacio al aproximarse a zonas peligrosas, tales como puertas de montacargas, fosos, pendientes, túneles, vías, etc.
- Las carretillas no se sobrecargarán.
- El material deberá colocarse de forma que siempre se tenga suficiente visibilidad.
- No se debe conducir a oscuras. Se avisará enseguida siempre que se observe que hay pasillos o zonas de paso mal iluminadas.

Carretillas de mano de cuatro ruedas:

- Se pondrá atención a mantener los pies fuera del rectángulo que determinan las cuatro ruedas mientras se carga la carretilla o se hacen maniobras.
- Se llevará siempre la carretilla delante, empujándola. Si se necesitan dos hombres para manejar la carga, uno debe empujar y otro tirar de ella.
- Poner la carga de tal forma que no impida ver por encima de ella, cuando se empuja la carretilla.
- Al empujar, atención dónde se colocan las manos, ya que al pasar cerca de una pared o material, pueden chocar los dedos lesionándose.

Carretillas de mano de dos ruedas:

- La primera y más importante norma para manejar con seguridad una carretilla de dos ruedas es la de aprender a equilibrar la carga, para lo cual hace falta colocarla de forma que no se desplace.
- Si no coloca la carga de forma que quede equilibrada, probablemente se tendrá que hacer un esfuerzo excesivo.

- Mucho cuidado con las varas de la carretilla que estén rotas o astilladas.
- Las carretillas se deben dejar en lugares seguros, de forma que si vuelcan por cualquier causa, no lo hagan sobre un pasillo o lugar de paso.
- Al bajar una rampa no se debe ir nunca delante de la carretilla.
- Si una carretilla se transporta sobre una plataforma hay que sujetarla muy bien, con calzos, cuerdas, etc.

Carretillas de mano de una rueda:

- No se debe correr nunca con las carretillas de mano, es peligroso.
- Cuando se transporta una carga pesada en una carretilla, hay que mantener la espalda vertical, levantándola con los brazos y las piernas flexionados, con objeto de evitar esfuerzos en los músculos dorsales.
- Equilibrar todas las cargas pesadas, para que no puedan, con su peso, tirar al conductor de la carretilla.
- Si se ladea una carga pesada, aléjese lo más posible de la carretilla.
- Comprobar el buen estado del material de la caja de la carretilla.
- Procurar no usar carretillas que tengan las varas agrietadas o rotas, las ruedas en mal estado, las patas flojas o los bordes con rebabas.
- Mucho cuidado con los pasillos estrechos; o, mejor aún, proteger los nudillos de sus manos con manoplas de cuero, o poner en las varas protecciones de metal, madera o cuero.
- Es peligroso conducir una carretilla con las manos húmedas o grasientas. Usar guantes o llevar un trapo para limpiarse las manos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

- Gafas contra proyección de particulas.
- Cinturones de seguridad.

4.16. ELEMENTOS AUXILIARES

4.16.1. Andamios en general

Los andamios deberán proyectarse, montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberá efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.

Sin embargo, cuando se trate de andamios que dispongan del marcado CE, por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado estudio podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

En función de la complejidad del andamio elegido, deberá elaborarse un estudio de montaje, de utilización y de desmontaje. Este estudio y el cálculo a que se refiere el apartado anterior deberán ser realizados por una persona con una formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades. Este estudio podrá adoptar la forma de un estudio de aplicación generalizada, completado con elementos correspondientes a los detalles específicos del andamio de que se trate.

Las dimensiones de las diversas piezas y elementos auxiliares (cables, cuerdas, alambres, etc.) serán las suficientes para que las cargas de trabajo a las que, por su función y destino, vayan a estar sometidas no sobrepasen las establecidas para cada clase de material.

Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio, además de cumplir con la condición precedente, asegurarán perfectamente su función de enlace con las debidas condiciones de fijeza y permanencia.

El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los trabajadores puedan estar en él con las debidas condiciones de seguridad, siendo también extensivas estas últimas a los restantes trabajadores de la obra.

Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En cualquier caso las plataformas tendrán una anchura no menor a:

- 0,60 metros cuando se utilice únicamente para sostener personas y no para depositar, sobre ella, materiales.
- 0,80 metros cuando en la plataforma se depositen materiales.
- 1,10 metros cuando se la utilice para sostener otra plataforma más elevada.
- 1,30 metros cuando se la utilice para el desbaste e igualado de piedras.
- 1,50 metros cuando se utilice para sostener otra plataforma más elevada, usada para el desbaste e igualado de piedras.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTE MEDIO AUXILIAR

- Caídas a distinto nivel (al entrar o salir)
- Caídas al mismo nivel
- Desplome del andamio
- Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales)
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamientos

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

- Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos de conformidad con las disposiciones del artículo 5, destinada en particular a:
    - La comprensión del estudio de montaje, desmontaje o transformación del andamio de que se trate.
    - La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación del andamio de que se trate.
    - Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.
    - Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad del andamio de que se trate.
    - Las condiciones de carga admisible.
    - Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación.
- Tanto los trabajadores afectados como la persona que supervise dispondrán del estudio de montaje y desmontaje incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.
- Cuando no sea necesaria la elaboración de un estudio de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.
- Para garantizar técnicamente en la obra que los andamios utilizados no se desplomen o se desplacen accidentalmente se deberán utilizar - Andamios normalizados - :
    - Estos andamios normalizados deberán cumplir las especificaciones del fabricante respecto al proyecto, montaje, utilización, mantenimiento y desmontaje de los mismos.
- En el supuesto de utilizar - Andamios no normalizados - Se requerirá una nota de cálculo en la que se justifique la estabilidad y solidez del andamio, así como incluirá las instrucciones de montaje, utilización, mantenimiento y desmontaje de los mismos.

- A estos efectos se entenderá que cuando un andamio normalizado se instale o modifique componiendo sus elementos de manera no prevista por el fabricante (por ejemplo soldando componentes), el mismo se tratará a efectos como - No Normalizado -.

Además se deberán tener siempre en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.
- Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios, se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
- Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.
- Las plataformas de trabajo, independientemente de la altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés.
- Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos.
- Los tablones que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma, que puedan apreciarse los defectos por uso y su canto será de 7 cm. como mínimo.
- Se prohibirá abandonar en las plataformas sobre los andamios, materiales o herramientas. Pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas.
- Se prohibirá arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombro se recogerá y se descargará de estudiota en estudiota, o bien se verterá a través de trompas.
- Se prohibirá fabricar morteros (o similares) directamente sobre las plataformas de los andamios.
- La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. en prevención de caídas.

- Se prohibirá expresamente correr por las plataformas sobre andamios, para evitar los accidentes por caída.
- Se prohibirá -saltar- de la plataforma andamiada al interior del edificio; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante deberá tener una capacidad suficiente. Se deberá garantizar la estabilidad del andamio. Deberá impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios móviles durante los trabajos en altura.
- Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de los andamios se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en una utilización normal de ellos. No deberá existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.
- Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes deberán contar con señales de advertencia de peligro general, con arreglo al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre señalización de seguridad y salud en el centro de trabajo, y delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona de peligro.
- La altura libre entre los distintos niveles de plataforma debe ser 1,90 m.
- Se determinarán e instalarán previamente al montaje del andamio los puntos de anclaje a los que ira sujeto.
- Los arriostramientos se efectuarán correctamente con barras rígidas abrazaderas, quedando absolutamente prohibido hacerlo con cuerdas, alambres, etc.
- Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:
    - Antes de su puesta en servicio.
    - A continuación, periódicamente.

- Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

- Cuando no sea necesaria la elaboración de un estudio de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación (o sustitución).
- Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que deba trabajar sobre los andamios de esta obra, intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardiacos, etc.), que puedan padecer y provocar accidentes al operario. Los resultados de los reconocimientos se presentarán al Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad (preferiblemente con barbuquejo).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante
- Arnés de seguridad.
- Trajes para ambientes lluviosos.

4.16.2. Andamios de borriquetas

Las dimensiones de las diversas piezas y elementos auxiliares (cables, cuerdas, etc.) serán las suficientes para que las cargas de trabajo a las que, por su función y destino, vayan a estar sometidas

no sobrepasen las establecidas para cada clase de material.

Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio, además de cumplir con la condición precedente, asegurarán perfectamente su función de enlace con las debidas condiciones de fijeza y permanencia.

El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los trabajadores puedan estar en él con las debidas condiciones de seguridad, siendo también extensivas estas últimas a los restantes trabajadores de la obra.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTE MEDIO AUXILIAR

- Caídas a distinto nivel (al entrar o salir)
- Caídas al mismo nivel
- Desplome del andamio
- Desplome o caída de objetos (tablones, herramientas, materiales)
- Atrapamientos
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

- Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.
- Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios, se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
- Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.

- Las plataformas de trabajo, independientemente de la altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés.
- Si la longitud supera los 3,60 m. se usarán tres borriquetas o caballetes; la separación entre dos borriquetas contiguas será de 2,50m.
- Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos.
- Los tablones que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma, que puedan apreciarse los defectos por uso y su canto será de 7 cm. como mínimo.
- Se prohibirá abandonar en las plataformas sobre los andamios, materiales o herramientas. Pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas.
- Se prohibirá arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombro se recogerá y se descargará de estudiota en estudiota, o bien se verterá a través de trompas.
- Se prohibirá fabricar morteros (o similares) directamente sobre las plataformas de los andamios.
- La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. en prevención de caídas.
- Se prohibirá expresamente correr por las plataformas sobre andamios, para evitar los accidentes por caída.
- Se prohibirá -saltar- de la plataforma andamiada al interior del edificio; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Los andamios se inspeccionarán diariamente por el Capataz, Encargado o Servicio de Prevención, antes del inicio de los trabajos, para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación (o sustitución).
- Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que deba trabajar sobre los andamios de esta obra, intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardiacos, etc.), que puedan padecer y provocar accidentes al operario.
- Los resultados de los reconocimientos se presentarán al Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante y puntera reforzada de acero.
- Arnés de seguridad para trabajos sobre plataformas de trabajo a 2 ó más metros de altura

4.16.3. Escalera de mano

Utilizaremos este medio auxiliar en diferentes tajos de la obra.

Aunque suele ser objeto de -prefabricación rudimentaria- en especial al comienzo de la obra o durante la fase de estructura, las escaleras utilizadas en esta obra serán homologadas y si son de madera no estarán pintadas.

Las escaleras prefabricas con restos y retales son prácticas contrarias a la Seguridad de esta obra. Debe por lo tanto impedirse la utilización de las mismas en la obra.

Las escaleras de mano deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento.

La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en que, habida cuenta de lo dispuesto en el apartado 4.1.1 del RD 1215/1997, la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTE MEDIO AUXILIAR

- Caídas a distinto y mismo nivel
- Caída de objetos sobre otras personas
- Contactos eléctricos directos o indirectos

- Atrapamientos por los herrajes o extensores
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.)
- Vuelco lateral por apoyo irregular
- Rotura por defectos ocultos
- Golpes con la escalera en su traslado o manejo
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras -cortas- para la altura a salvar, etc.)

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

De aplicación al uso de escaleras de madera.

- Las escaleras de madera a utilizar en esta obra, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados, no clavados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera que estén pintadas.
- Se guardarán a cubierto.

De aplicación al uso de escaleras metálicas.

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.

De aplicación al uso de escaleras de tijera.

- Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados 1 y 2 para las calidades de -madera o metal-.
- Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima que impidan su apertura al ser utilizadas.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura par no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.

Para el uso y transporte por obra de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen.

- No deben utilizar las escaleras personas que sufran algún tipo de vértigo o similares.
- Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros.
- Para subir a una escalera se debe llevar un calzado que sujete bien los pies. Las suelas deben estar limpias de grasa, aceite u otros materiales deslizantes, pues a su vez ensucian los escalones de la propia escalera.
- Se prohibirá la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se

utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada.
- Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensión adecuada y estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal.
- Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del estudioo de trabajo al que se accede.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.
- Las escaleras de mano con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas.
- Se prohibirá en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kg. sobre las escaleras de mano.
- En general se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura.
- Se prohibirá apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar (montones de tierra, materiales, etc.).

- El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
- El ascenso, descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.
- El transporte de escaleras por la obra a brazo se hará de tal modo que se evite el dañarlas, dejándolas en lugares apropiados y no utilizándolas a la vez como bandeja o camilla para transportar materiales.
- El transporte de escaleras a mano por la obra y por una sola persona se hará cuando el peso máximo de la escalera, supere los 55 Kg.
- Las escaleras de mano por la obra y por una sola persona no se transportará horizontalmente. Hacerlo con la parte delantera hacia abajo.
- Durante el transporte por una sola persona se evitará hacerla pivotar ni transportarla sobre la espalda, entre montantes, etc.
- En el caso de escaleras transformables se necesitan dos personas para trasladarla por la obra y se deberán tomar las siguientes precauciones:
    - Transportar plegadas las escaleras de tijera.
    - Las escaleras extensibles se transportarán con los paracaídas bloqueando los peldaños en los estudioos móviles y las cuerdas atadas a dos peldaños vis a vis en los distintos niveles.
    - Durante el traslado se procurará no arrastrar las cuerdas de las escaleras por el suelo.
- Para la elección del lugar donde levantar la escalera deberá tenerse presente:
    - No situar la escalera detrás de una puerta que previamente no se ha cerrado. No podrá ser abierta accidentalmente.
    - Limpiar de objetos las proximidades del punto de apoyo de la escalera.
    - No situarla en lugar de paso para evitar todo riesgo de colisión con peatones o vehículos y en cualquier caso balizarla o situar una persona que avise de la circunstancia.
- Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones de situación del pie de la escalera:
    - Las superficies deben ser estudioas, horizontales, resistentes y no deslizantes. La ausencia de cualquiera de estas condiciones puede provocar graves accidentes.
    - No se debe situar una escalera sobre elementos inestables o móviles (cajas, bidones, estudiochas, etc.).

- Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones relativas a la inclinación de la escalera:
    - La inclinación de la escalera deber ser tal que la distancia del pie a la vertical pasando por el vértice esté comprendida entre el cuarto y el tercio de su longitud, correspondiendo una inclinación comprendida entre 75,5º y 70,5º.
    - El ángulo de abertura de una escalera de tijera debe ser de 30º como máximo, con la cuerda que une los dos estudioos extendidos o el limitador de abertura bloqueado.
- Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones relacionadas al apoyo, fricción con el suelo y zapatas de apoyo :
    - Suelos de cemento: Zapatas antiderrapantes de caucho o neopreno (ranuradas o estriadas)
    - Suelos secos: Zapatas abrasivas.
    - Suelos helados: Zapata en forma de sierra.
    - Suelos de madera: Puntas de hierro
- Las cargas máximas de las escaleras a utilizar en esta obra serán :
    - Madera: La carga máxima soportable será de 95 Kg., siendo la carga máxima a transportar de 25 Kg.
    - Metálicas: La carga máxima será de 150 Kg. e igualmente la carga máxima a llevar por el trabajador es de 25 Kg.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las normas básicas del trabajo sobre una escalera son:

- No utilizar una escalera manual para trabajar. En caso necesario y siempre que no sea posible utilizar una plataforma de trabajo se deberán adoptar las siguientes medidas:
- Si los pies están a más de 2 m del suelo, utilizar arnés de seguridad anclado a un punto sólido y resistente.
- Para trabajos de cierta duración se pueden utilizar dispositivos tales como reposapiés que se acoestudio a la escalera.
- En cualquier caso sólo la debe utilizar una persona para trabajar.
- No trabajar a menos de 5 m de una línea de A.T. y en caso imprescindible utilizar escaleras de fibra de vidrio aisladas.

- Una norma común es la de situar la escalera de forma que se pueda accede fácilmente al punto de operación sin tener que estirarse o colgarse. Para acceder a otro punto de operación no se debe dudar en variar la situación de la escalera volviendo a verificar los elementos de seguridad de la misma.
- Nunca deben utilizarse las escaleras para otros fines distintos de aquellos para los que han sido construidas. Así, no se deben utilizar las escaleras dobles como simples. Tampoco se deben utilizar en posición horizontal para servir de puentes, pasarelas o plataformas. Por otro lado no deben utilizarse para servir de soportes a un andamiaje.

Almacenamiento de las escaleras:

- Las escaleras de madera deben almacenarse en lugares al amparo de los agentes atmosféricos y de forma que faciliten la inspección.
- Las escaleras no deben almacenarse en posición inclinada.
- Las escaleras deben almacenarse en posición horizontal, sujetas por soportes fijos, adosados a paredes.

Inspección y mantenimiento:

- Las escaleras deberán inspeccionarse como máximo cada seis meses contemestudiodo los siguientes puntos:
    - Peldaños flojos, mal ensamblados, rotos, con grietas, o indebidamente sustituidos por barras o sujetos con alambres o cuerdas.
    - Mal estado de los sistemas de sujeción y apoyo.
    - Defecto en elementos auxiliares (poleas, cuerdas, etc.) necesarios para extender algunos tipos de escaleras.
- Ante la presencia de cualquier defecto de los descritos se deberá retirar de circulación la escalera. Esta deberá ser reparada por personal especializado o retirada definitivamente.

Conservación de las escaleras en obra:

- Madera
    - No deben ser recubiertas por productos que impliquen la ocultación o disimulo de los elementos de la escalera.
    - Se pueden recubrir, por ejemplo, de aceites de vegetales protectores o barnices transparentes.
    - Comprobar el estado de corrosión de las partes metálicas.
- Metálicas
    - Las escaleras metálicas que no sean de material inoxidable deben recubrirse de pintura anticorrosiva.
    - Cualquier defecto en un montante, peldaño, etc. no debe repararse, soldarse, enderezarse, etc., nunca.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante y con puntera reforzada de acero
- Arnés de seguridad (cuando sea necesario).

4.16.4. Puntales

Los puntales se utilizarán en esta obra de modo generalizado para sustentar y apuntalar encofrados, paneles, etc.

El conocimiento del uso correcto de éste útil auxiliar está en proporción directa con el nivel de la seguridad.

Este elemento auxiliar será manejado bien por el carpintero, por el encofrador o por el peón, pero en cualquier caso deberá tener conocimiento de su buen uso.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTE MEDIO AUXILIAR

- Caída desde altura de las personas durante la instalación de puntales
- Caída desde altura de los puntales por incorrecta instalación
- Caída desde altura de los puntales durante las maniobras de transporte elevado
- Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación
- Atrapamiento de dedos (extensión y retracción)
- Caída de elementos conformadores del puntal sobre los pies
- Vuelco de la carga durante operaciones de carga y descarga
- Rotura del puntal por fatiga del material
- Rotura del puntal por mal estado (corrosión interna y/o externa)
- Deslizamiento del puntal por falta de acuñamiento o de clavazón
- Desplome de encofrados por causa de la disposición de puntales

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

- Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.
- La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hinca de -pies derechos- de limitación lateral.
- Se prohibirá expresamente tras el desencofrado el amontonamiento irregular de los puntales.
- Los puntales se izarán (o descenderán) a las estudiotas en paquetes uniformes sobre bateas, flejados para evitar derrames innecesarios.
- Los puntales se izarán (o descenderán) a las estudiotas en paquetes flejados por los dos extremos; el conjunto, se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la grúa torre.
- Se prohibirá expresamente en esta obra, la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.
- Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.

- Los tablones durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñarán. Los puntales, siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.
- Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.
- El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido. Se prohíbe expresamente en esta obra las sobrecargas puntuales.
- Normas o medidas preventivas tipo para el uso de puntales de madera.
    - Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.
    - Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
    - Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
    - Se acuñarán, con doble cuña de madera superpuesta en la base clavándose entre si.
    - Preferiblemente no se emplearán dispuestos para recibir solicitaciones a flexión.
    - Se prohíbe expresamente en esta obra el empalme o suplementación con tacos (o fragmentos de puntal, materiales diversos y similares), los puntales de madera.
    - Todo puntal agrietado se rechazará para el uso de transmisión de cargas.
- Normas o medidas preventivas tipo para el uso de puntales metálicos.
    - Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.
    - Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).
    - Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
    - Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
    - Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad (preferiblemente con barbuquejo).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.

4.16.5. Contenedores

Los contenedores son elementos que permiten la acumulación y evacuación de escombros de la obra.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTE MEDIO AUXILIAR

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de material
- Cortes
- Golpes y choques contra el contenedor
- Emanación de polvo
- Proyección de partículas

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

- Antes de proceder a la instalación de los contenedores, se debería hacer un estudio del lugar o lugares más idóneos para ello, debiéndose tener en cuenta que:
    - El número de contenedores, si en el desembocan bajantes de escombros, vendrá determinado por el número de bajantes de escombros existentes en la obra.
    - Fácil accesibilidad desde cualquier punto.
    - Facilidad para emplazar el camión.
    - Máxima duración en el mismo emplazamiento, a ser posible hasta que finalicen los trabajos a realizar.
    - Alejado de los lugares de paso.
- Una vez instalado y antes de empezar a dar servicio el contenedor, deberá asegurarse que la bajante de escombros que desemboca este perfectamente fijadas al contenedor.

- El tramo inferior de la bajante que desemboca en el contenedor tendrá menor pendiente que el resto, con la finalidad de reducir la velocidad de los escombros evacuados y evitar la proyección de los mismos, al llegar al contenedor.
- La distancia de la embocadura inferior de la bajante al contenedor de recogida de escombros deberá ser la mínima posible que permita el llenado del mismo y su extracción.
- Cuando se vaya a arrojar los escombros, el operario se cerciorará de que nadie esté cerca del contenedor.
- Deberá asegurarse de que la lona que cubre el contenedor y la bajante estén perfectamente unidas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante

4.16.6. Elementos de izado de cargas

Son diferentes medios destinados y empleados en la obra para la elevación y transporte de materiales por los diferentes tajos.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS APLICADOS EN ESTE MEDIO AUXILIAR

- Caída de personas al mismo nivel
- Choques y golpes contra objetos móviles e inmóviles
- Sobreesfuerzos o posturas inadecuadas
- Caída de materiales en manipulación
- Golpes y cortes por objetos, herramientas o materiales
- Pisadas sobre objetos

- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ambientes pulvígenos

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS ADOPTADAS, TENDENTES A CONTROLAR Y REDUCIR LOS RIESGOS ANTERIORES

- En los trabajos en altura es preceptivo el arnés de seguridad para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia.
- los accesorios de elevación (eslingas, cables, etc.), estarán marcados de tal forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro.
- Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de presión, del dispositivo del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Los ensamblajes de accesorios de elevación estarán marcados para que el usuario conozca sus características.
- Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.
- Los cables no deberán llevar ningún empalme, ni lazo salvo en sus extremos.
- Los cables o abrazaderas de fibra textil no llevarán ningún empalme, lazo o enlace, salvo en el extremo del eslingado o en el cierre de una eslinga sin fin.
- Los órganos de prensión deberán diseñarse y fabricarse de forma que las cargas no puedan caer repetidamente.
- Cada longitud de cadena, cable o abrazadera de elevación que no forme parte de un todo deberá llevarán marca o, si ello fuera posible, una placa o una anilla inamovible con las referencias del fabricante y la identificación de la certificación correspondiente. La certificación incluirá las indicaciones mínimas siguientes:
    - Nombre del fabricante o representante legal en la Comunidad Económica Europea.
    - El domicilio en la Comunidad Económica Europea del fabricante o representante legal.
    - La descripción de la cadena o cable (dimensiones nominales, fabricación, el material usado para la fabricación, cualquier tratamiento metalúrgico especial a que haya sido sometido el material.

    - La carga máxima en servicio que haya de soportar la cadena o el cable.
- Las eslingas, cadenas y cables deben cepillarse y engrasarse periódicamente.
- Las eslingas, cadenas y cables no deben abandonarse en el suelo para que no provoquen caídas.
- Las eslingas, cadenas y cables no deben abandonarse en el suelo para evitar que la arena, grava, etc. penetren entre los hilos.
- Evitar dejar las eslingas, cadenas y cables a la intemperie.
- Las eslingas, cadenas y cables se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- El gancho de grúa que sustente las eslingas, cadenas y cables, será de acero normalizado dotados con pestillo de seguridad.
- Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.
- Se prohibirá en esta obra, la suspensión o transporte aéreo de personas mediante las eslingas, cadenas y cables.
- Se paralizarán los trabajos de transporte de materiales con la batea suspendida de la grúa en esta obra, por criterios de seguridad, cuando las labores deban realizarse bajo régimen de vientos iguales o superiores a 60 Km./h.
- Limpieza y orden en la obra.
- Los accesorios de elevación resistirán a los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

Cuerdas

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva al almacén después de concluir un trabajo debe ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavarán las manchas.
- Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.
- Las cuerdas deberán almacenarse en un lugar sombrío, seco y bien aireado, al abrigo de vapores y tomando todas las prevenciones posibles contra las ratas.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60º.
- Se evitarán inútiles exposiciones a la luz.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos.
- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Se evitarán los ángulos vivos.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabos en los anillos de las eslingas.

- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

Cables

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.
- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.

- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Al enrollar un cable en una bobina, es aconsejable realizarlo según la figura siguiente:
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá de asegurar que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, lo haremos rodar en el suelo, fijando el extremo libre de alguna manera. No tiraremos nunca del extremo libre.
- O bien, dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no debe realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujeta cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante.
- Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que lo desembarace de costras y suciedad.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.
- Los controles se efectuarán siempre utilizando los medios de protección personal adecuados.
- Los motivos de retirada de un cable serán:
    - Rotura de un cordón
    - Reducción anormal y localizada del diámetro.
    - Existencia de nudos.
    - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera, alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.

- Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
- Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello conviene retirar las cadenas:
    - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
    - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
- Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.
- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.
- Bajo carga, la cadena debe quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena debe protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.

- Las cadenas deben ser manipuladas con precaución: evitar arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación, deben estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

Ganchos

- Serán de acero o hierro forjado
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos d seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, que debe de prevenirse.
- Puesto que trabajan a flexión, los ganchos han sido estudiados exhaustivamente y su constitución obedece a normas muy severas, por lo que no debe tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.
- Solamente deben utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No debe tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No debe calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado debe ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
    - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
    - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.

- Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

Argollas y anillos

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.
- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
- Es muy importante no sustituir nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de éste.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

Grilletes

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón,
- El cáncamo ha de tener el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No calentar ni soldar sobre los grilletes.

Poleas

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia a disminuido.
- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
- Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
- Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
- Se prohibe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se prohibe soldar sobre poleas.

Cáncamos

- Se calcularán en función del grillete que se vaya a emplear, y en consecuencia, en función del esfuerzo que la carga a producir.
- El ojo tendrá un diámetro un poco mayor que el diámetro del grillete y será mecanizado. Los agujeros hechos a sopletes representan salientes que producen sobrecargas localizadas en el bulón.
- Se empleará acero dulce para su construcción, comprobando que la chapa no presenta defectos de fabricación (hoja, fisuras, etc.)
- No se someterán a enfriamientos bruscos.
- La soldadura se efectuará con el electrodo básico.
- Al efectuar la soldadura se tendrá muy en cuenta la perfecta terminación de las vueltas de los extremos, así como que no se realice sobre piezas mojadas.

- Antes de utilizar el cáncamo es preciso que haya enfriado la soldadura. El enfriamiento debe ser lento.
- Al elegir el punto de colocación del cáncamo se comprobará que éste sea capaz de soportar el esfuerzo a que va a estar sometido, reforzándolo en caso necesario.
- Antes de elevar la carga se comprobará si se han colocado los cáncamos en el sitio correcto. Un error de situación puede ocasionar sobrecargas en los aparatos de elevación.
- Los cáncamos no deben trabajar nunca lateralmente.

Eslingas

- Se tendrá cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
    - El propio desgaste por el trabajo.
    - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
    - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aún cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
    - Los sujetacables, aún cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.
- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:
    - Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
    - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descanse en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.

- Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
- Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
- Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se debe utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
- Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables).
- Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento s encuentre en el lado del cable que trabaja.
- Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
- Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.
- Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante: F(en Kg.)= 8 x d2 (diámetro del cable en mm.)
- Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujetacables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
- Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
- No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
- No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
- Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
- Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.

- Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula: F(en Kg.) = 6 x d2 (diámetro del redondo en mm.)
- En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.

- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir éste hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se debe poner fuera de servicio.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

Trácteles

- Deben estar perfectamente engrasados.
- Está terminantemente prohibido engrasar el cable del tráctel.
- Antes de cualquier maniobra debe cerciorarse de:
  - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
  - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
  - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).

- No se debe utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
- No debe maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.
- Se debe utilizar el cable adecuado a la máquina en cuanto al diámetro.
- Antes de iniciar cualquier maniobra debe comprobarse la longitud del cable.
- Las máquinas deben ser accionadas por un solo hombre.
- Comprobar que el cable no está machacado o deshilado.

Gatos de cremallera

- No sobrecargarlos. El usuario debe enterarse siempre de la capacidad de caga del gato y del peso de la pieza a elevar.
- Cuando se emplean varios gatos para elevar una pieza de peso superior a la capacidad de uno de ellos, es necesario accionarlos simultáneamente para evitar sobrecargas
- Si se nota gran resistencia con la manivela original, es signo de sobrecarga o mal funcionamiento.
- Comprobar antes de utilizarlo que el gato funciona correctamente. En caso de duda no debe ser utilizado.
- La superficie de apoyo ha de ser lisa resistente.
- No se efectuarán soldaduras sobre esta herramienta, ni se les golpeará.

Gatos hidráulicos

- En gatos de émbolos independientes, se revisará el latiguillo cada vez que se utilice. Su rotura podría acarrear graves consecuencias. Conviene protegerlo durante el período de carga para evitar su rotura por caída de materiales, etc.
- Los gatos de bomba incorporada sólo pueden trabajar verticalmente; trabajando horizontalmente se produce la avería de la bomba por deficiencia de aceite.
- Para trabajar en posición horizontal s utilizarán gatos de émbolos independientes.
- Habrá que tener en cuenta el máximo recorrido del émbolo, procurando no pasar de los 2/3 de su longitud; nunca se llegará al tope máximo porque esto ocasiona el deterioro de anillos retienes.

4.17. SEÑALIZACIÓN

4.17.1. Normas Generales

Se establecerá un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de firma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad.

La puesta en práctica del sistema de señalización no dispensará, en ningún caso, de la adopción de los medios de protección indicados en el presente documento.

Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra.

Aquellas señales que no cumestudio con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

El material constitutivo de las señales (paneles, conos de balizamiento, letreros, etc.) será capaz de resistir tanto las inclemencias del tiempo como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

4.17.2. Señales de seguridad

La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.

Las señalizaciones que necesiten de una fuente energía, dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro.

Colores de seguridad

COLORES DE SEGURIDAD		
COLOR	**SIGNIFICADO**	**INDICACIONES**
VERDE	Señal de salvamento Situación de seguridad	Puertas, salidas, material, puestos de salvamento o de socorro, locales, vuelta a la normalidad
ROJO	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
	Señal de Prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro - Alarma	Parada, Desconexión de emergencia. Evacuación
AMARILLO	Señal de advertencia	Atención, precaución, Verificación
ANARANJADO		
AZUL	Señal de Obligación	Comportamiento o acción específica, Obligación de utilizar un equipo de protección individual

Tipos de señales

Se clasifican en:

- Señal de advertencia
- Señal de prohibición
- Señal de obligación
- Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios
- Señales de salvamento y socorro

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, y en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre si.

Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Señales de advertencia

Tienen forma triangular y sus pictogramas serán negros sobre fondo amarillo, debiendo cubrir este color amarillo, como mínimo el 50% de la superficie de la señal. Los bordes son negros.

SEÑAL DE SEGURIDAD	*SIGNIFICADO DE LA SEÑAL*	*APLICACIÓN*
	Materias inflamables	En todos aquellos lugares donde existan materiales inflamables (almacenes, instalaciones, etc.)
	Materias explosivas	En todos aquellos lugares donde se trabaje con materiales que pueden explosionar o pueden desprender gases inflamables
	Materias tóxicas	Donde exista la posibilidad de emisión o contacto con sustancias o preparados tóxicos
	Materias corrosivas	Donde exista posibilidad de contacto con sustancias o preparados corrosivos
	Cargas suspendidas	En las zonas de alcance de aparatos de elevación y transporte de cargas (grúas, puentes grúa, etc.)
	Vehículos de manutención	En los lugares de acceso a zonas donde se utilicen carretillas para el transporte y apilado de materiales
	Riesgo eléctrico	En los accesos a instalaciones eléctricas y sobre cuadros de maniobra y mando, así como en las zonas de las máquinas donde puedan producirse contactos peligrosos.
	Peligro en general	En las zonas donde exista un riesgo particular no indicado de otra manera
	Materias comburentes	En instalaciones donde se manipule o almacenen comburentes. En general se trata de gases o mezclas de gases cuyo contenido en oxígeno puede facilitar el inicio y desarrollo de un incendio
	Radiaciones no ionizantes	En las zonas de acceso y utilización de máquinas que produzcan radiaciones no ionizantes, es decir, de radiaciones sin capacidad de producir iones al incidir sobre la materia pero con potencial de producir otros daños, p. ej. radiaciones ultravioletas e infrarroja
	Campo magnético intenso	En las zonas de acceso y utilización de máquinas que produzcan campos magnéticos intensos

Señales de prohibición

Tienen forma redonda y sus pictogramas serán negros sobre fondo blanco, con bordes y bandas rojas.

La banda será transversal descendente de izquierda a derecha, atravesando el pictograma a 45º respecto a la horizontal.

El rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal.

SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Prohibido fumar	En todas aquellas zonas y lugares de trabajo donde exista riesgo de incendio o explosión
	Prohibido fumar y encender fuego	En todas aquellas zonas y lugares de trabajo donde exista riesgo de incendio o explosión
	Prohibido el paso a los peatones	En todos los lugares de acceso que ofrezcan riesgo de atropello, o en instalaciones que necesiten autorización expresa de paso
	Prohibido apagar con agua	Donde existan materiales que reaccionen con el agua violentamente o desprendan gases peligrosos o inflamables, exista riesgo de choque eléctrico o el agua no sea adecuada como agente extintor
	Agua no potable	En todos los grifos y salidas de agua no adecuada para el consumo humano
	Entrada prohibida a personas no autorizadas	En todos los lugares de acceso donde se necesite autorización expresa de paso
	Prohibido a los vehículos de manutención	En todos los accesos a los lugares donde los vehículos de manutención tengan prohibida la entrada sin autorización expresa
	No tocar	Donde el contacto o manipulación con algún objeto, preparado o sustancia pueda ser peligroso

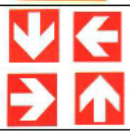
Señales de Obligación

Tienen forma redondeada y sus pictogramas serán blancos sobre fondo azul, debiendo cubrir el color azul, como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Protección obligatoria de la vista	En trabajos con posibilidad de proyección de partículas, radiaciones, salpicadura de productos químicos, también, en trabajos sobre instalaciones eléctricas
	Protección obligatoria de la cabeza	Donde exista posibilidad de caída de objetos y/o golpes contra instalaciones fijas a la altura de la cabeza
	Protección obligatoria del oído	En lugares de trabajo o instalaciones, incluso en el exterior, con nivel de ruido superior al máximo permitido. Obligatoria su colocación en puestos donde el nivel diario equivalente es superior a 90 dBA o donde los niveles de pico superen los 140 dB (R.D. 1316/1.989, de 27 de octubre)
	Protección obligatoria de las vías respiratorias	En todas aquellas zonas e instalaciones donde exista riesgo de inhalación de gases, vapores, nieblas, humos o polvos, si éstos son tóxicos, neumoconióticos, molestos o irritantes; o se prevea o exista deficiencia de oxígeno
	Protección obligatoria de los pies	En trabajos con posibilidad de caída de objetos pesados a los pies y pinchazos. En trabajos eléctricos serán aislantes. En trabajos químicos serán resistentes a éstos
	Protección obligatoria de las manos	En trabajos con riesgo de cortes, abrasión, temperatura excesiva, productos químicos (cáusticos, ácidos, disolventes, grasas). No deben usarse al trabajar con máquinas rotativas (tornos, taladros, etc.)
	Protección obligatoria del cuerpo	En trabajos donde sea obligatorio el uso de ropa de protección. Es el caso de existir riesgo por contacto con productos químicos, o por exposición a condiciones peligrosas de frío o calor
	Protección obligatoria de la cara	Donde deba utilizarse pantallas para la protección de la cara: contra impactos de partículas u objetos, contra radiaciones ópticas (por ejemplo de infrarrojo y ultravioleta en procesos de soldadura), metales fundidos y sólidos calientes, salpicadura de líquidos, arcos eléctricos de cortocircuito, etc.
	Protección individual obligatoria contra caídas	En trabajos realizados en altura y que representen un peligro de caída a distinto nivel, donde sea obligatorio el uso de arnés anticaídas
	Vía obligatoria para peatones	En zonas y vías de circulación de utilización obligada para los peatones
	Obligación general	En las zonas donde exista una obligación en particular y no esté indicada de otra manera. Conviene que vaya acompañada con señal adicional que aporte más información

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

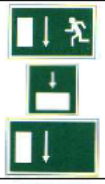
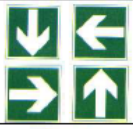
Tienen forma rectangular o cuadrada y sus pictogramas serán blancos sobre fondo rojo, debiendo cubrir este color rojo como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Manguera para incendios	Indica la situación de una boca de incendios equipada (BIE)
	Escalera de mano	Indica la situación de una escalera de mano destinada a ser utilizada en caso de incendio
	Extintor	Indica la situación de un extintor de incendios
	Teléfono para la lucha contra incendios	Indica la situación de un teléfono mediante el que puede transmitirse la alarma o aviso en caso de incendio
	Dirección que debe seguirse	Indican, solas o conjuntamente con una de las señales anteriores, la dirección en que se encuentran los equipos de lucha contra incendios

Señales de Salvamento o Socorro

Tienen forma rectangular o cuadrada, con los pictogramas blancos sobre fondo verde.

Este color cubrirá como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

SEÑAL DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	APLICACIÓN
	Vía/salida de socorro	Indicación de la dirección a seguir para alcanzar la salida de socorro más próxima
	Vía/salida de socorro	Situar sobre cada una de las salidas de socorro
	Teléfono de salvamento	Situar sobre cada uno de los teléfonos de salvamento
	Dirección que debe seguirse	Indicación del camino a seguir para salir al exterior, a un lugar seguro o a una salida de socorro. Conviene utilizarla de forma adicional a las siguientes
	Primeros auxilios	Señalización de los armarios botiquines y equipos de primeros auxilios (camillas, resucitadores, etc.), o en las puertas de los dispensarios

Señalización de las vías de circulación

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

Personal auxiliar de los maquinistas para la señalización

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás.

Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

Señales gestuales

Serán aquellos movimientos o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que realizan maniobras que constituyan un riesgo para los trabajadores.

Características

Las señales gestuales deberán ser precisas, simples, amplias, fáciles de realizar y comprender y serán claramente distinguibles de cualquier otra señal gestual.

La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual.

Los gestos utilizados podrán variar o ser más detallados que los recogidos por el Real

Decreto 485/1997 de 14 de Abril, a condición de que su significado y compresión sean, por lo menos equivalentes.

Reglas particulares de utilización

La persona que emite las señales, denominada “encargado de las señales” dará las instrucciones al destinatario de las mismas, denominado “operador”.

El encargado de las señales deberá poder seguir visualmente el desarrollo de las maniobras sin estar amenazado por ellas.

El encargado de las señales deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a velar por la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.

Si no se dan las condiciones previstas en el punto 2 se recurrirá a uno o varios encargados de realizar las señales suplementarias.

El operador debe suspender la maniobra que está realizando, para solicitar nuevas instrucciones, cuando no pueda ejecutar las órdenes recibidas con las garantías de seguridad necesarias.

Accesorios de señalización gestual

El encargado de señales deberá ser fácilmente reconocido por el operador.

El encargado de señales llevará uno o varios elementos de identificación apropiados, tales como chaqueta, manguitos, brazal o casco y, cuando sea necesario, raquetas.

Los elementos de identificación indicados serán de colores vivos, a ser posibles iguales para todos los elementos y serán utilizados exclusivamente por el encargado de las señales.

Señales luminosas

La luz emitida por la señal:

Deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previsto.

La intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramiento.

La superficie luminosa que emita una señal, podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado.

Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continúa como intermitente, utilizará esta última para indicar, con respecto a la continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir una correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundirse con otras señales luminosas.

Señalización acústica

Se utilizará cuando la señalización óptica no es suficiente, con ella una persona percibe la existencia de un riesgo a través de un estímulo de su aparato auditivo.

Características y requisitos

La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto.

El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, el intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta y clara identificación y su clara distinción, frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.

No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.

En Donostia San Sebastián 03 de abril de 2025



Zigor Irastorza Arabaolaza

Técnico superior en previsión de riesgos laborales

4.18 PLANOS

- Plano nº1 Situación y Emplazamiento
- Plano nº 2 Elementos de Izado
- Plano nº 3 Equipos de protección individual

4.19. Capítulo 10: Presupuesto

El presupuesto del presente Estudio de seguridad y salud para el proyecto, asciende a la cifra de 15.012,00 €, de ejecución material y se detalla con definición en el presupuesto del presente proyecto.

5 CONTROL DE CALIDAD

En este proyecto se aplicará el Decreto 209/2014 del Gobierno Vasco, por el que se regula el Control de Calidad en la construcción.

6 GESTIÓN DE RESIDUOS

6.1 CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición", este estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos.
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, el manejo, la separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.
-

6.2 AGENTES INTERVINIENTES

6.2.1 Identificación

Este estudio corresponde al proyecto, situado en el Edificio de Hacienda Foral de Gipuzkoa, en Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia (Gipuzkoa)

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	Diputación Foral GIpuzkoa
Proyectista	David Caetano Vera
Director de Obra	David Caetano Vera
Director de Ejecución	David Caetano Vera

El presupuesto de ejecución material estimado para la gestión de residuos es de 5.380,16 €.

6.2.1.1 Productor de residuos (promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble donde reside la decisión última de construir o demoler. Se pueden presentar tres casos:

- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no necesiten licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla u otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

- El importador o adquirente a cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

6.2.1.2 Poseedor de residuos (empresa instaladora)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, y la responsabilidad del Productor de los residuos (promotor) será su designación antes del comienzo de las obras.

6.2.1.3 Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como la restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor. Éste será designado por el Productor de los residuos (promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

6.2.2 Obligaciones

6.2.2.1 Productor de residuos (promotor)

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados de acuerdo con la "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos.

- Las medidas para la planificación y la optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.

- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

- Las medidas para la separación de los residuos a la obra por parte del poseedor de los residuos.

- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, el manejo, la separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, estos planos pueden ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, con el acuerdo previo de la dirección facultativa de la obra.

- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, el manejo, la separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural se mantendrá durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos. o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

6.2.2.2 Poseedor de residuos (constructor ó empresa instaladora)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar al promotor de esta un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra.

El plan presentado y aceptado por el promotor, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclaje u otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor deberá constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados de acuerdo con la Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega también debe figurar el gestor de valorización o de eliminación ulterior a que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se rige por lo que establece la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar esta separación en origen, el poseedor puede encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación la documentación acreditativa que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en este apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de manera excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o todas las fracciones anteriores.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

6.2.2.3 Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las obligaciones siguientes:

- En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados de acuerdo con la Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

- Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de estas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural debe mantenerse durante los cinco años siguientes.

- Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

- En caso de que no tenga autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado estos residuos a la instalación.

6.3 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la siguiente normativa:

- Real Decreto 952/1997, que modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1998.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- LEY 22/2011 de 28 de julio, de Residuos y suelos contaminados.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.

CAPV

- Decreto 49/2009, de 24 de febrero, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos
- Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

6.4 DEFINICIONES

Para un mejor entendimiento de este documento se realizan las siguientes definiciones dentro del ámbito de la gestión de residuos en obras de construcción y demolición:

- **Residuo:** Según la ley 22/2011 se define residuo a cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o que tenga la intención u obligación de desechar.
- **Residuo peligroso:** Son materias que en cualquier estado físico o químico contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana o los recursos naturales. En última instancia, se considerarán residuos peligrosos los que presentan una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III de la Ley 22/2011 de Residuos, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de la materia que sean de aplicación, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- **Residuos no peligrosos:** Todos aquellos residuos no catalogados como tales según la definición anterior.
- **Residuo inerte:** Aquel residuo No Peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- **Residuo de construcción y demolición:** Cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de residuo se genera en una obra de construcción y de demolición.
- **Código LER:** Código de 6 dígitos para identificar un residuo según anejo 2 de la Orden MAM/304/2002. Lista actualmente actualizada por la publicación de la Decisión 2014/955/UE DE LA COMISIÓN, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la "lista de residuos", de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo".

- **Productor de residuos:** La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- **Volumen aparente:** volumen total de la masa de residuos en obra, espacio que ocupan acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos entre medio. En última instancia, es el volumen que realmente ocupan en obra.
- **Volumen real:** Volumen de la masa de los residuos sin contar espacios vacíos, es decir, entendiendo una teórica masa compactada de los mismos.
- **Gestor de residuos:** La persona o entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Han de estar autorizados o registrados por el organismo autonómico correspondiente.
- **Destino final:** Cualquiera de las operaciones de valorización y eliminación de residuos enumeradas en la "Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".
- **Reutilización:** El empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- **Reciclado:** La transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.
- **Valorización:** Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Eliminación:** todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

6.5 MEDIDA DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS

Prevención en Tareas de Derribo

- En la medida de lo posible, las tareas de derribo se realizarán empleando técnicas de desconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valoración de los residuos.
- Como norma general, el derribo se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.

Prevención en la Adquisición de Materiales

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones pero de difícil o imposible reciclado.
- Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.
- Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.
- Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.
- Se intentará adquirir los productos en módulo de los elementos constructivos en los que van a ser colocados para evitar retallos.

Prevención en la Puesta en Obra

- Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.
- Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.
- En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos a módulo del tamaño de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.

- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.
- Se incluirá en los contratos con subcontratas una cláusula de penalización por la que se desincentivará la generación de más residuos de los previsibles por una mala gestión de los mismos.

Prevención en el Almacenamiento en Obra

- Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.
- Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.
- En los procesos de carga y descarga de materiales en la zona de acopio o almacén y en su carga para puesta en obra se producen percances con el material que convierten en residuos productos en perfecto estado. Es por ello que se extremarán las precauciones en estos procesos de manipulado.
- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

6.6 CANTIDAD DE RESIDUOS

A continuación se presenta una estimación de las cantidades, expresadas en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos.

Con el fin de dar cumplimiento al Decreto indicado, se ha asignado a cada uno de los residuos un código, de acuerdo con lo que figura en la orden MAM/304/2002. Para la clasificación de los Residuos Generados se ha empleado la Lista Europea de Residuos.

Siguiendo lo expresado en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, no se consideran residuos y por tanto no se incluyen en la tabla las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino o reutilización.

Por un lado, se cuantifica la generación de residuos referente al desmontaje y desguace de la instalación de climatizadoras y chapas de conductos de aire a modificar, en su mayoría de origen metálico, que será reemplazada por parte de la nueva instalación.

- Climatizadores de aire primario: 4.000 Kg.
- Conductos de chapa de acero galvanizado: 400 Kg.
- Valvulería y otros accesorios hidráulicos: 300 Kg.

Por tanto, se estima que la cantidad de residuo a desmontar de la instalación existente, en su mayoría de origen metálico, sería de unos 4.700 kg. Dicho residuo será transportado a la entidad gestora autorizada en residuos no peligrosos más cercana, especializada en tratamiento y reciclado de materiales metálicos y similares de instalaciones térmicas.

Por otro lado, la estimación contemplada en la tabla inferior contempla el residuo generado por el montaje de los nuevos equipos, residuo metálico por el montaje de la estructura metálica como bancada de los equipos, y pequeño residuo de hormigón para el paso de tuberías por muro. Se acepta como estimación inicial y para la toma de decisiones en la gestión de residuos asociada a la obra nueva de instalación de bombas de calor aerotérmicas y sistema de climatización de aire primario. No obstante a fin de obra se cuantificarían en última instancia los residuos obtenidos.

2) RCDs Nivel 2				
RCD: Naturaleza no pétrea				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
17 02 01	Madera	0,551	0,60	0,330
17 02 03	Plásticos	0,106	0,90	0,096
17 04 07	Metales mezclados	0,035	7,85	0,278
03 03 08	Papel - Cartón	0,077	0,90	0,070
TOTAL ESTIMACIÓN		0,770		0,774

RCD: Naturaleza pétrea				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
17 01 01	Hormigón	0,05	2,50	0,125
17 09 04	Otros residuos de construcción y demolición	0,58	1,50	0,87

TOTAL ESTIMACIÓN	0,63		0,995

RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
20 03 01	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en edificios a demoler	0,039	0,90	0,035
TOTAL ESTIMACIÓN		0,039		0,035

TOTAL RCDs NIVEL 2	1,439		1,804

6.7 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo a las obligaciones de separación en fracciones impuestas por la normativa, los residuos se separarán en obra de la siguiente forma:

2) RCDs Nivel 2				
RCD: Naturaleza no pétrea				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
17 02 01	Madera Separado	0,551	0,60	0,330
17 02 03	Plásticos	0,106	0,90	0,096
17 04 07	Metales mezclados	0,035	7,85	0,278
03 03 08	Papel - Cartón	0,077	0,90	0,070
TOTAL ESTIMACIÓN **(100% de separación en obra)**		0,770		0,774

RCD: Naturaleza pétrea				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
17 01 01	Hormigón	0,05	2,50	0,125
17 09 04	Otros residuos de construcción y demolición. **(Opción de separación: Residuos mezclados no peligrosos)**	0,58	1,50	0,87
TOTAL ESTIMACIÓN		0,63		0,995

RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
20 03 01	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en edificios a demoler.	0,039	0,90	0,035
TOTAL ESTIMACIÓN **(Opción de separación: Residuos mezclados no peligrosos).**		0,039		0,035

TOTAL RCDs NIVEL 2	1,439		1,804

6.8 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN EN OBRA

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición se tomarán las siguientes medidas:

- Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.
- Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.
- Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.
- Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.
- Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.

6.9 DESTINO FINAL

Se detalla a continuación el destino final de todos los residuos de la obra, excluidos los reutilizados, agrupados según las fracciones que se generarán en base a los criterios de separación diseñados en puntos anteriores de este mismo documento. Los principales destinos finales contemplados son: vertido, valorización, reciclado o envío a gestor autorizado.

2) RCDs Nivel 2				
RCD: Naturaleza no pétrea				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
17 02 01	Madera Separado	0,551	0,60	0,330
17 02 03	Plásticos	0,106	0,90	0,096
17 04 07	Metales mezclados	0,035	7,85	0,278
03 03 08	Papel - Cartón	0,077	0,90	0,070
TOTAL ESTIMACIÓN **Destino: Envío a Gestor para tratamiento y reciclado.**		0,770		0,774

RCD: Naturaleza pétrea				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
17 01 01	Hormigón. **Destino: Valorización externa.**	0,05	2,50	0,125
17 09 04	Otros residuos de construcción y demolición. **Destino: Envío a Gestor para tratamiento.**	0,58	1,50	0,87
TOTAL ESTIMACIÓN		0,63		0,995

RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
20 03 01	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en edificios a demoler.	0,039	0,90	0,035
TOTAL ESTIMACIÓN **Destino: Valorización externa.**		0,039		0,035

TOTAL RCDs NIVEL 2	1,439		1,804

6.10 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO SOBRE RESIDUOS

Obligaciones Agentes Intervinientes

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según impone la normativa de aplicación, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma ó entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.
- En las obras de edificación sujetas a licencia urbanística la legislación autonómica podrá imponer al promotor (productor de residuos) la obligación de constituir una fianza, o garantía financiera equivalente, que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, cuyo importe se basará en el capítulo específico de gestión de residuos del presupuesto de la obra.
- Todos los trabajadores intervinientes en obra han de estar formados e informados sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente de aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.
- El poseedor de residuos nombrará una persona responsable que velará por la correcta ejecución del Plan de Gestión de Residuos aprobado.

Gestión de Residuos

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera...) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
- Cualquier modificación, que se planteara durante la ejecución de la obra, de la disposición de las instalaciones para la gestión de residuos en obra planteada en este documento, contará preceptivamente con la aprobación de la Dirección Facultativa.

Derribo y Demolición

- En los procesos de derribo se priorizará la retirada tan pronto como sea posible de los elementos que generen residuos contaminantes y peligrosos. Si es posible, esta retirada será previa a cualquier otro trabajo.
- Los elementos constructivos a desmontar que tengan como destino último la reutilización se retirarán antes de proceder al derribo o desmontaje de otros elementos constructivos, todo ello para evitar su deterioro.
- En la planificación de los derribos se programarán de manera consecutiva todos los trabajos de desmontaje en los que se genere idéntica tipología de residuos con el fin de facilitar los trabajos de separación.

Separación

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.
- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.
- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.
- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas o Gestores de Residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en la ubicación de la obra,

Documentación

- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos vigente y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.
- El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de

procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002.

- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.

6.11 PRESUPUESTO

A continuación, se detalla listado de partidas estimadas inicialmente para la gestión de residuos de la obra. Esta valoración forma parte del presupuesto general de la obra como capítulo independiente.

Por un lado, se estima que la cantidad de residuo a desmontar de la instalación existente, en su mayoría de origen metálico (depósitos, tuberías y otros elementos), sería de unos 4700 kg. Siendo el coste estimado de la entidad gestora autorizada en residuos no peligrosos más cercana de 4700 x 0,684 = 3.214,80 €.

2) RCDs Nivel 2				
RCD: Naturaleza no pétrea				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
17 02 01	Madera Separado	0,551	0,60	0,330
17 02 03	Plásticos	0,106	0,90	0,096
17 04 07	Metales mezclados	0,035	7,85	0,278
03 03 08	Papel - Cartón	0,077	0,90	0,070
TOTAL ESTIMACIÓN **(100% de separación en obra)**		0,770		0,774

RCD: Naturaleza pétrea				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
17 01 01	Hormigón	0,05	2,50	0,125
17 09 04	Otros residuos de construcción y demolición. **(Opción de separación: Residuos mezclados no peligrosos)**	0,58	1,50	0,87
TOTAL ESTIMACIÓN		0,63		0,995

RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
LER	Concepto	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)
20 03 01	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en edificios a demoler.	0,039	0,90	0,035
TOTAL ESTIMACIÓN **(Opción de separación: Residuos mezclados no peligrosos).**		0,039		0,035

TOTAL RCDs NIVEL 2	1,439		1,804

Del resto de partidas de residuos de naturaleza no pétrea, pétrea y otros reflejados en la tabla anterior, se estima un coste de 2165,36 €.

Por tanto, el coste total estimado sería de: 3.214,80 + 2165,36 = 5.380,16 €.

El Ingeniero Industrial.
Colegiado nº 3.137 del C.O.I.I. de Gipuzkoa.

CAETANO VERA DAVID - 52178781S

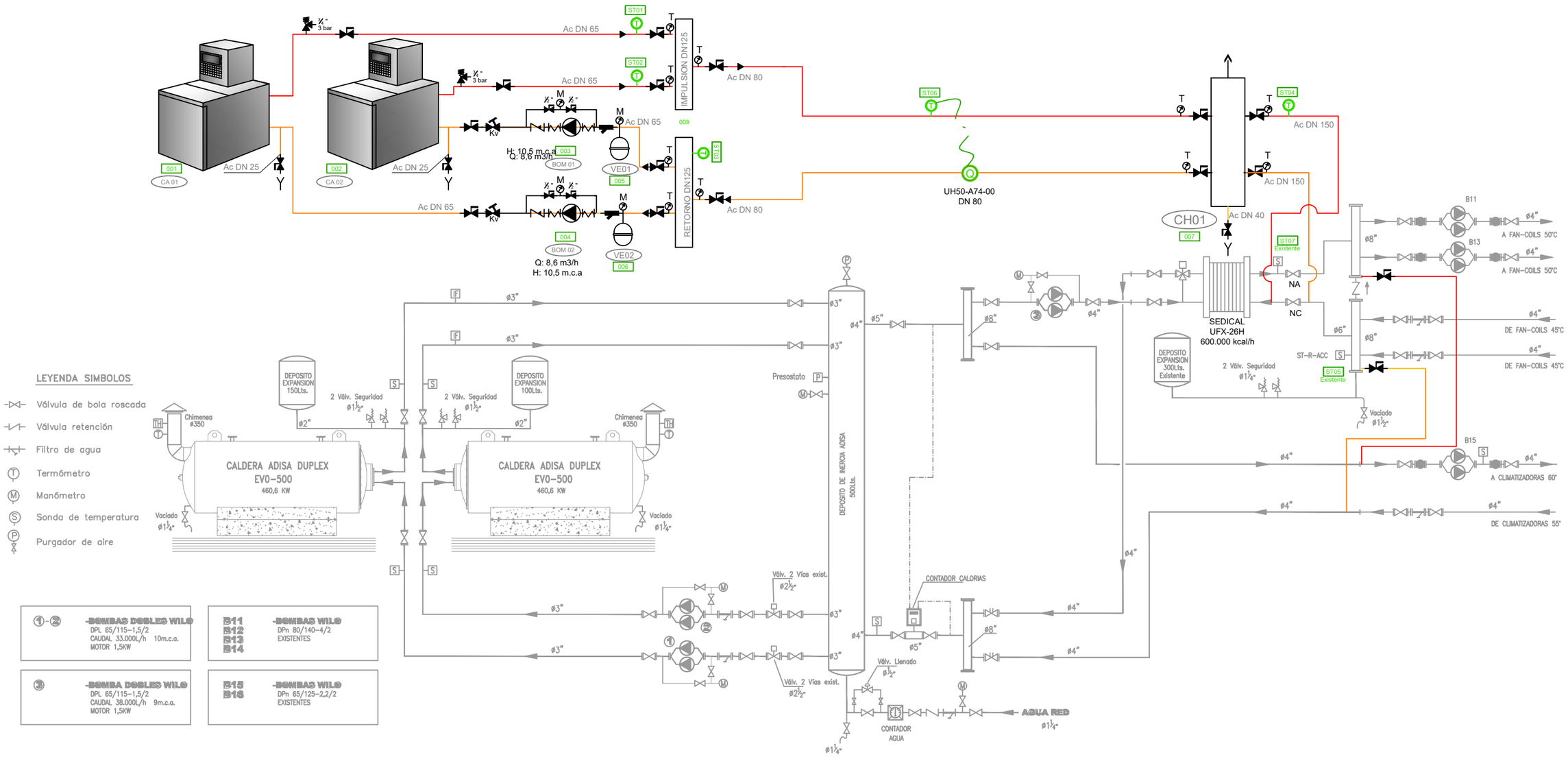
Firmado digitalmente por CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-52178781S, givenName=DAVID, sn=CAETANO VERA, cn=CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Fecha: 2025.05.07 07:11:26 +02'00'

Fdo.: David Caetano Vera.
Oiartzun, abril del 2024

7 PLANOS

CAETANO VERA DAVID - 52178781S

Firmado digitalmente por CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-52178781S, givenName=DAVID, sn=CAETANO VERA, cn=CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Fecha: 2025.05.07 07:12:07 +02'00'



Colector de distribución		Válvula de cierre manual		Filtro	
Sensor crepuscular	C	Válvula motorizada		Manómetro	M
Sensor de temperatura	T	Válvula antirretorno		Termómetro	T
Sensor de flujo	Q	Válvula 3V motorizada		Vaciados	
Sensor de pressión	P	Válvula equilibradora		Desconector	
Contador de energía	Q	Válvula de seguridad			
contador eléctrico	E	Bomba de impulsión			
Sensor de nivel	N	Manguito antivibratorio			
Contador volumétrico (gas, agua...)	V	Purgador			

AIGUASOL
Creative Climate Solutions

AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO
David Caetano Vera
Nº col. 3.137 COIIG

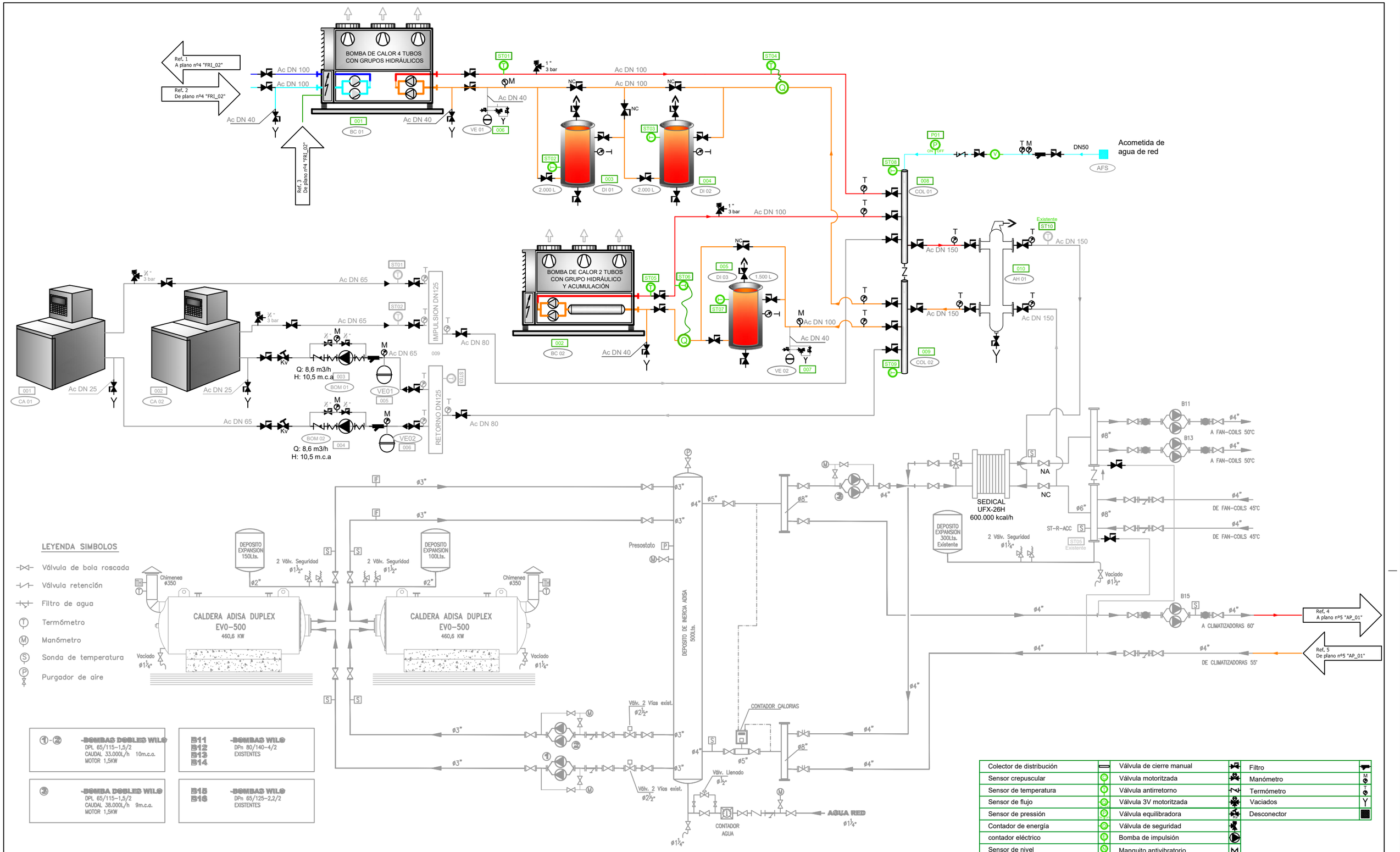
PROPIEDAD
Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.

SITUACIÓN
Edificio Errotaburu.
Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.

NOMBRE DEL PROYECTO
Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

NOMBRE DEL PLANO
CAL_01
ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRÁULICO CALOR
ESTADO ACTUAL

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	s/e	01		



AIGUASOL
Creative Climate Solutions
AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO
David Caetano Vera
Nº col. 3.137 COIIG

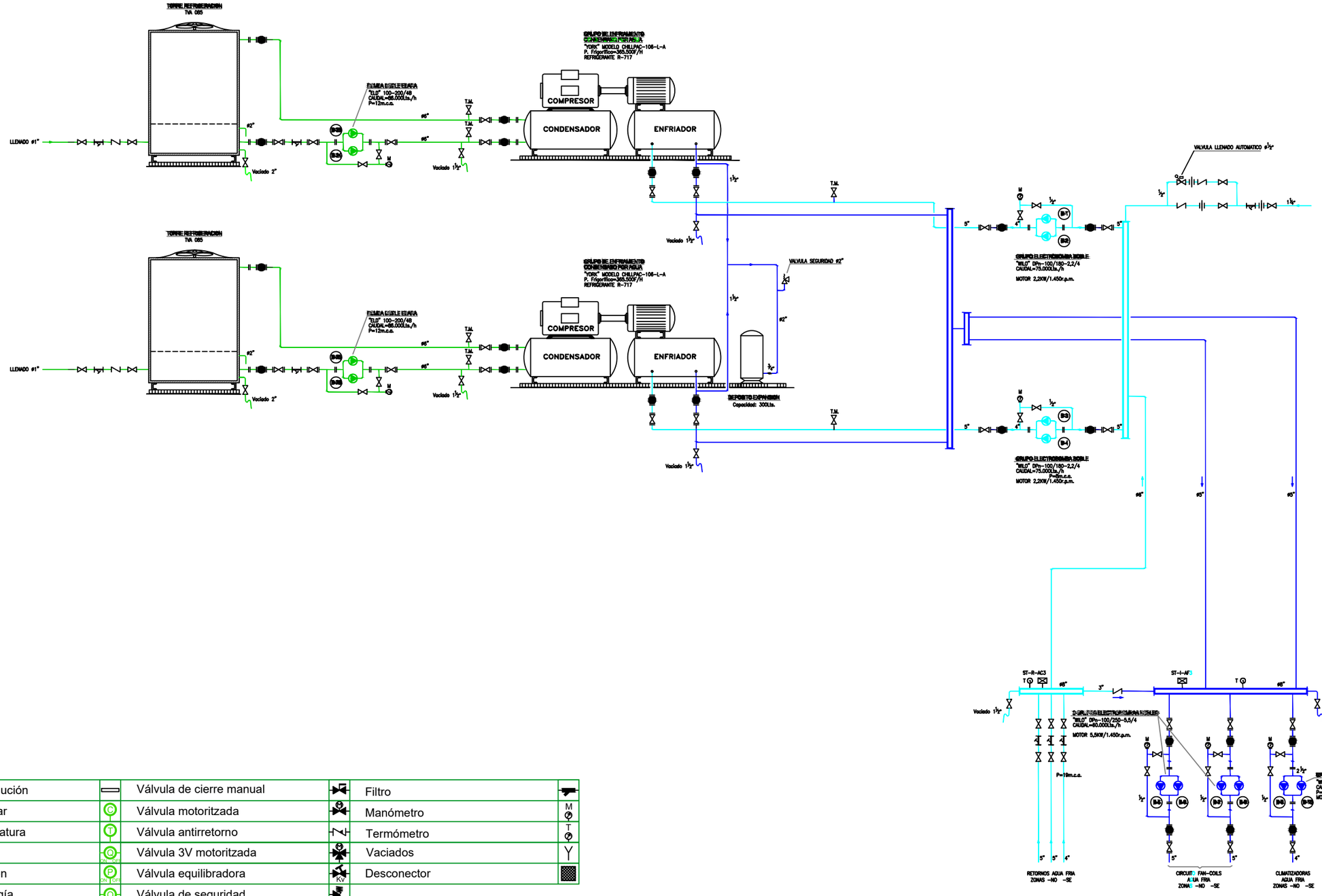
PROPIEDAD
Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.

SITUACIÓN
Edificio Errotaburu.
Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.

NOMBRE DEL PROYECTO
Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

NOMBRE DEL PLANO
CAL_02
ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRÁULICO CALOR MODIFICADO PROYECTO

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	s/e	02		



Colector de distribución		Válvula de cierre manual		Filtro	
Sensor crepuscular	C	Válvula motorizada		Manómetro	M
Sensor de temperatura	T	Válvula antirretorno		Termómetro	T
Sensor de flujo	Q	Válvula 3V motorizada		Vaciados	
Sensor de pressión	P	Válvula equilibradora		Desconector	
Contador de energía	Q	Válvula de seguridad			
contador eléctrico	E	Bomba de impulsión			
Sensor de nivel	N	Manguito antivibratorio			
Contador volumétrico (gas, agua...)	V	Purgador			

AIGUASOL
Creative Climate Solutions

AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO
David Caetano Vera
Nº col. 3.137 COIIG

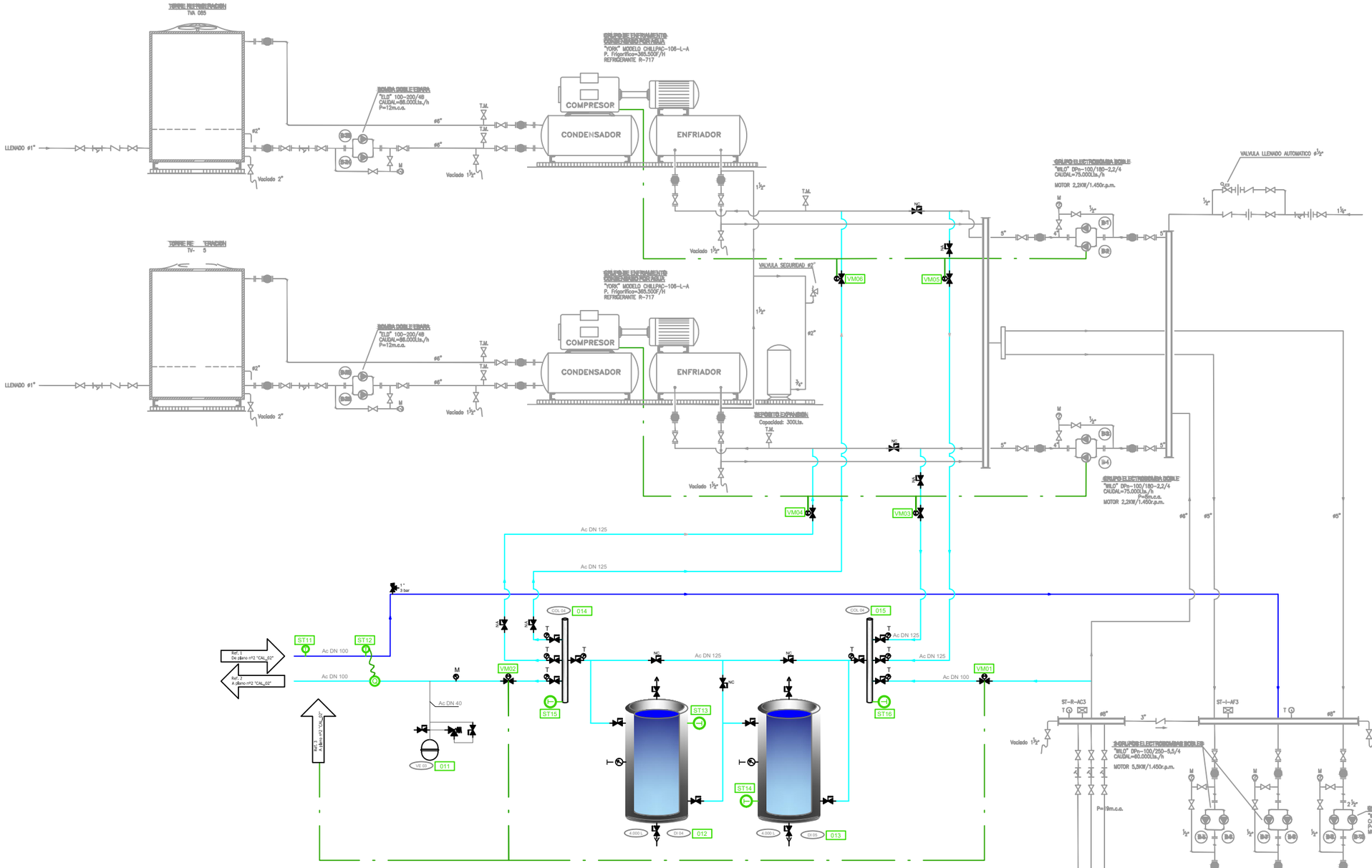
PROPIEDAD
Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.

SITUACIÓN
Edificio Errotaburu.
Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.

NOMBRE DEL PROYECTO
Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

NOMBRE DEL PLANO
FRI_01
ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRÁULICO
FRÍO ESTADO ACTUAL

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	s/e	03		



Colector de distribución		Válvula de cierre manual		Filtro	
Sensor crepuscular	C	Válvula motorizada		Manómetro	M
Sensor de temperatura	T	Válvula antirretorno		Termómetro	T
Sensor de flujo	Q	Válvula 3V motorizada		Vaciados	
Sensor de pressión	P	Válvula equilibradora	Kv	Desconector	
Contador de energía	Q	Válvula de seguridad			
contador eléctrico	E	Bomba de impulsión			
Sensor de nivel	N	Manguito antivibratorio			
Contador volumétrico (gas, agua...)	V	Purgador			

AIGUASOL
Creative Climate Solutions

AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO
David Caetano Vera
Nº col. 3.137 COIIG

PROPIEDAD
Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.

SITUACIÓN
Edificio Errotaburu.
Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.

NOMBRE DEL PROYECTO
Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

NOMBRE DEL PLANO
FRI_02
ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRÁULICO FRÍO MODIFICADO PROYECTO

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	s/e	04		

TORRE RE ERACION
TV- 5

Vaciado 2"

B-24

M

Vaciado 1½"

1½"

T.M.

NC

Vaciado 1½"

GRUPO ELECTROBOMBA DOBLE
"WILO" DPn-100/180-2,2/4
CAUDAL=75.000Lts./h
MOTOR 2,2KW/1.450r.p.m.

M

½"

B-1

B-2

5"

4"

½"

NA

VM06

VM05

VALVULA SEGURIDAD ø2"

GRUPO DE ENFRIAMIENTO CONDENSADO POR AGUA
"YORK" MODELO CHILLPAC-106-L-A
P. Frigorifica=365.500F/H
REFRIGERANTE R-717

1½"

ø2"

¾"

BOMBA DOBLE EBARA
"ELD" 100-200/4B
CAUDAL=86.000Lts./h
P=12m.c.a.

ø2"

B-25

B-26

M

ø6"

T.M.

ø6"

T.M.

COMPRESOR

CONDENSADOR

ENFRIADOR

Vaciado 2"

Vaciado 1½"

DEPOSITO EXPANSION
Capacidad: 300Lts.

T.M.

NC

Vaciado 1½"

M

½"

B-3

B-4

5"

4"

5"

GRUPO ELECTROBOMBA DOBLE
"WILO" DPn-100/180-2,2/4
CAUDAL=75.000Lts./h
P=8m.c.a.
MOTOR 2,2KW/1.450r.p.m.

NA

VM04

VM03

ø6"

ø5"

Ac DN 125

Ac DN 125

1 "
3 bar

COL 04

014

COL 04

015

NA

NA

T

T

T

T

T

T

Ac DN 125

Ac DN 125

NC

Ac DN 125

NC

NC

ST11

ST12

Ref. 1
De plano nº2 "CAL_02"

Ref. 2
A plano nº2 "CAL_02"

Ac DN 100

Ac DN 100

M

VM02

VM01

Ac DN 100

Ac DN 40

ST15

ST16

ST13

ST14

VE 03

011

4.000 L

DI 04

012

4.000 L

DI 05

013

Ref. 3
A plano nº2 "CAL_02"

ST-R-AC3

T

ø8"

3"

ST-I-AF3

T

Vaciado 1½"

2 GRUPOS ELECTROBOMBAS DOBLES
"WILO" DPn-100/250-5,5/4
CAUDAL=60.000Lts./h
MOTOR 5,5KW/1.450r.p.m.

M

M

P=19m.c.a.

½"

B-5

B-6

½"

B-7

B-8

½"

5"

5"

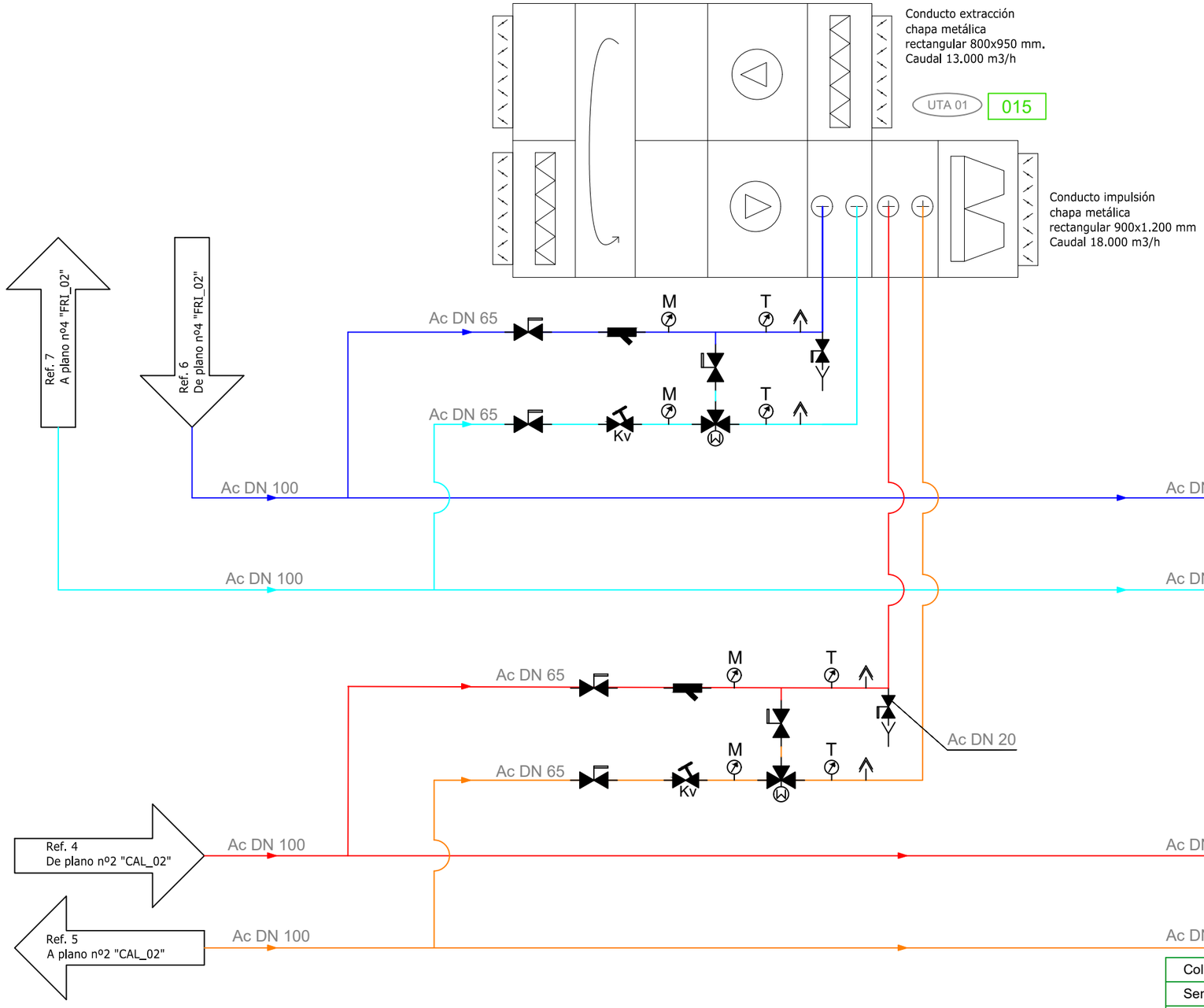
4"

5"

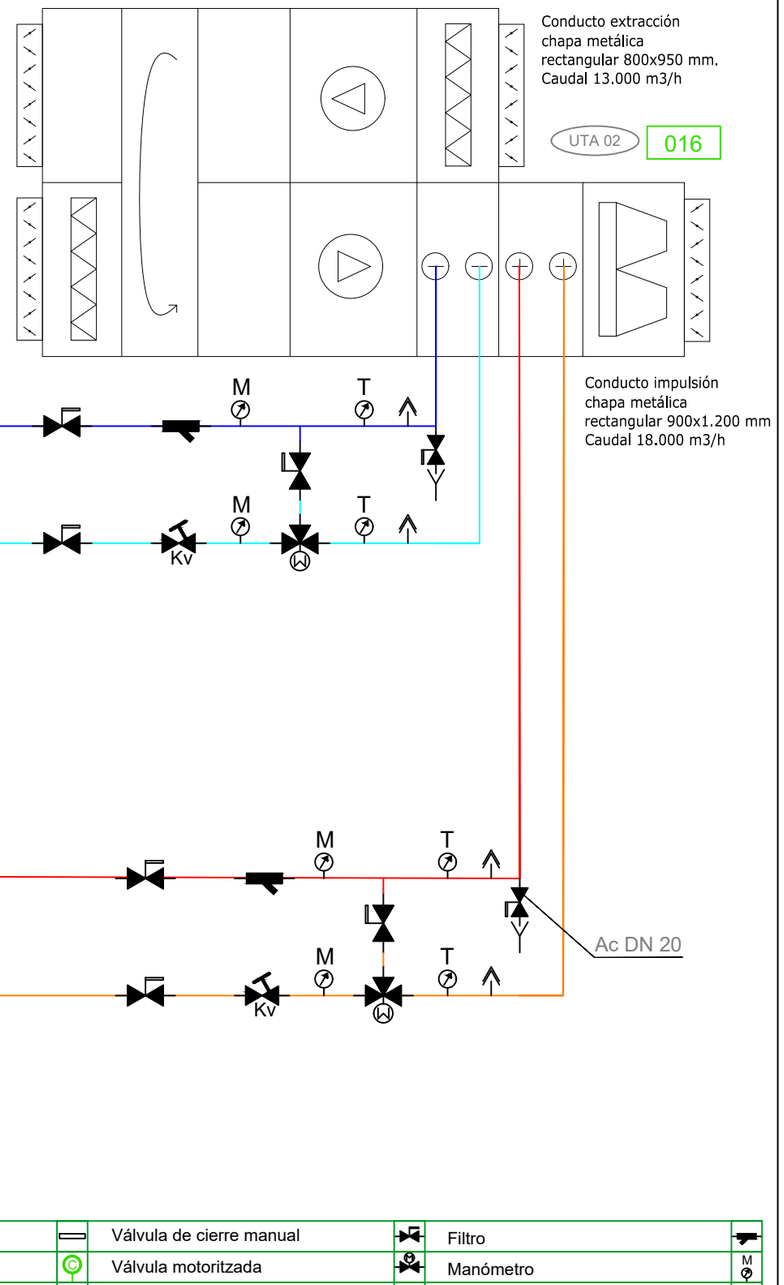
5"

AIGUASOL COOP Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa). www.aiguasol.coop	TÉCNICO David Caetano Vera Nº col. 3.137 COIIG	PROPIEDAD Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.	SITUACIÓN Edificio Errotaburu. Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.	NOMBRE DEL PROYECTO Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.			NOMBRE DEL PLANO FRI_03 ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRÁULICO FRÍO (AMPLIADO) MODIFICADO PROYECTO
				FECHA Enero 2024	Nº PROYECTO S00338	A3	ESCALA s/e	Nº PLANO 05	VERSIÓN	REVISIÓN

UTA-AP-NORTE



UTA-AP-SUR



Colector de distribución		Válvula de cierre manual		Filtro	
Sensor crepuscular	C	Válvula motorizada		Manómetro	M
Sensor de temperatura	T	Válvula antirretorno		Termómetro	T
Sensor de flujo	Q	Válvula 3V motorizada		Vaciados	
Sensor de pressión	P	Válvula equilibradora	Kv	Desconector	
Contador de energía	C	Válvula de seguridad			
contador eléctrico	E	Bomba de impulsión			
Sensor de nivel	N	Manguito antivibratorio			
Contador volumétrico (gas, agua...)	V	Purgador			

AIGUASOL
Creative Climate Solutions

AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO
David Caetano Vera
Nº col. 3.137 COIIG

PROPIEDAD
Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.

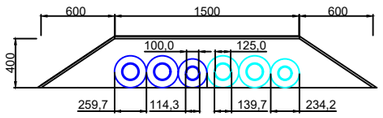
SITUACIÓN
Edificio Errotaburu.
Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.

NOMBRE DEL PROYECTO
Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

NOMBRE DEL PLANO
AP_01
ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRÁULICO
CONEXIONADO AIRE PRIMARIO

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	s/e	06		

Sección A-A':
Solo en esta sección, cotas en mm.
Escala 1/50



Barandilla de seguridad perimetral en toda la plataforma frente a caida en altura

Estructura TRAMEX soportada en perfiles sobre pilares

Escalera TRAMEX

4.000L 1.598 kg/m²

4.000L 1.598 kg/m²

BOMBA DE CALOR 4 TUBOS CON GRUPOS HIDRÁULICOS

Paso tuberías por debajo TRAMEX

Escalera TRAMEX

Paso peatonal por encima tuberías agua

Espacio ubicación enfriadoras existentes NH3

Paso tuberías por debajo UTAs

Paso peatonal por encima tuberías agua

Cuadro eléctrico y de control

Colector retorno frío

Colector impulsión frío

UNIDAD TRATAMIENTO DE AIRE.

Se retira unidad antigua y se coloca una nueva en el mismo sitio, sobre perfiles de soporte existentes. Es necesario alargar los perfiles 1 metro.

Los conductos antiguos se retiran y se montan nuevos, en todo el recorrido exterior.

A baterías frío y calor UTAs DN 65

Intercambiador Existente

Colector retorno

Tubería existente

Conexiones existentes calderas condensación a circuito secundario. Por debajo UTAs.

Contador de gas

Regulador y contador de gas general

Caldera antigua

Caldera antigua

UNIDAD TRATAMIENTO DE AIRE.

Se retira unidad antigua y se coloca una nueva en el mismo sitio, sobre perfiles de soporte existentes. Es necesario alargar los perfiles 1 metro.

Los conductos antiguos se retiran y se montan nuevos, en todo el recorrido exterior.

Calderas de condensación

Colectores DN 150

Botella de equilibrado nueva

Paso peatonal por encima tuberías agua

Paso peatonal por encima tuberías agua

Estructura TRAMEX soportada en perfiles sobre pilares

Escalera TRAMEX

BOMBA DE CALOR 2 TUBOS CON GRUPO HIDRÁULICO Y ACUMULACIÓN

Escalera TRAMEX

Paso tuberías por debajo TRAMEX

2.000L 1.573 kg/m²

2.000L 1.573 kg/m²

1.500L 1.201 kg/m²

Perfiles principales de soporte, entre pilares

Barandilla de seguridad perimetral en toda la plataforma frente a caida en altura

AIGUASOL
Creative Climate Solutions

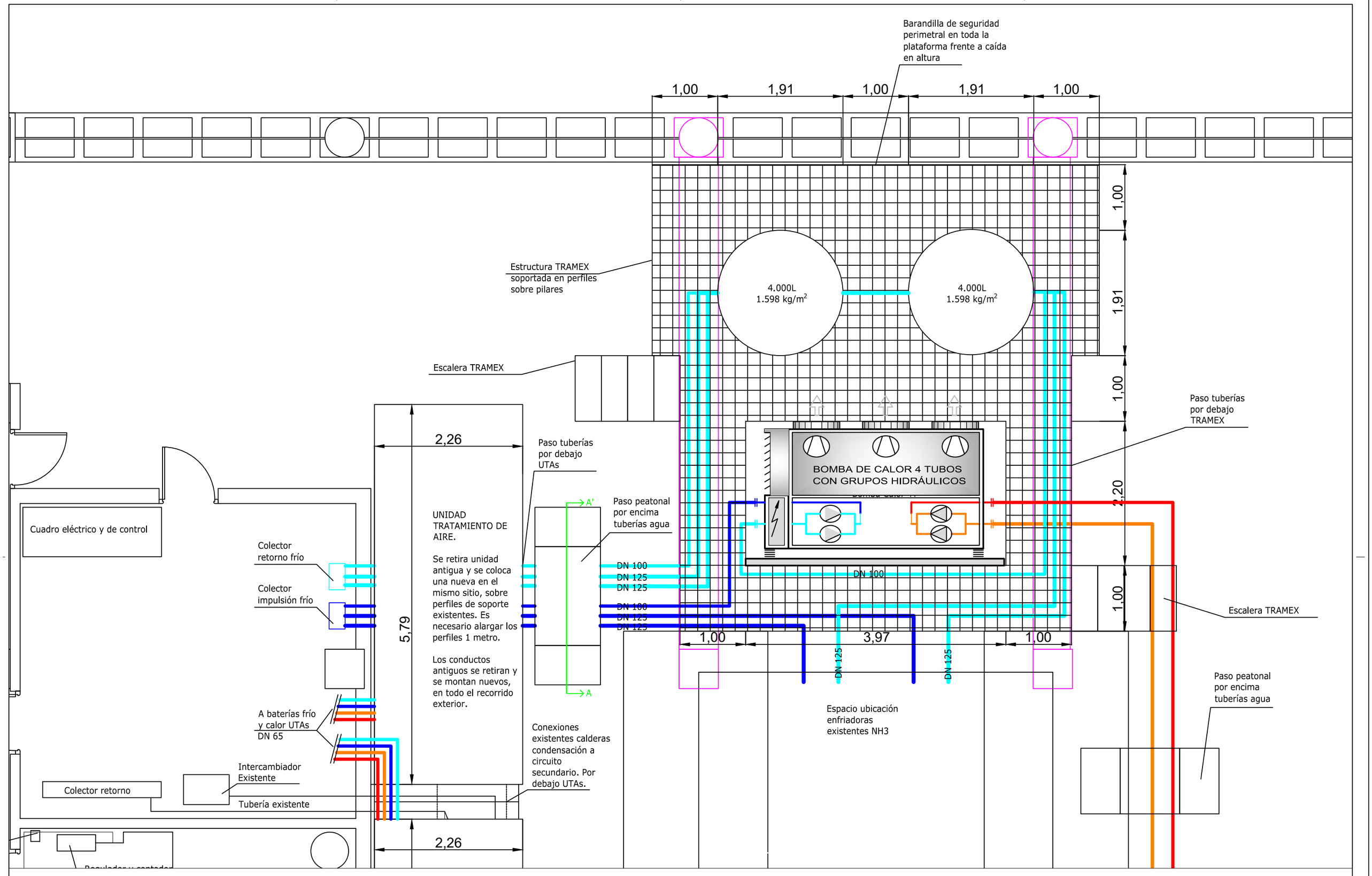
AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO	PROPIEDAD	SITUACIÓN
David Caetano Vera Nº col. 3.137 COIIG	Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.	Edificio Errotaburu. Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.

NOMBRE DEL PROYECTO
Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

NOMBRE DEL PLANO
DIST_01
PROPUESTA LAYOUT PLANTA CUBIERTA
DISTRIBUCIÓN GENERAL EQUIPOS Y TRAZADO TUBERÍAS

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	1/100	07		

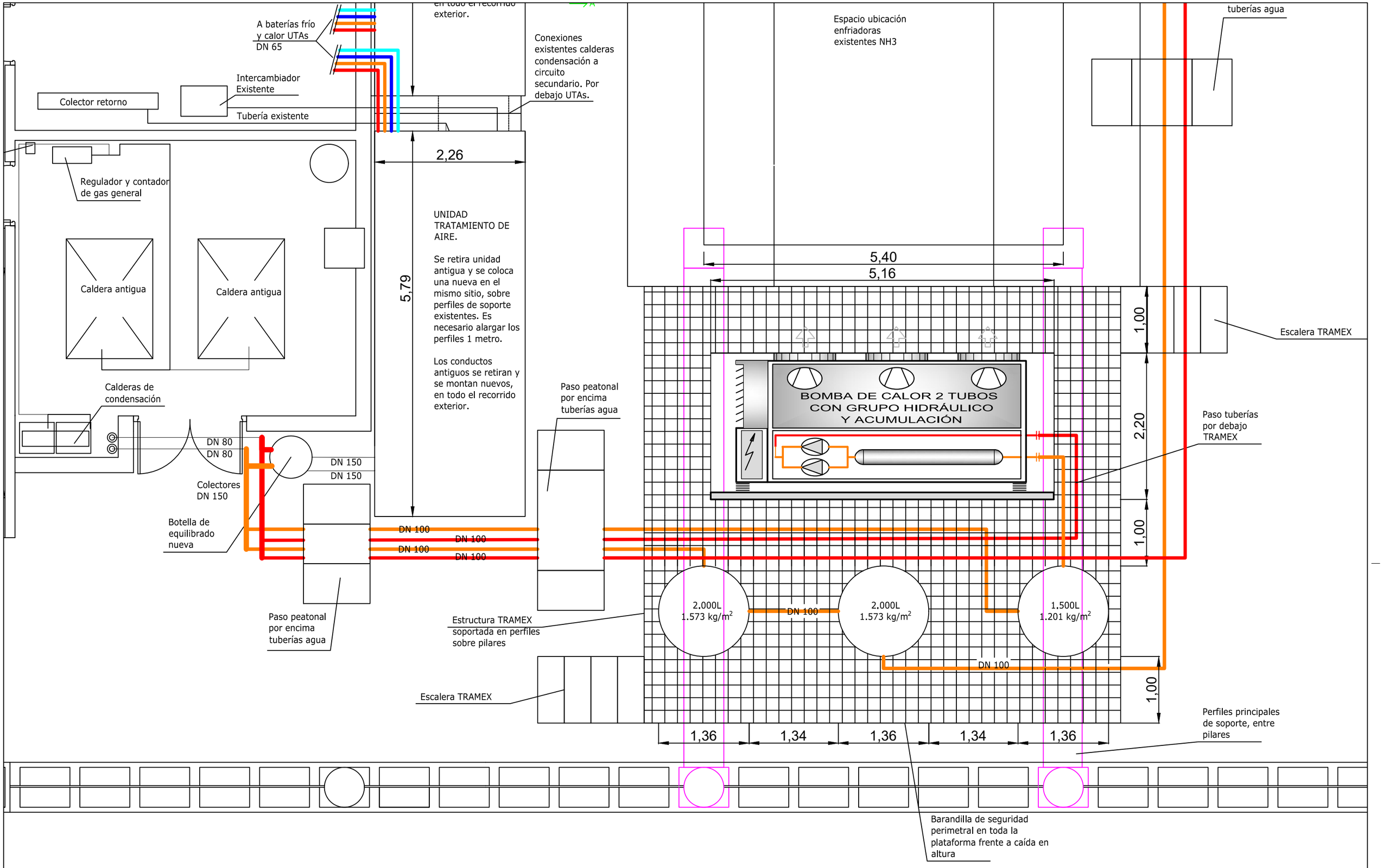


AIGUASOL
Creative Climate Solutions

AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO	PROPIEDAD	SITUACIÓN	NOMBRE DEL PROYECTO	NOMBRE DEL PLANO
David Caetano Vera Nº col. 3.137 COIIG	Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.	Edificio Errotaburu. Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.	Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.	DIST_02 PROPUESTA LAYOUT PLANTA CUBIERTA AMPLIACIÓN BOMBA CALOR 4 TUBOS POLIVALENTE

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	1/50	08		

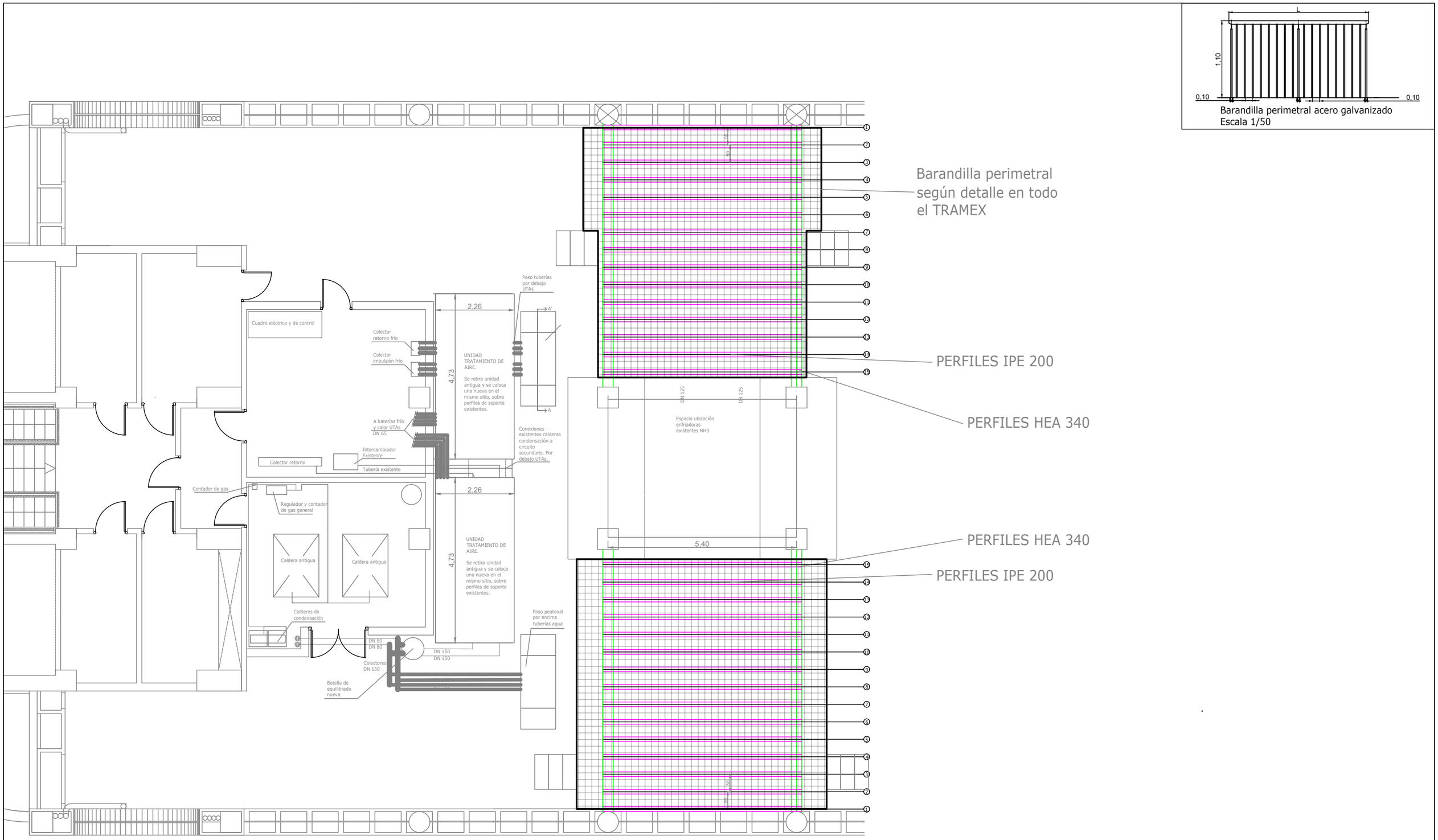


AIGUASOL
Creative Climate Solutions

AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

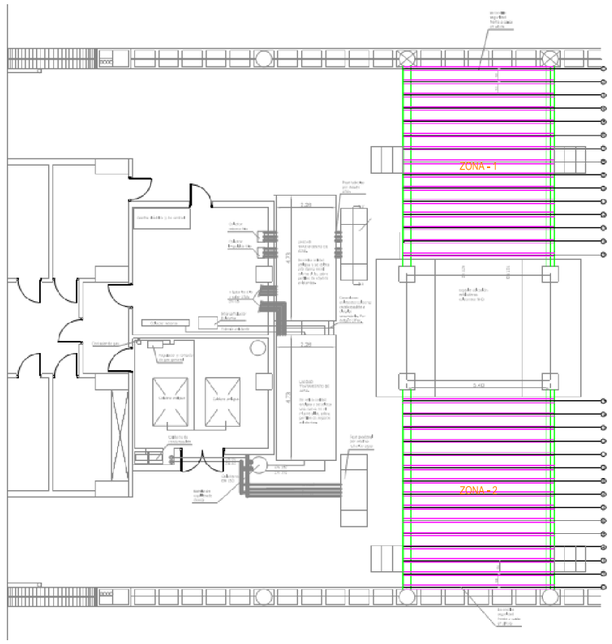
TÉCNICO	PROPIEDAD	SITUACIÓN	NOMBRE DEL PROYECTO	NOMBRE DEL PLANO
David Caetano Vera Nº col. 3.137 COIIG	Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.	Edificio Errotaburu. Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.	Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.	DIST_03 PROPUESTA LAYOUT PLANTA CUBIERTA AMPLIACIÓN BOMBA CALOR 2 TUBOS

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	1/50	09		



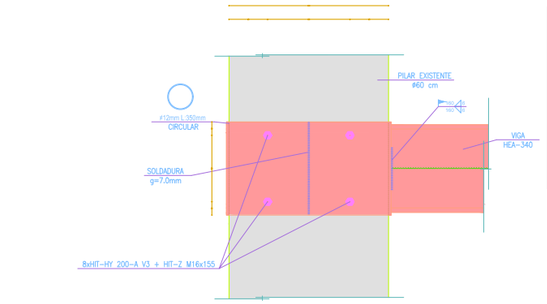
Barandilla perimetral acero galvanizado
Escala 1/50

AIGUASOL COOP Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa). www.aiguasol.coop	TÉCNICO David Caetano Vera Nº col. 3.137 COIIG	PROPIEDAD Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.	SITUACIÓN Edificio Errotaburu. Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.	NOMBRE DEL PROYECTO Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.			NOMBRE DEL PLANO EST_01 ESTRUCTURA SOPORTE EQUIPOS NUEVOS	
				FECHA Enero 2024	Nº PROYECTO S00338	A3	ESCALA 1/100	Nº PLANO 10	VERSIÓN	REVISIÓN

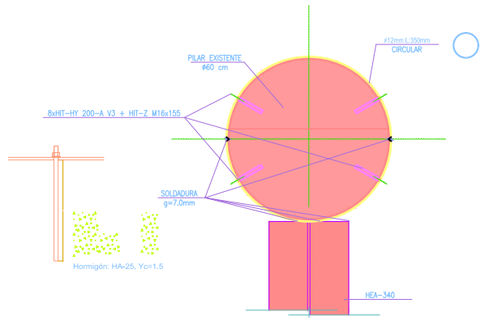


E: 1/100

PLANTA CUBIERTA



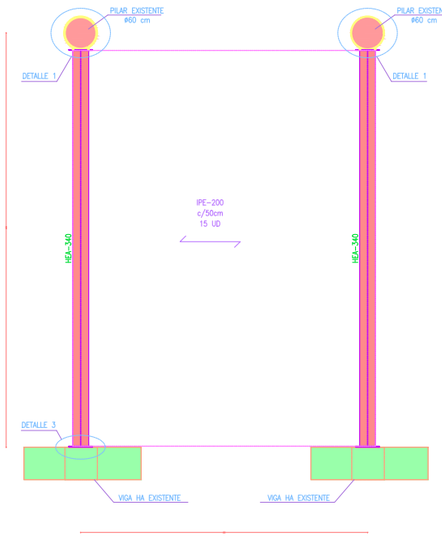
VISTA LATERAL



PLANTA

E: 1/10

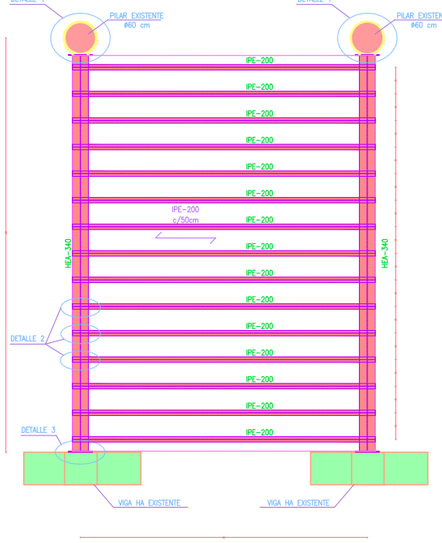
DETALLE 1
UNION HEA-340 - PILAR EXISTENTE



E: 1/50

VIGAS

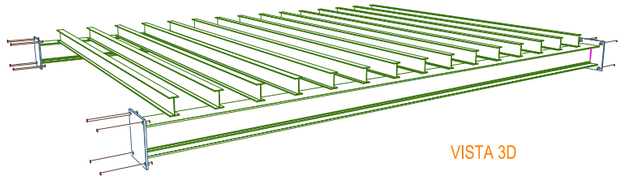
PLANTA



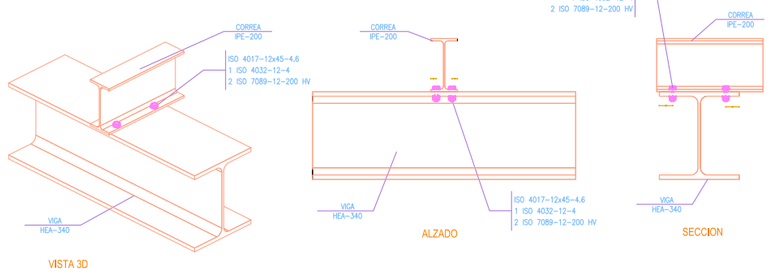
E: 1/50

FORJADO

PLANTA



VISTA 3D



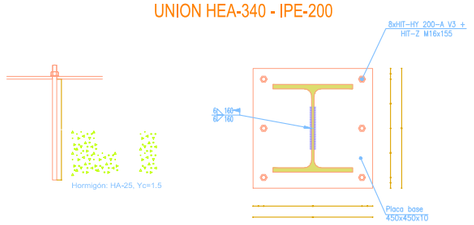
VISTA 3D

ALZADO

SECCION

E: 1/10

DETALLE 2
UNION HEA-340 - IPE-200



E: 1/10

DETALLE 2
CHAPA ANCLAJE HEA-340

CARACTERISTICAS FORJADO		
Zona:	ESTRUCTURA INSTALACIONES	
Tipo de forjado:	METALICO	
Estado de cargas		
Peso propio:	0,25	kN/m2
Solados:	0,35	kN/m2
Tabiquería:	---	kN/m2
Uso:	10,78	kN/m2
TOTAL cargas:	11,38	kN/m2

Consultar en planta los apuntalamientos intermedios en fase constructiva

CARACTERÍSTICAS ACERO

GENERAL	
ACERO	
DESIGNACIÓN	S 275 JR
LIMITE ELASTICO fy	275 N/mm2
NIVEL CONTROL	normal
COEFICIENTES DE SEGURIDAD	
γM0	1.05
γM1	1.05
γM2	1.25

CONTROL Forma (1 cada 4 vigas) tolerancia < L/1500 < 10mm
En empalmes, se comprobará una soldadura por unidad, no admitiéndose interrupciones del cordón ni defectos aparentes.
En placas compuestas, se comprobará una soldadura por placa, no admitiéndose variaciones de longitud ni separaciones fuera del ámbito definido en el proyecto, ni defectos aparentes.
Siguiendo el Plan de Control que la Dirección Facultativa o el Pliego de Condiciones especifique, se efectuarán los ensayos por radiografía o líquidos penetrantes de los cordones indicados en aquel.

UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

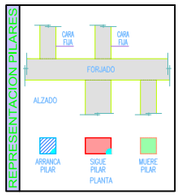
MATERIALES:
-Perfiles (Material base): S275.
-Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán superiores a las del material base. (3.3.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:
1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 3 mm.
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 2mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 3 veces el espesor de garganta.
5) El ángulo ß que forman dos piezas a unir mediante soldadura en ángulo deberá estar comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
-ß>120: No se considera que transmiten esfuerzos.
-ß< 60: Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

SOLDADURAS EN ANGULO — SOLDADURAS A TOPE
Unión en "T" — Unión en solape

COMPROBACIONES:
a) Cordones de soldadura a tope con penetración total: No es necesario ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes: Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.2.3b del CTE DB SE-A).
c) Cordones de soldadura en ángulo: Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.2 CTE DB SE-A.

REPRESENTACIÓN PILARES



NOTAS ESTRUCTURA METÁLICA

1- CARACTERISTICAS ACERO ESTRUCTURAL:
PERFILES LAMINADOS: S 275 JR
PERFILES ARMADOS: S 275 JR
PERFILES CONFORMADOS: S 275 JR

2- TODAS LAS SOLDADURAS A TOPE SERAN DE PENETRACION COMPLETA CON PREPARACION DE BORDES.

3- EL ESPESOR DE GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERA IGUAL AL 70% DEL ESPESOR MINIMO DE LAS CHAPAS DE UNION, EXCEPTO EN PERFILES TUBULARES, QUE SERA DEL 100%.

4- LAS SOLDADURAS DE LAS ALAS DE LAS DIAGONALES SE REALIZARAN A TOPE CON PREPARACIÓN DE BORDES.

CARACTERÍSTICAS HORMIGÓN

			TIPO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES DE SEGURIDAD			
					HORMIGÓN γc	ACERO γs		
HORMIGONES	EQUAL TODA LA OBRA			NORMAL	1.50			
	CIMENTACIONES	HA-25/B/40/XC2						
	MUROS	HA-25/B/25/XC2						
	SOPORTES	HA-25/B/25/XC1						
	VIGAS	HA-25/B/25/XC1						
	LOSAS Y FORJADOS	HA-25/B/25/XC1						
ARMADURAS	EQUAL TODA LA OBRA		B 500 S	NORMAL		1.15	1.35	1.50
	CIMENTACIONES							
	MUROS							
	SOPORTES		S 275 JR	NORMAL		1.15	1.35	1.50
	VIGAS		S 275 JR	NORMAL		1.15	1.35	1.50
	LOSAS Y FORJADOS							
CONTROL DE LA EJECUCIÓN	EQUAL TODA LA OBRA			NORMAL			1.35	1.50	1.60
	CIMENTACIONES								
	MUROS								
	SOPORTES								
	VIGAS								
	LOSAS Y FORJADOS								

OBSERVACIONES

CARACTERÍSTICAS HORMIGÓN

		GENERAL
COMPONENTES		
CEMENTO		Tipo I.Clase 42.4
ARIDOS	Clase	Machacao.
	Tam. máx.(mm)	40
HORMIGON		
TIPIFICACIÓN		HA-25/B/40/XC2
RESISTENCIA	A los 7 días:	16 N/mm2
CARACTERISTICA	A los 28 días:	25 N/mm2
MÁXIMA RELACIÓN A/C		<=0'60
RECUBRIMIENTO NOMINAL		r=5.0cm
NIVEL CONTROL		Estadístico
Compactación		Vibrado mecánico
Clase de probeta		Cilíndrica 15x30
Tiempo de rotura:		A los 7 y 28 días
Nº de probetas por serie:	6	1 Romper 7º día 2 Romper 28º día 2 de reserva.
Asiento Cono de Abrams		B/: 6-9cm(±1)
DOSIFICACIÓN POR M3 (Orientativa):	Cemento Kg/m3	275
	Grava Kg/m3	1235
	Arena Kg/m3	620
	Agua l/m3	160
ACERO		
DESIGNACIÓN		B-500-S
LIMITE ELÁSTICO		500N/mm2
NIVEL CONTROL		normal
DURABILIDAD		

-Elementos hormigonados directamente contra el terreno, sin encofrar r=7.0cm
-Distancia máxima entre separadores: 50*Ø barras (barras horizontales)
100*Ø barra (barras verticales)
-Se emplearán separadores prefabricados de plástico, hormigón o mortero.
-En ningún caso se permitirán desechos de obra como cascotes o similares

INTERVENCIÓN

- Consultar en planos de arquitectura y replantear la posición y/o forma de los elementos representados en este documento.
- En este plano sólo se acotan las medidas propias de los elementos estructurales.
- Consultar los Pliegos de Condiciones para la puesta en obra del Hormigón Armado y la Ejecución de los Forjados.
- Las juntas de hormigonado permanecerán limpias, rugosas y húmedas al hormigonar.

CONTROL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA Y DE HORMIGÓN

SE RESPETARÁN LOS TIPOS, CARACTERISTICAS, CALIDADES, RESISTENCIAS, LIMITES ELÁSTICOS, ETC., DEFINIDOS EN EL CUADRO "MATERIALES ESTRUCTURALES", ASÍ COMO LOS NIVELES DE CONTROL DE MATERIALES Y DE EJECUCIÓN EN TALLER E IN SITU, ACORDES CON LAS INDICACIONES Y LOS COEFICIENTES DE PONDERACIÓN EXPRESADOS EN EL MISMO CUADRO. O BIEN, SI FUERAN MÁS EXIGENTES, LOS VALORES Y CONDICIONES DEFINIDOS EN OTROS DOCUMENTOS DEL PROYECTO (MEMORIA Y ANEJOS, PLANOS, PLIEGO, ETC.). CON CARÁCTER COMPLEMENTARIO SE AÑADEN LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES:

(A) SE CONTROLARÁN EXPRESAMENTE SEGÚN NORMA CTE-SE-A, UNE-EN-10025-94, UNE-ENV-1993-1-1/A1/1996 Y EN-10113-93 LAS CARACTERISTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS DE LOS ACEROS CORRESPONDIENTES A LOS TIPOS DEFINIDOS EN EL CUADRO, INCLUSO RESILIENCIA.

(B) EL PROGRAMA DE AUTO CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD EXTREMO DE MATERIALES, UNIONES Y EJECUCIÓN DEBERÁ SER SOMETIDO A APROBACIÓN PREVIA Y SEGUIMIENTO POSTERIOR EXPRESO.

(C) LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA HORMIGÓN SE EXPRESAN EN CENTÍMETROS O EN METROS Y LA ESTRUCTURA METÁLICA EN MILÍMETROS O EN METROS, SALVO ESPECIFICACIÓN EN CONTRA.

(D) SE GARANTIZARÁ EL RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS MEDIANTE EL EMPLEO DE CALZOS Y PIES DE PATO, CUYA SITUACIÓN Y DISTANCIA SE AJUSTE A LO INDICADO EN EL ART. 43.4.2 DEL CÓDIGO ESTRUCTURAL.

(E) PREPARACIÓN DE BORDES Y RADIOGRAFÍA SEGÚN CTE-SE-A EN TODAS LAS SOLDADURAS DE PENETRACIÓN COMPLETA (P.C.), Y POR TANTO EN TODOS LOS EMPALMES Y SOLDADURAS A TOPE, QUE SERÁ SIEMPRE DE PENETRACIÓN COMPLETA.

(F) EN LOS CASOS EN LOS QUE NO ESTÉ DEFINIDA LA SOLDADURA, LOS CORDONES EN ÁNGULO ENTRE CHAPAS Y PERFILES NO MARCADOS TENDRÁN UN ESPESOR DE 0.7 POR EL ESPESOR MÍNIMO DE LAS CHAPAS A UNIR TODAS LAS SOLDADURAS SERÁN CONTINUAS, SALVO ESPECIFICACIÓN EN CONTRA.

(G) VIVIENDAS: R-90 APARCAMIENTO: R-120

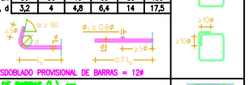
EL DIMENSIONADO Y DEFINICIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE HA REALIZADO PARA R-90 POR LO QUE PARA AQUELLOS ELEMENTOS LOCALIZADOS EN ZONA DE R-120 A RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA DEBE SER OBTENIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CAPAS PROTECTORAS. LAS PROPIEDADES Y FUNCIONAMIENTO DEL MATERIAL AISLANTE EMPLEADO EN DICHAS CAPAS DEBEN SER DETERMINADAS UTILIZANDO PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO SEGÚN ESTABLEZCA LA NORMATIVA VIGENTE.

DETALLES DE ANCLAJE Y SOLAPE

ANCLAJE POR PROLONGACION RECTA, PATILLA O GANCHO (l_b), cm

ELEMENTO:	#8	#10	#12	#16	#20	#25
PILAR/MURO/ARM. INF. VIGA/LOSA	20	25	30	40	60	85
ARM. SUPERIOR VIGA/LOSA	30	36	45	60	85	135
DIAMETRO DE DOBLADO, d	3,2	4	4,8	6,4	14	17,5

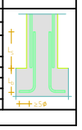
CERCOS



*DIAMETRO DE DOBLADO/DESDOBLADO PROVISIONAL DE BARRAS = 12ø

EMPALMES POR SOLAPO DE BARRAS (l_s), cm

ELEMENTO:		#8	#10	#12	#16	#20	#25
MURO	S < 15 cm	30	50	60	80	120	190
	S >= 15 cm		35	42			
MALLAS EN FORJADOS	ARM. SUPERIOR	30	40	50	–	–	–
	ARM. INFERIOR	25	30	35	–	–	–
VIGA/LOSA	ARM. SUPERIOR	40	72	86	115	170	265
	ARM. INFERIOR	30	50	60	80	120	190
PILAR		30	50	60	80	120	190



*S: SEPARACION // CON ACCIONES SISMICAS, AUMENTAR LONG. EN 10ø.

AIGUASOL
Creative Climate Solutions
AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO: David Caetano Vera, Nº col. 3.137 COIIG

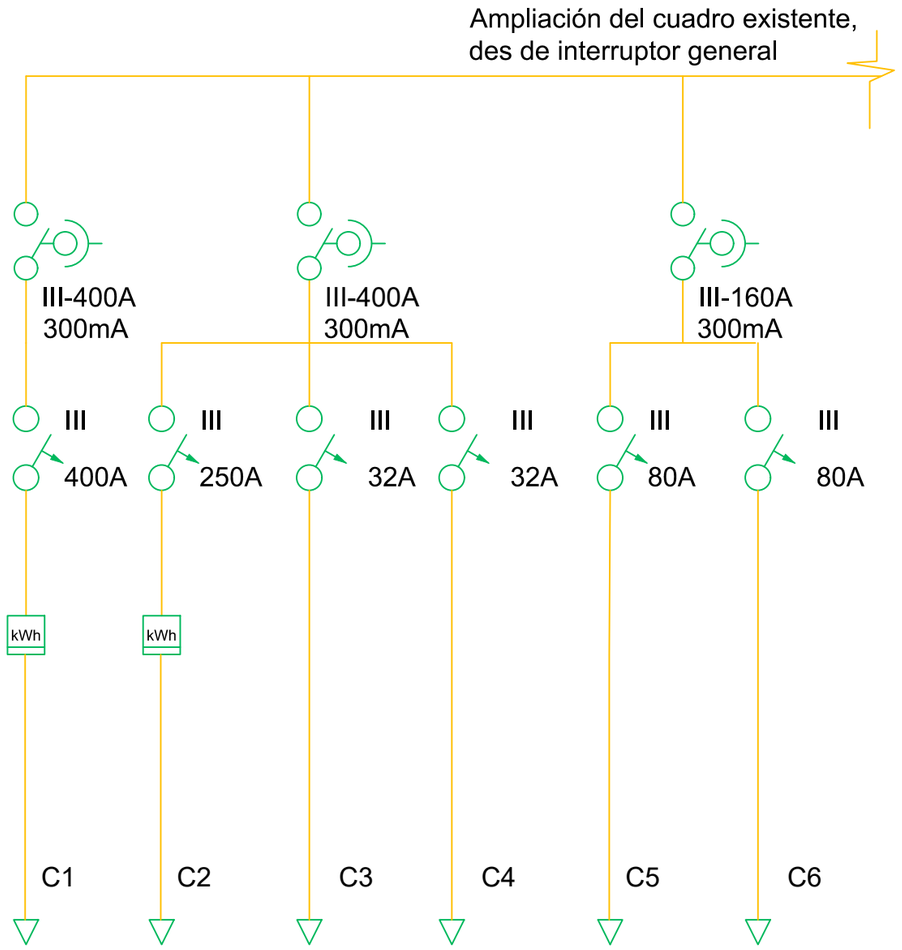
PROPIEDAD: Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.

SITUACIÓN: Edificio Errotaburu. Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.

NOMBRE DEL PROYECTO: Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

NOMBRE DEL PLANO: EST_02 ESTRUCTURA SOPORTE EQUIPOS NUEVOS

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	1/100	11		



La alimentación de los equipos de regulación y control, como las válvulas motorizadas o sensores, se realizará por la línea habilitada para ello en el cuadro existente.

Circuito	1	2	3	4	5	6
Int. nominal FLA [A]	324,7	222,3	26,5	26,5	75,9	75,9
Int. arranque LRA [A]	787,0	464,1	-	-	-	-
Sección [mm^2]	185	95	4	4	16	16
Servicio	Bomba calor 2 tubos	Bomba calor 4 tubos	Unidad Tratamiento Aire norte	Unidad Tratamiento Aire sur	Humectador norte	Humectador sur

Cada equipo tiene integrado su propio cuadro eléctrico con las respectivas protecciones para los distintos elementos consumidores internos (compresor, bombas, ventiladores, etc.), incluyendo fuerza y maniobra.

Todo el cableado va colocado en bandeja metálica perforada.

AIGUASOL
Creative Climate Solutions
AIGUASOL COOP
Astigarragako bidea 2, Planta 2ª, 13 Izquierda. 20180 Oiartzun (Gipuzkoa).
www.aiguasol.coop

TÉCNICO: David Caetano Vera
Nº col. 3.137 COIIG

PROPIEDAD: Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.

SITUACIÓN: Edificio Errotaburu.
Errotaburu Pasealekua, 2, 20018 Donostia.

NOMBRE DEL PROYECTO: Propuesta proyecto de ejecución para la desgasificación de la central de producción de calor del edificio Errotaburu, de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

NOMBRE DEL PLANO: ELEC_01
ESQUEMA UNIFILAR ELÉCTRICO

FECHA	Nº PROYECTO		ESCALA	Nº PLANO	VERSIÓN	REVISIÓN
Enero 2024	S00338	A3	s/e	12		

8 ESTUDIO ESTRUCTURAL

NORFER INGENIEROS, SL

Promotor

GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA

Documento

Memoria

Gipuzkoako Foru Aldundia
Diputación Foral de Gipuzkoa

PROYECTO DE ESTRUCTURA – DESGASIFICACIÓN DE LA CENTRAL DE PRODUCCIÓN DE CALOR EDIFICIO ERROTABURU DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA

DONOSTIA – GIPUZKOA

NORFER INGENIEROS, SL
ESTUDIO DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA
EDIFICIO IBAETA. PORTUETXE BIDEA 14, 2º. ☏ 943.311335 🖷 943.311335 ✉ estudio@norferingenieros.com
20018 DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN

NORFER INGENIEROS, SL

MEMORIA TÉCNICA DE LA ESTRUCTURA

PROYECTO DE ESTRUCTURA – DESGASIFICACIÓN DE LA CENTRAL DE PRODUCCIÓN DE CALOR EDIFICIO ERROTABURU DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA

DONOSTIA – GIPUZKOA

Abril 2025

0. ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA 4

1.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO 4

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE ARQUITECTURA 5

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA 6

2.-BASES DE CÁLCULO 12

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 12

2.2 ACCIONES CONSIDERADAS 19

2.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD 29

2.4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO 31

2.5 MÉTODOS DE CÁLCULO 36

2.6 PROGRAMAS INFORMÁTICOS DE CÁLCULO UTILIZADOS 38

2.7 CRITERIOS DE DIMENSIONADO 39

2.8 NORMATIVA 40

3.-DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS 44

4.-MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA 44

4.1 Elementos constituidos por acero laminado 44

4.1 Elementos constituidos por hormigón 46

PLANO

JUSTIFICACIÓNES DE CÁLCULO

1. **ESTRUTURA METÁLICA**
2. **ANCLAJES HILTI**
3. **UNIÓN VIGA - CORREA**

1.- DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

1.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

La empresa AIGUASOL Creative Cilmate Solutions, ha redactado un proyecto "*Proyecto de ejecución para la Desgasificación de la central de producción de calor del Edificio Errotaburu de la Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia* " con fecha 2 de febrero de 2024. La diputación Foral de Gipuzkoa encarga a NORFER INGENIEROS SL, estudiar la solución estructural planteada por Aiguasol.

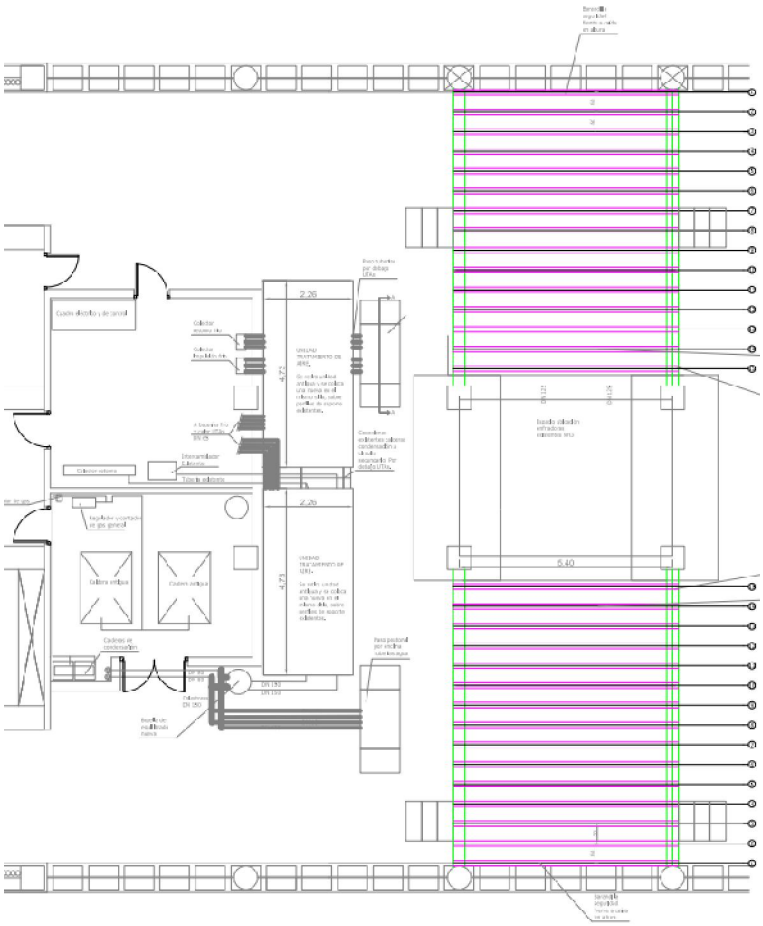
El presente documento tiene por objeto la descripción y justificación de los distintos elementos que configuran la estructura metálica proyectada para instalar la desgasificación de la central de producción de calor en la cubierta del edificio situado en Paseo Errotaburu Nº2 de Donostia.



En el presente documento se describen todos los elementos estructurales necesarios para diseñar la nueva estructura metálica en la cubierta del edificio en Estudio.

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE ARQUITECTRUA

El proyecto de desgasificación consiste en instalar en la cubierta de la torre de Errotaburu Nº2 una nueva instalación en dos zonas idénticas sobre una estructura metálica.



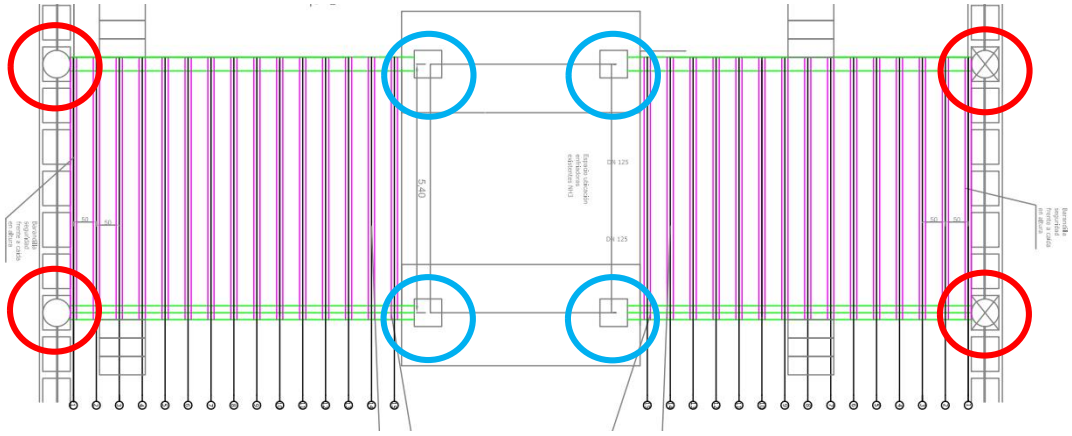
Planta de la nueva instalación

La superficie de cada una de las dos zonas es 7.75 x 5.50 metros.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA

La estructura proyectada por AIGUASOL la ha calculado la ingenieria IATEK. Es una solución metálica compuesta por dos vigas principales de 7.75 m de longitud y 15 correas de 5.50 m de longitud cada 0.50 m.

Las dos vigas principales se proyectan sobre sol siguientes apoyos, sin transmitir ninguna carga al forjado de cubierta:



- Apoyo 1 Rojo: Pilares circulares de hormigón armado de fachada



Los pilares circulares existentes no soportan ninguna carga, únicamente son estéticos con una viga de coronación.

De la documentación recibida, los pilares tienen una separación de 5.50 metros y un diámetro de Ø60cm

Se proyecta anclar la viga metálica en el eje del pilar circular mediante un collarín metálico.

- Apoyo 2 Azul: Vigas invertidas en hormigón armado apoyo de bancada existente



Las vigas existentes se poyan sobre el pilar del edificio que muero en el forjado de cubierta mediante un enano con un apoyo elástico. Estas vigas soportan una bancada existente.

De la documentación recibida, los enanos en donde se apoyan las vigas existentes de hormigón armado tienen una separación de 5.50 metros

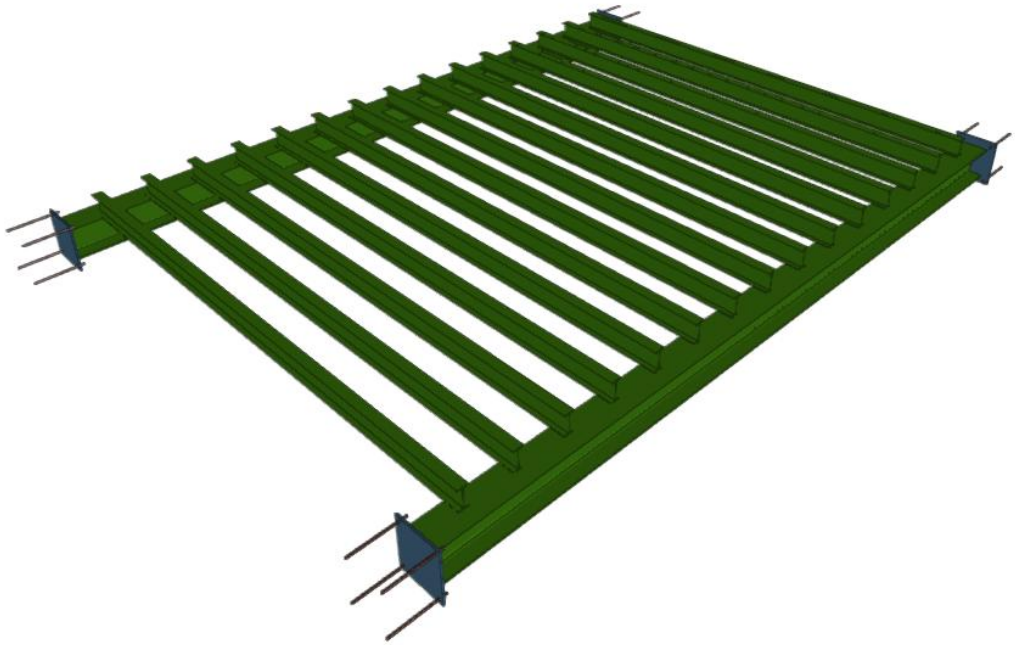
Se proyecta anclar la viga metálica en el centro de la viga existente mediante una chapa de anclaje.

De la página nº 201 del proyecto de Aiguasol, se toma una carga de 1078 Kg/m2 en toda la plataforma.

Las cargas consideradas son las siguientes:

Zona:	**BANCADA METÁLICA**
Tipo de forjado:	Metálico
Peso propio:	0,25 KN/m^2
Cargas permanentes (Tramex):	0,35 KN/m^2
Sobrecarga de uso (Maquinaria)	10,78 KN/m^2
Total:	**11,38 KN/m^2**

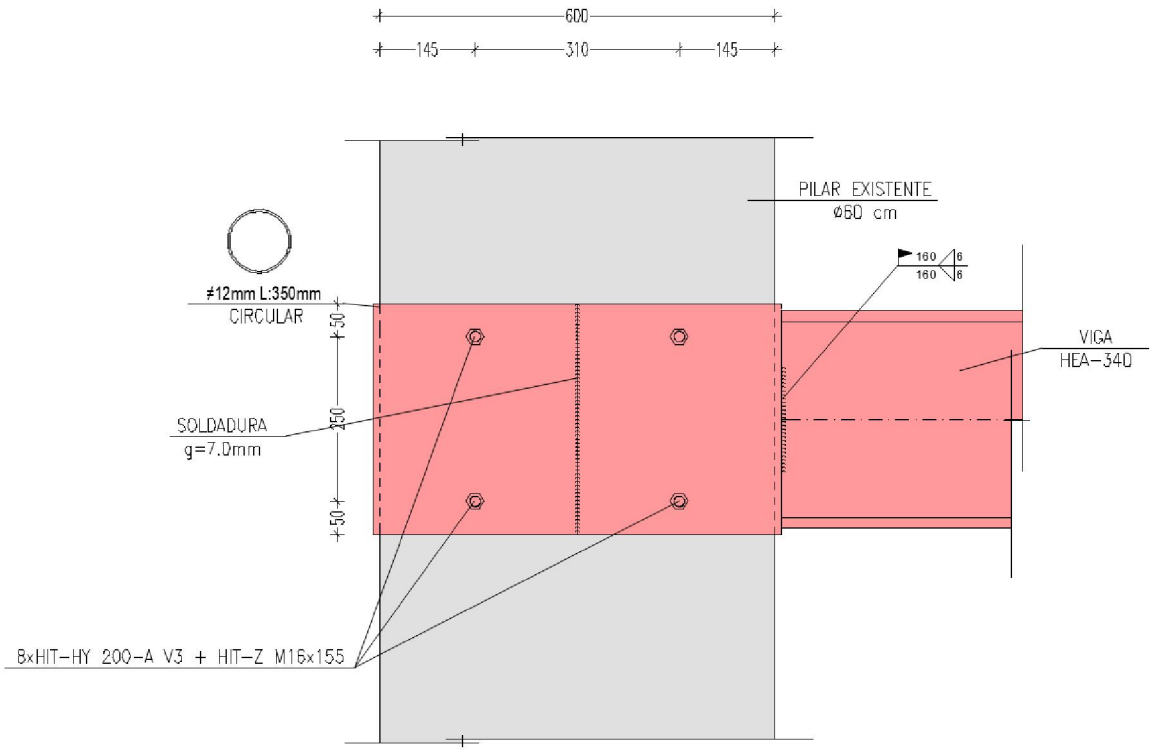
Se ha modelado la estructura en el programa de cálculo y se han aplicado las nuevas cargas:



- Vigas principales:
  - L: 7.75m
  - Perfil HEA-340
- Correas:
  - L: 5.50m
  - Perfil: IPE-200
  - Separación entre correas: 0.50 m

Apoyo 1 – Pilares:

Se proyecta un collarín que abrace el pilar circular mediante una chapa circular de 12mm de espesor anclado mediante 8 anclajes químicos de M16 100mm de longitud dentro del hormigón.

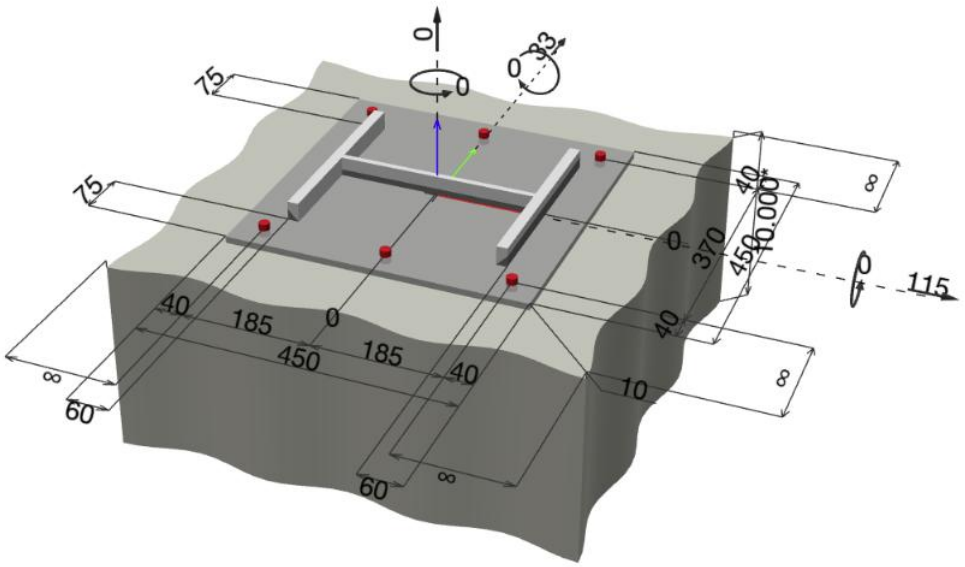


VISTA LATERAL

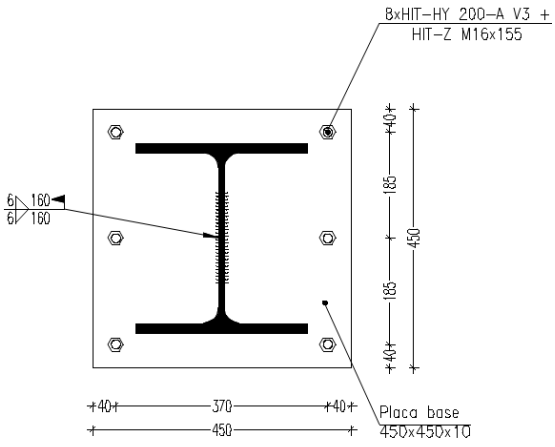
A este collarín se suelda directamente la HEA-340. AL calcular la viga articulada en los extremos con una soldadura de 160mm de longitud en el alma y 6mm de garganta cumple.

Apoyo 2 – Viga invertida de hormigón armado:

La HEA-340 se ancla mediante una chapa al centro de la viga y 6 anclajes químicos de M16 y 100mm de longitud dentro del hormigón.

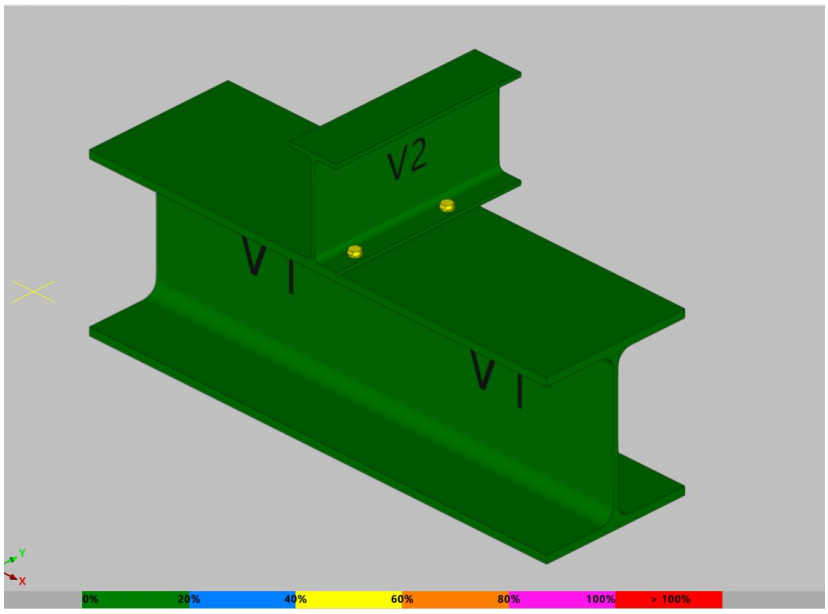


La chapa de anclaje tiene unas dimensiones de 450x450x10mm y una soldadura en el alma de 160mm de largo y 6 mm de garganta:



Union Viga principal – Correa:

La correa IPE-200 se apoya sobre la HEA-340 y se atornilla en 4 puntos con tornillos de M12:



Tras realizar los cálculos con las nuevas cargas la estructura: **CUMPLE**

Se adjunta la justificación de cálculo en el anexo.

2.- BASES DE CÁLCULO

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Los materiales empleados para la realización de los elementos estructurales se detallan a continuación.

2.1.1 Hormigón.

Se utiliza para la realización de los elementos resueltos con hormigón armado y hormigón pretensado o postesado. Sus características más relevantes y, a la vez, consideradas en los análisis adjuntos, son las siguientes:

2.1.1.a Denominación y tipificación

CIMENTACIÓN

Tipificación: **HA-25/B/40/XC2**

Características intrínsecas:

- F_{ck}: **25.0** Mpa
- Consistencia: **Blanda**
- TMA: **40**mm
- Tipo de ambiente: **XC2**

Contenido mínimo de cemento: **275** kg/m³

Máxima relación A/C: **0.60**

Resistencia a los 7 días: **16** Mpa

FORJADOS Y PANTALLAS SOBRE RASANTE

Tipificación: **HA-25/F/25/XC2**

Características intrínsecas:

- F_{ck}: **25.0** Mpa
- Consistencia: **Fluida**
- TMA: **25**mm
- Tipo de ambiente: **XC2**

Contenido mínimo de cemento:	*275* kg/m³
Máxima relación A/C:	**0.60**
Resistencia a los 7 días:	**16** Mpa

2.1.1.b Características mecánicas. Diagrama σ-ε de cálculo.

Para la determinación del comportamiento de las piezas de hormigón y para su comprobación ulterior se ha adoptado el diagrama parábola-rectángulo, establecido por el Código Estructural.

De este diagrama, cabe destacar el tramo elástico no lineal constituido por la rama parabólica, de ecuación:

$$\sigma = 850\, f_{cd}\, \varepsilon(1 - 250\varepsilon); \qquad 0 \le \varepsilon \le 0.002$$

donde:

σ es la tensión,

f_{cd} es la resistencia de cálculo a compresión del hormigón, obtenida después de la aplicación sobre la resistencia característica, f_{ck}, el coeficiente de minoración de resistencias, γf, detallado en el apartado correspondiente de la presente memoria, y

ε es la deformación acontecida,

así como el tramo rectilíneo de su fase plástica, cuya ecuación es:

$$\sigma = 0.85\, f_{cd}; \qquad 0.002 < \varepsilon \le 0.0035$$

2.1.1.c Características mecánicas. Módulo de deformación longitudinal.

A nivel deformacional han sido considerados los siguientes módulos de deformación:

a) Para cargas instantáneas o rápidamente variables, E_c:

$$E_c = 10.000 \sqrt[3]{f_{cm,j}}$$

b) Módulo instantáneo de deformación longitudinal secante, E_{cm}:

$$E_{cm} = 8.500 \sqrt[3]{f_{cm,j}}$$

donde $f_{cm,j}$ es la resistencia media del hormigón a la edad de j días, obtenida mediante la expresión:

$$f_{cm,j} = f_{ck,j} + 8, \text{ en Mpa.}$$

2.1.1.d Coeficiente de Poisson.

Se ha considerado el valor 0.2.

2.1.1.e Coeficiente de dilatación Térmica.

Se ha considerado el valor 10^{-5} $(°C)^{-1}$

2.1.1.f Coeficiente de retracción.

Según indicaciones de os anejos 19 a 21 del Código Estructural.

2.1.1.g Coeficiente de fluencia.

Según indicaciones del anejo 19.B.1 del Código Estructural.

2.1.1.h Ensayos y control.

Las características del material en todas sus variantes, así como los ensayos a que deberá estar sometido, quedan especificados en los Pliegos de Condiciones para la Ejecución y la Puesta en Obra del Hormigón Armado y en el Plan de Control adjunto.

2.1.1.i Aspecto externo.

El aspecto externo que deberán presentar los hormigones colocados en obra se detalla explícitamente en el Pliego de Condiciones para la Puesta en Obra del Hormigón Armado, adjunto a la presente. A grandes rasgos, cabe destacar que no se aceptarán hormigones fisurados, no homogéneos en color o textura o sucios, tanto de fluorescencias como de manchas de óxido o grasa.

2.1.2 Acero para armaduras pasivas.

Se utiliza para la confección del hormigón armado y para la ejecución de todos los espárragos de anclaje de los elementos de estructura metálica contra el hormigón. Su tipificación, según el Código Estructural, es: B-500-SD, aceptándose también el acero B-500S, que implica:

- Tipo de acero: dureza natural

- Límite elástico, f_{yk}: 500 Mpa
- B-500SD: Soldabilidad, alta ductilidad
- B-500S: Soldabilidad
- Módulo de elasticidad, E: 200.000 Mpa

2.1.2.a Diagrama σ-ε de cálculo.

El diagrama tensión-deformación considerado es el correspondiente a los aceros de dureza natural que establece el Código Estructural, en los anejos del 19 a 21. En dicho diagrama se observa una ley trilineal, en la que su tramo inclinado posee una pendiente que es el módulo de deformación longitudinal, de valor E=200.000 Mpa, válido para umbrales de tensión comprendidos entre $-f_{yd} < \sigma < f_{yd}$, siendo f_{yd} la resistencia de cálculo del material, obtenida tras aplicar sobre su límite elástico los coeficientes de minoración de resistencia, γ_s.

2.1.2.b Características del material y ensayos.

Las características del material que se detalla, así como los ensayos a que deberá someterse, quedan especificados en los Pliegos de condiciones para la Ejecución y la Puesta en Obra del Hormigón Armado y en el plan de control adjunto.

2.1.3 Acero para las armaduras activas

Se utiliza para permitir la introducción de estados de pretensión en el hormigón armado, constituyendo hormigón pretensado o bien para introducir acciones similares en estructuras metálicas. También se utiliza para realizar anclajes activos de pantallas contra el terreno. Su tipificación, según el Código Estructural, es: Y 1860C, que implica:

- Acero estirado en frío
- Carga unitaria máxima, f_{max}: 1860 Mpa
- Límite elástico, f_{yk}: 1670 Mpa
- Alargamiento en rotura: >3.5%
- Relajación, ρ: < 2% al 70% de fmax a 1000h
- Módulo de elasticidad, E: 190.000 Mpa

2.1.3.a Diagrama σ-ε de cálculo.

El diagrama tensión-deformación considerado es el simplificado, correspondiente a los aceros de dureza natural que establece el Código Estructural, en los anejos 21 a 24. En dicho diagrama se observa una ley en la que su tramo inclinado posee una pendiente que es el módulo de deformación longitudinal, de valor E=190.000 Mpa, válido para umbrales de tensión comprendidos entre $0 < \sigma < f_{pd}$, siendo f_{pd} la resistencia de cálculo del material, obtenida tras aplicar sobre su límite elástico los coeficientes de minoración de resistencia, γ_s.

2.1.3.b Características del material y ensayos.

Las características del material que se detalla, así como los ensayos a que deberá someterse, quedan especificados en los *Pliegos de condiciones para la Ejecución y la Puesta en Obra del Hormigón Armado, pretensado y postensado* y en el plan de control adjunto.

2.1.4 Madera proyectada en la estructura

Normativa de obligado cumplimiento:

CTE DB SE-Madera

No es de aplicación

2.1.5 Acero laminado

Se utiliza para la confección de los elementos de estructura metálica, excepto los espárragos de anclaje y sujeción en hormigón, para lo cual se utiliza acero B-500S. Según la norma "Documento Básico SE-A. Seguridad Estructural – Acero", se distinguen las características de los materiales para *perfiles y chapas, para tornillos, tuercas y arandelas, y para el material de aportación.*

Las características del material que se detalla, así como los ensayos a que deberá someterse, quedan especificados en los *Pliegos de Condiciones para la Ejecución y la Puesta de la Estructura Metálica*.

2.1.5.a Acero para chapas y perfiles

Se utilizan los aceros establecidos en la norma UNE-EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), así como los establecidos en las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino, y UNE-EN 10219-1:1998 relativa a secciones huecas de acero estructural conformados en frío. En la tabla siguiente (DB SE-A-11, tabla 4.1) se especifican las

características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025, que son las que han sido utilizadas en los cálculos del presente proyecto de estructura.

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm²)			Tensión rotura F_u (N/mm²)	
	t ≤16	16< t ≤40	40< t ≤63	3≤ t ≤100	ºC
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0					0
S355J2	355	345	335	470	-20
S355K2					-20 (1)
S450J0	450	430	410	550	0

(1) Se le exige una energía mínima de 40J

Las siguientes son características comunes a todos los aceros:

- Módulo de elasticidad, E 210.000 Mpa
- Módulo de elasticidad transversal, G 81.000 Mpa
- Coeficiente de Poisson, v: 0.30

- Coeficiente de dilatación térmica, λ: 1.2 x 10-5 (°C) -1
- Densidad 7.850 Kg/m³.

En la siguiente tabla (DB SE-A-12, tabla 4.2) se especifican los espesores máximos (en mm) de chapas para los cuales no es necesario comprobar el comportamiento dúctil del material. Se especifican las dimensiones en función de la temperatura mínima a la que serán sometidos durante la vida útil de la estructura.

	Temperatura mínima								
	0 ºC			**-10 ºC**			**-20 ºC**		
Grado	**JR**	**J0**	**J2**	**JR**	**J0**	**J2**	**JR**	**J0**	**J2**
S235	50	75	105	40	60	90	35	50	75
S275	45	65	95	35	55	75	30	45	65
S355	35	50	75	25	40	60	20	35	50

Todos los aceros mencionados y utilizados en el presente proyecto de estructura son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.).

2.1.5.b Tornillos, tuercas y arandelas

Las características mecánicas de los aceros para tornillos, tuercas y arandelas se han tomado de la siguiente tabla (DB SE-A-13, tabla 4.3):

Clase	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Tensión de límite elástico f_y (N/mm²)	240	300	480	640	900
Tensión de rotura f_u (N/mm²)	400	500	600	800	1000

2.1.5.c Materiales de aportación

Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base.

2.1.5.d Resistencia de cálculo

Se define resistencia de cálculo, f_{yd}, al cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente de seguridad del material, definido en su correspondiente apartado.

$f_{yd}= f_y/\gamma_M$

Para el caso específico de las comprobaciones de resistencia última del material o la sección se ha adoptado como resistencia de cálculo el valor:

$f_{ud}=f_u/\gamma_{M2}$

siendo γ_{M2} el coeficiente de seguridad para resistencia última.

2.1.6 Fábrica de ladrillo.

2.1.6.a Denominación y tipificación.

El ladrillo utilizado es de tipo perforado.

2.1.6.b Características mecánicas. Módulo de deformación longitudinal.

Como módulo de deformación secante instantánea se ha tomado 1000 f_k.

2.1.6.c Características mecánicas. Resistencia característica a compresión.

La resistencia característica del ladrillo f_b es de 20 N/mm^2, y la del mortero f_m= 10 N/mm^2. La fábrica se ha calculado con una resistencia de 7 N/mm^2.

2.2 ACCIONES CONSIDERADAS

La determinación de las acciones sobre el edificio y sobre su estructura se ha realizado teniendo en consideración la aplicación de las normativas que se relacionan en el apartado correspondiente de la presente memoria.

Según el DB SE-AE Acciones en la edificación, las acciones y las fuerzas que actúan sobre un edificio se pueden agrupar en 3 categorías: acciones permanentes, acciones variables y acciones accidentales.

La consideración particular de cada una de ellas se detalla en los siguientes subapartados, y responde a lo estipulado en los apartados 2, 3 y 4 del DB SE-AE.

2.2.1 Acciones permanentes.

Se incluyen dentro de esta categoría todas las acciones cuya variación en magnitud con el tiempo es despreciable, o cuya variación es monótona hasta que se alcance un valor límite. Se consideran 3 grupos de acciones permanentes que se detallan a continuación.

2.2.1.a Peso propio

Se incluyen en este grupo el peso propio de los elementos estructurales, cerramientos y elementos separadores, tabiquería, todo tipo de carpintería, revestimientos (pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

El valor característico del peso propio de los elementos constructivos se ha determinado como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En la tabla siguiente se incluyen los pesos de los materiales, productos y elementos constructivos habituales.

a) Muros de fábrica de ladrillo:

-de ladrillo macizo:	18	KN/m^3
-de ladrillo perforado:	15	KN/m^3
-de ladrillo hueco:	12	KN/m^3

b) Muros de fábrica de bloque:

-de bloque hueco de mortero:	16	KN/m^3
-de bloque hueco de yeso:	10	KN/m^3

c) Hormigón:

-Hormigón armado:	25	KN/m^3
-Hormigón en masa:	24	KN/m^3
-Hormigón ligero:	16	KN/m^3

d) Pavimentos:

-Hidráulico o cerámico (6cm. Grosor total):	1	KN/m^2

-Terrazo:	0,80	KN/m^2
-Parquet:	0,40	KN/m^2

e) Materiales de cubierta:

-Plancha plegada metálica:	0,12	KN/m^2
-Teja curva:	0,5	KN/m^2
-Pizarra:	0,3	KN/m^2
-Tablero de baldosa:	1	KN/m^2

f) Materiales de construcción:

-Arena:	15	KN/m^3
-Cemento:	16	KN/m^3
-Pizarra:	17	KN/m^3
-Escoria granulada:	11	KN/m^3

g) Rellenos:

-Terreno, jardineras…:	20	KN/m^3

Para el caso de cerramientos ligeros distribuidos homogéneamente en planta, tal como indica el DB SE-AE, se ha considerado su asimilación a una carga superficial equivalente uniformemente repartida sobre el forjado de 0,8 kN/m^2, multiplicado por la razón media entre la superficie de tabiquería y la de la planta considerada.

Para el resto de cerramientos se ha calculado directamente el peso de la tabiquería proyectada, obteniendo para una altura libre de 3,90 metros entre forjados la siguiente relación de pesos lineales

- Cerramientos cerámicos de dos hojas sin aberturas, de ladrillo perforado de 15cm y tabicón de ladrillo hueco de 10, de altura hasta los 3.90m: 13,65 KN/ml

- Cerramientos cerámicos de dos hojas con aberturas, de ladrillo perforado de 15cms y tabicón de ladrillo hueco de 10, de altura hasta los 3.90m: 10,40 KN/ml

- Cerramientos de bloque de hormigón dedos hojas sin aberturas, de 20cm, exterior y 10cm interior: 18,85 KN/ml
- Cerramientos de bloque de hormigón dedos hojas con aberturas, de 20cm exterior y 10 cm interior: 18,85 KN/ml
- Cerramientos ligeros, de altura hasta los 3,90m: 5,20 KN/ml
- Tabicones de ladrillo perforado, de altura hasta los 3,90 m y espesor 15cm: 8,77 KN/ml
- Tabicones de ladrillo hueco, de altura hasta los 3,90m y espesor 10cm: 4,68 KN/ml

A falta de datos de los pesos propios de los equipos y las instalaciones fijas se ha considerado una repercusión de 5 kN/m².

2.2.1.b Pretensado

La acción del pretensado se ha evaluado en base a lo establecido en el Código Estructural. El sistema de fuerzas equivalentes se obtiene del equilibrio del cable y está formado por:

- Fuerzas y momentos concentrados en los anclajes.
- Fuerzas normales a los tendones, resultantes de la curvatura y cambios de dirección de los mismos.
- Fuerzas tangenciales debidas al rozamiento.

El valor de las fuerzas y momentos concentrados en los anclajes se deduce del valor de la fuerza de pretensado en dichos puntos, teniendo en cuenta las pérdidas de fuerza correspondientes, de la geometría del cable y de la geometría de la zona de anclajes.

2.2.1.c Acciones del terreno

Son las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones. En

general las acciones del terreno repercutirán sobre la cimentación y sobre los elementos de contención de tierras.

La determinación de las acciones del terreno sobre los distintos elementos afectados se ha hecho a partir de lo estipulado en el DB SE-C. Tal como describe el apartado 2.3.2.3 del DB mencionado, se han determinado las acciones del terreno sobre la cimentación y elementos de contención según 3 tipos de acciones:

- Acciones que actúan directamente sobre el terreno y que por razones de proximidad pueden afectar al comportamiento de la cimentación.
- Cargas y empujes debidos al peso propio del terreno
- Acciones del agua existente en el interior del terreno

Para la determinación de las acciones del terreno sobre cimentaciones profundas se ha considerado la forma y dimensiones del encepado a fin de incluir su peso, así como el de las tierras o aquello que pueda gravitar sobre éste.

Para la determinación de las acciones del terreno sobre los elementos de contención se han considerado las sobrecargas debidas a la presencia de edificaciones próximas, posibles acopios de materiales, vehículos, etc. Las fuerzas de los puntales y anclajes se han considerado como acciones.

Se han considerado, sobre los elementos de contención, los estados de empuje estipulados en el apartado 6.2.1 de la DB SE-C, que se corresponden con la teoría de los empujes de Rankine:

Empuje activo: cuando el elemento de contención gira o se desplaza hacia el exterior bajo las presiones del relleno o la deformación de su cimentación hasta alcanzar unas condiciones de empuje mínimo. El empuje activo se define como la resultante de los empujes unitarios σ'_a, que se ha determinado mediante las siguientes fórmulas:

$$\sigma_a = K_A \sigma'_v - 2 \cdot c' \sqrt{K_A}$$

$K_A = tg^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$; siendo ϕ el ángulo de rozamiento interno del terreno, c' la cohesión y σ'_v la tensión efectiva vertical, de valor γ'_z, siendo γ' el peso específico efectivo del terreno y z la altura del punto considerado respecto a la rasante del terreno en su acometida al elemento de contención.

Empuje pasivo: cuando el elemento de contención es comprimido contra el terreno por las cargas transmitidas por una estructura u otro efecto similar hasta alcanzar unas condiciones de máximo empuje. El empuje pasivo se define como la resultante de los empujes unitarios $\sigma'p$, que se ha determinado mediante las siguientes fórmulas:

$\sigma_p = K_p \sigma'_v - 2 \cdot c' \sqrt{K_p}$

$K_P = tg^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$; siendo ϕ el ángulo de rozamiento interno del terreno, c' la cohesión y $\sigma'v$ la tensión efectiva vertical, de valor $\gamma' \cdot z$, siendo γ' el peso específico efectivo del terreno y z la altura del punto considerado respecto a la rasante del terreno en su acometida al elemento de contención.

Para la consideración de las sobrecargas de uso actuantes en la coronación de los elementos de contención se ha considerado una altura de tierras equivalente encima de la rasante, teniendo en cuenta la densidad del material contenido.

$He = \frac{q}{\gamma}$; siendo γ el peso específico del terreno contenido.

Para la consideración de otros estados de sobrecarga distintos de la uniforme repartida se ha utilizado la formulación propuesta en el apartado 6.2.7 del DB SE-C.

Se ha considerado una ley de empujes en forma acumulativa, considerando cada estrato como una sobrecarga para el subyacente.

El efecto del agua intersticial se ha considerado mediante el método de las presiones efectivas.

2.2.2 Acciones variables

Son las acciones cuya variación en el tiempo no es monótona ni despreciable respecto al valor medio. Se contemplan dentro de esta categoría las sobrecargas de uso, las acciones sobre barandillas y elementos divisorios, la acción del viento, las acciones térmicas y la acción que produce la acumulación de nieve.

2.2.2.a Sobrecargas de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

Se ha considerado, para el cálculo de los esfuerzos en los elementos estructurales, la aplicación de una carga distribuida uniformemente, adoptando los valores característicos de la tabla 3.1 del DB SE-AE. Para las comprobaciones locales de capacidad portante se ha considerado una carga concentrada actuando en cualquier punto de la zona afectada. Dicha carga concentrada se ha considerado actuando simultáneamente con la sobrecarga uniformemente repartida en las zonas de uso de tráfico y aparcamiento de vehículos ligeros, y de forma independiente y no simultánea con ella en el resto de casos descritos en la tabla mencionada.

En el caso de balcones volados se ha considerado una sobrecarga lineal repartida actuando en los bordes de valor 2 kN/ml.

Se ha realizado la comprobación con alternancia de cargas en elementos críticos tales como vuelos importantes o zonas de aglomeración.

Para el cálculo de elementos portantes horizontales y verticales se ha realizado la reducción de sobrecarga permitida en el apartado 3.1.2 del DB SE-AE.

2.2.2.b Acciones sobre barandillas y elementos divisorios

Para el cálculo de los elementos estructurales del edificio se ha tenido en cuenta la aplicación de una fuerza horizontal a una distancia de 1,20m sobre el borde superior del elemento, dando lugar a un momento flector sobre los forjados en el caso de barandillas. El valor de la acción horizontal se ha determinado en base a lo estipulado en la tabla 3.2 del DB SE-AE.

2.2.2.c Viento

Son las acciones producidas por la incidencia del viento sobre los elementos expuestos a él. Para su determinación se considera que éste actúa perpendicularmente a la superficie expuesta con una presión estática q_e que puede expresarse como:

$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$, siendo:

q_b = Presión dinámica del viento.

c_e = Coeficiente de exposición, en función de la altura del edificio y del grado de aspereza del entorno.

c_p = Coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma.

Para la determinación de la presión dinámica del viento (q_b) se utiliza la simplificación propuesta por el DB SE-AE para todo el territorio español, adoptándose el valor de 0,5 KN/m^2.

Para la determinación del coeficiente de exposición se ha considerado el grado de aspereza del edificio y la altura en cada punto según la tabla 3.3 del DB SE-AE.

Para la determinación del coeficiente eólico o de presión se ha considerado la esbeltez en el plano

Cabe mencionar que el coeficiente de exposición se ha ido adaptando a la altura y esbeltez de los distintos puntos del edificio expuestos el viento.

2.2.2.d Acciones térmicas

Las acciones térmicas han sido consideradas en el proyecto en los casos en que se ha estimado posible la existencia de un gradiente térmico o que las dimensiones de un determinado elemento continuo de estructura han sobrepasado los valores límite que establece la normativa al respecto (40m). Por ello se ha sometido a la estructura a la acción térmica causada por un aumento de temperatura que corresponde al que establece la norma Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación en los artículos 3.4.1 y 3.4.2. Para elementos expuestos a la intemperie se ha tomado como temperaturas extremas máximas y mínimas las que constan en el "Anejo E. Datos climáticos".

Para el caso de estructuras y elementos de hormigón armado ha sido considerado el criterio que establece el Código Estructural en el artículo A.5 de su anejo A, *Valores de las Acciones*.

Los coeficientes de dilatación térmica adoptados se especifican en el apartado donde se hace referencia a las características de los materiales.

2.2.2.e Nieve

Según el DB SE-AE, el valor de la carga de nieve por unidad de superficie puede determinarse con la fórmula:

$q_n = \mu \cdot s_k$; siendo μ el coeficiente de forma de la cubierta, y s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

En cubiertas planas y terreno horizontal el coeficiente de forma toma el valor μ=1. En la localidad de Donostia, el valor característico de la carga de nieve toma el valor s_k=0,30 kN/m².

2.2.3 Acciones accidentales

2.2.3.a Sismo

En la determinación de las acciones sísmicas se ha considerado la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación, NCSE-02.

Dicha norma, en el artículo 1.2., apartado 2º, establece una clasificación de las construcciones en función de su uso, según el siguiente criterio:

a) *De importancia moderada:* son las que con muy poca probabilidad su ruina por terremoto pueda causar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos relevantes a terceros.

b) *De importancia normal:* son las que su destrucción por terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni que su destrucción pueda dar lugar a efectos catastróficos.

c) *De importancia especial:* son las que su destrucción por terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

Según el anterior criterio y dadas las características de uso del edificio, éste se ha catalogado de **importancia normal**.

La estructura diseñada, por disponer de una capa superior armada, monolítica y enlazada a la estructura en la totalidad de la superficie de cada planta, se considera de pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones.

Por otro lado, la aceleración sísmica de cálculo *ac*, de acuerdo con el artículo 2.2 de la mencionada norma, se ha calculado según la expresión:

$a_c = S \rho a_b$

donde:

a_c es la aceleración sísmica de cálculo,

a_b es la aceleración sísmica básica,

ρ es el coeficiente de riesgo y

S es el coeficiente de amplificación del terreno.

Para el caso objeto de la presente, los anteriores valores han resultado:

- Aceleración sísmica básica, a_b, y coeficiente de riesgo, ρ:

  Localidad: **Donostia**

  a_b: **< 0.04g**

  ρ: **1.0**

De acuerdo con el artículo 1.2.3 de la *NCSE-02*, dada la clasificación de la construcción, la consideración de monolitismo de su estructura y los valores de la aceleración sísmica básica, **NO** han sido consideradas las repercusiones producidas por la acción sísmica en la estructura.

2.2.4 Estados de carga considerados en los forjados.

A continuación, se resumen los estados de carga considerados en cada forjado o zona de forjado en base a las acciones establecidas en el apartado anterior.

Zona:	**BANCADA METÁLICA**
Tipo de forjado:	Metálico
Peso propio:	0,25 KN/m^2
Cargas permanentes (Tramex):	0,35 KN/m^2
Sobrecarga de uso (Maquinaria)	10,78 KN/m^2
Total:	**11,38 KN/m^2**

2.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Los coeficientes de seguridad adoptados afectan tanto a las características mecánicas de los materiales, como a las acciones que solicitan a la estructura. Ambas tipologías se detallan a continuación.

2.3.1 Coeficientes de minoración de resistencias de los materiales.

Los coeficientes de minoración de resistencia gravan de forma distinta a los elementos en función de diversos parámetros, de los cuales el más relevante es el tipo de material que los constituye.

Para cada caso se tiene:

2.3.1.a Hormigón armado.

Con relación a los coeficientes de minoración de resistencia del hormigón armado es necesario distinguir entre el que se aplica directamente sobre el hormigón, γ_c, y el que lo hace sobre el acero para armaduras pasivas y activas, γ_s. Dado que el nivel de control de ejecución de la obra es normal, los coeficientes respectivos son 1.50, 1.15 y 1.15, respectivamente.

2.3.1.b Acero laminado.

Se han adoptado los siguientes valores:

γ_{M0} = 1,05 relativo a la plastificación del material.

γ_{M1} = 1,10 relativo a fenómenos de inestabilidad.

γ_{M2} = 1,25 relativo a resistencia última del material o sección, y a medios de unión.

γ_{M3} = 1,10 relativo a la resistencia del deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en ELS.

γ_{M3} = 1,25 relativo a la resistencia del deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en ELU.

γ_{M3} = 1,40 relativo a la resistencia del deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en ELU, en el caso de huecos óvalos o con sobremedida.

2.3.1.c Fábrica de ladrillo.

Se ha considerado un coeficiente de seguridad de γ_M = 3.0, por el cual se ha tenido en cuenta una Categoría de ejecución C, y una Categoría del control de fabricación de II.

2.3.2 Coeficientes de mayoración de acciones.

Paralelamente a los anteriores, los de mayoración de acciones también dependen del material.

Con este criterio se observan los coeficientes que a continuación se detallan.

2.3.2.a Hormigón armado.

Según tipifica el Código Estructural en su artículo 66, los coeficientes de mayoración considerados para un nivel de ejecución normal son los que se relacionan en la tabla 1 para los *Estados Límite Último* (ELU) y en la tabla 2 para los *Estados Límite de Servicio* (ELS).

Tipo de Acción	Situación Persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente	γ_G=1,00	γ_G=1,50	γ_G=1,00	γ_G=1,00
Pretensado	γ_P=1,00	γ_P=1,00	γ_P=1,00	γ_P=1,00
Permanente de valor no constante	γ_{G^*}=1,00	γ_{G^*}=1,60	γ_{G^*}=1,00	γ_{G^*}=1,00
Variable	γ_Q=0,00	γ_Q=1,60	γ_Q=0,00	γ_Q=1,00
Accidental	-	-	γ_A=1,00	γ_A=1,00

Tabla 1: Coeficientes de mayoración de cargas en elementos de hormigón armado y pretensado.

Estados Límites Últimos

2.3.2.b Acero laminado.

Con relación a los coeficientes γ_c que gravan en las estructuras de acero, se consideran los que establece el Documento Básico SE Seguridad estructural, en la tabla 4.1 del capítulo 4.

Tipos de verificación		Situación Persistente o transitoria	
		Efecto desfavorable	Efecto favorable
Resistencia	Permanentes		
	Peso propio	1.35	0.80
	Empuje del terreno	1.35	0.70
	Presión agua	1.20	0.90
	Variable	1.50	1.00
Estabilidad		Desestabilizadora	Estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio	1.10	0.90
	Empuje del terreno	1.35	0.80
	Presión agua	1.05	0.95
	Variable	1.50	0

Tabla 3: Coeficientes parciales γ de seguridad para acciones.

2.4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO.

Las hipótesis de cálculo contempladas para el análisis de la estructura que se presenta han sido diversas, en función del material constituyente de un elemento o parte de la estructura, principalmente. De este modo se tienen los siguientes cuadros de hipótesis consideradas para

Estados Límite Últimos (ELU) y Estados Límite de Servicio (ELS).

2.4.1 Estructuras de madera laminada

Se ha considerado un modelo de cálculo para el pórtico y otro para la correa.

Donde se analizan los Estados Límites Últimos y los Estados Límites de Servicio,

Teniendo en cuenta el método de cálculo especificado en el C.T.E. estados límites últimos, mayorando las acciones y condicionando los valores característicos, todos los elementos de la estructura cumplen debidamente las solicitaciones requeridas.

-Para Estados Límite Últimos

Las situaciones de proyecto se han abordado a partir de los siguientes criterios

- Situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1}\ Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,i} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

-Para Estados Límite de Servicio

Las distintas situaciones de proyecto en general se han abordado con los siguientes criterios

- Combinación poco probable

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1}\ \psi_{1,1}\ Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes
$G^*_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante
$\psi_{o,i}\, Q_{k,i}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes
$\psi_{1,1}\ Q_{k,1}$	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante
$\psi_{2,i}\, Q_{k,i}$	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental
A_k	Valor característico de la acción accidental
$A_{E,k}$	Valor característico de la acción sísmica

2.4.2 Estructuras de hormigón armado y pretensado.

Han sido consideradas las que tipifica la *CTE-DB-SE*, según el detalle:

-Para Estados Límite Últimos

Las situaciones de proyecto se han abordado a partir de los siguientes criterios

- Situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,i} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

-Para Estados Límite de Servicio

Las distintas situaciones de proyecto en general se han abordado con los siguientes criterios

- Combinación poco probable

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes
$G^*_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante
P_k	Valor característico de la acción del pretensado
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante
$\psi_{o,i}\ Q_{k,i}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes
$\psi_{1,1}\ Q_{k,1}$	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante
$\psi_{2,i}\ Q_{k,i}$	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental
A_k	Valor característico de la acción accidental
AE,k	Valor característico de la acción sísmica

2.4.3 Estructuras de Acero Laminado, Ladrillo y Madera.

Han sido consideradas las que tipifica la DB-SE, "Documento Básico SE Seguridad Estructural" en su artículo 4.2.2 y 4.3.2, según se detalla a continuación:

-Para Estados Límite Últimos

Las situaciones de proyecto se han abordado a partir de los siguientes criterios

- Situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1}\ Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,i} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

-Para Estados Límite de Servicio

Las distintas situaciones de proyecto en general se han abordado con los siguientes criterios

- Combinación poco probable

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes
$G^*_{k,j}$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante
$Q_{k,1}$	Valor característico de la acción variable determinante
$\psi_{o,i}\ Q_{k,i}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes
$\psi_{1,1}\ Q_{k,1}$	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante

$\psi_{2,i}\, Q_{k,i}$	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental
Ak	Valor característico de la acción accidental
AE,k	Valor característico de la acción sísmica

2.5 MÉTODOS DE CÁLCULO

Para la determinación de esfuerzos en los distintos elementos estructurales se han utilizado los postulados básicos de la elasticidad y la resistencia de materiales, aplicándolos de forma diversa y a través de distintas metodologías en función del elemento o conjunto a analizar, tal y como se detalla más adelante.

Por otro lado, para la comprobación de secciones de hormigón, se han utilizado las bases del cálculo en el Estado Límite Último (ELU) y en el Estado Límite de Servicio (ELS), considerando que el material trabaja en régimen anelástico, contemplando de este modo la fisuración por tracción y la elasto-plasticidad en compresión, según se ha especificado en el apartado cuarto de la presente. Para la comprobación de las secciones de acero, en general se han utilizado las bases de cálculo en el Estado Límite de Último (ELU) y en el Estado Límite de Servicio (ELS) teniendo presente el diagrama elasto-plástico del material.

La especificación de la metodología utilizada para el análisis de los diversos tipos estructurales se detalla a continuación.

2.5.1 Estructuras de barras.

Su análisis se ha llevado a cabo mediante el cálculo matricial de estructuras definidas en el espacio.

Para la determinación de las matrices de rigidez de cada una de las barras han sido contemplados los dos teoremas de Mohr, la ley de Hooke y la teoría de la torsión de Saint Venant, mediante lo cual han sido relacionados todos los movimientos posibles de los extremos de las barras con los esfuerzos que los provocan.

En los casos en los que la esbeltez de la estructura ha sido determinante, se ha utilizado también el cálculo matricial no lineal, formulando la ecuación de equilibrio de la estructura bajo las consideraciones de la teoría en segundo orden, deduciendo las matrices de rigidez de las barras y

los vectores de acciones en función del esfuerzo axial que les solicita. En este caso el proceso ha sido resuelto mediante una aproximación basada en el método de Newton-Raphson.

2.5.2 Losas continuas.

Para el análisis de placas y losas tanto macizas como aligeradas (forjados reticulares y tipo sandwich) y solicitadas a carga transversal se ha realizado una aproximación mediante el método de los elementos finitos, en régimen lineal. Para ello ha sido utilizada la teoría de flexión de Reissner-Mindlin, que tiene en cuenta la deformación transversal por cortante. Para el análisis de *placas gruesas*, para las que la relación luz/canto es menor que 10, se ha utilizado la teoría directamente; en cambio, para el análisis de las *placas delgadas*, para las que la relación luz/canto es igual o superior a 10, se ha utilizado una variación sobre la teoría, imponiendo la condición de deformación por cortante constante en los elementos, lo que permite abordar el análisis según un planteamiento de continuidad C_o, eliminando a la vez el efecto de bloqueo de la solución por cortante.

El análisis de placas delgadas ha sido realizado mediante una discretización basada en los elementos de la familia DK; esto es, el elemento triangular *DKT* (Discrete Kirchhoff Triangular), de tres nodos y nueve grados de libertad, y el elemento *DKQ* (Discrete Kirchhoff Quadrilateral), de cuatro nodos y doce grados de libertad, indistintamente. El análisis de placas gruesas se ha abordado mediante el elemento cuadrático de la familia serendípita, de ocho nodos y 24 grados de libertad, y el elemento de Dvorkin-Bathe, de cuatro nodos y doce grados de libertad.

El cálculo de losas sobre lecho elástico se ha abordado mediante las mismas teorías de flexión, considerando un comportamiento elástico del terreno de base, a partir del valor de su coeficiente de balasto particular.

2.5.3 Muros pantalla y muros de contención.

Para el análisis de la estabilidad de los muros de contención y de los muros pantalla se ha utilizado la teoría de empujes activos y pasivos de Rankine, sobre un modelo de barras flexibles inmersas en un semiespacio elasto-plástico, aplicando un proceso incremental que tiene en cuenta las diferentes fases constructivas.

Para ello se ha discretizado la pantalla de contención y se ha solicitado, por un lado, a los empujes correspondientes a cada fase constructiva, y, por otro, a la reacción que provoca su empotramiento sobre un semiespacio elasto-plástico. En el caso del cálculo de muros de contención convencionales, el soporte se ha resuelto directamente mediante una zapata; en el caso de los análisis de los muros pantalla, mediante su empotramiento en el terreno.

2.5.4 Estabilidad de taludes.

Para la determinación de la estabilidad de taludes se ha utilizado el método del equilibrio de masas de tierra discretas, suponiendo diversos trazados de superficies de rotura cilíndricas y obteniendo el de menor coeficiente de seguridad. Este coeficiente siempre ha resultado ser superior al valor 1.20.

2.5.5 Comprobación de perfilería metálica.

La comprobación de perfilería metálica se ha llevado a cabo sobre la base de las consideraciones de la normativa "DB-SE-A, Documento Básico SE Seguridad estructural Acero", según métodos elásticos.

2.5.6 Armado de secciones de hormigón armado y pretensado.

El armado de secciones de hormigón se ha realizado en rotura, considerando el diagrama σ-ε que se detalla en el tercer apartado de la presente.

Mediante esta metodología se han analizado los casos de flexión simple recta y esviada, flexocompresión recta y esviada, compresión compuesta recta y esviada y tracción compuesta recta o esviada, según la determinación del plano de deformaciones a partir del planteamiento de las ecuaciones de equilibrio interno a nivel sección, compatibles con las ecuaciones constitutivas de los materiales.

Para la comprobación a esfuerzos rasantes, tipo cortante o momento torsor, se han utilizado las consideraciones al respecto del CÓDIGO ESTRUCTURAL.

2.6 PROGRAMAS INFORMÁTICOS DE CÁLCULO UTILIZADOS

2.6.1 Procesadores. Definición de esfuerzos y estados tensionales.

CYPE 2025.d de Cype Ingenieros S.A.

FRAME de la Escuela de Caminos de Madrid

2.6.2 Post-procesadores. Comprobación de estructuras y armado de elementos de hormigón.

Distintas hojas de cálculo elaboradas por el proyectista destinadas al cálculo de armados en estructuras de hormigón sometidas a flexión, cálculo de crucetas de punzonamiento, comprobación de perfilería metálica, cálculo de encepados

2.7 CRITERIOS DE DIMENSIONADO

En el dimensionado de los elementos que componen la estructura ha sido considerada la satisfacción de los estados límites últimos, ELU y los estados límites de servicio, ELS, que se detallan a continuación:

- *ELU de equilibrio*: los efectos de cálculo estabilizantes sobrepasan a los efectos de cálculo desestabilizantes.

- *ELU de agotamiento* frente a las solicitaciones: las fuerzas internas capaces de desarrollarse en toda sección de la estructura igualan o sobrepasan las fuerzas de cálculo que las solicitan.

- *ELU de inestabilidad*: las fuerzas internas capaces de desarrollarse en toda sección de la estructura igualan o sobrepasan las fuerzas de cálculo que las solicitan sumadas a las derivadas de los efectos de segundo orden o de inestabilidad.

- *ELS de fisuración* (solamente en elementos de hormigón armado y pretensado): la abertura característica de las fisuras, w_k, cumple con los valores definidos en el Código Estructural en función de la clase de exposición del elemento.

- *ELS de deformación*: el dimensionado ha sido realizado en base a lo estipulado en el apartado 4.3.3 del DB SE. Esto es:

En el caso de considerar la integridad de los elementos constructivos, considerando las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento (todas las cargas excepto el peso propio).

Tipo de cerramiento	Valor flecha/luz
Pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas	1/500
Pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.	1/400
Resto de los casos	1/300

En el caso de tener en cuenta el confort de los usuarios, considerando las deformaciones producidas por las acciones de corta duración (acciones variables), limitándolas a L/350 (siendo L la luz del elemento).

En el caso de considerar la apariencia de la obra, considerando las deformaciones producidas por cualquier combinación de acciones cuasipermanente, limitándolas a L/300 (siendo L la luz del elemento).

Para el caso particular de forjados de hormigón se ha limitado la flecha activa al valor f= 1cm.

- ELS de vibraciones: Las estructuras y sus elementos susceptibles de sufrir vibraciones por efecto rítmico de las personas han sido diseñados con modos propios de oscilación mayores que los que se muestran en la tabla siguiente.

Estructura	Frecuencia mínima (Hz)
Gimnasios, palacios de deportes, estadios	8,00
Salas de fiestas o conciertos sin asientos	7,00
Centros comerciales y locales de pública concurrencia sin asientos fijos.	5,00
Salas de espectáculos con asientos fijos	3,40
Pasarelas	4,50

El resto de elementos han sido diseñados con un primer modo propio de vibración de valor próximo a 3,00Hz.

2.8 NORMATIVA

2.8.1 Normativa básica

DB-SE, "Documento Básico SE Seguridad estructural"

DB-SE-AE, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acciones en la edificación"

DB-SE-C, "Documento Básico SE Seguridad estructural Cimientos"

DB-SE-A, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acero"

DB-SE-F, "Documento Básico SE Seguridad estructural Fábrica"

DB-SE-M, "Documento Básico SE Seguridad estructural Madera"

CÓDIGO ESTRUCTURAL

N.C.S.R.-02, "Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación".

2.8.2 Normativa complementaria

EUROCÓDIGO 1, "Bases de proyecto y acciones en estructuras".

EUROCÓDIGO 1, "Bases de proyecto y acciones en estructuras"

- Parte 2-1: Acciones en estructuras densidades, pesos propios y cargas exteriores

EUROCÓDIGO 1, **"**Bases de proyecto y acciones en estructuras".

- Parte 1: Bases de proyecto

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

- Parte 1-4: Reglas generales hormigón de árido ligero de textura cerrada.

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

- Parte 1-3: Reglas Generales

  Elementos y estructuras prefabricados de hormigón

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

- Parte I–I: Reglas generales y reglas para edificación

EUROCÓDIGO 2, "Proyecto de estructuras de hormigón".

- Parte 1-5: Reglas generales estructuras con tendones de pretensado exteriores o no adherentes.

EUROCÓDIGO 3, "Proyecto de estructuras de acero".

- Parte I-I: Reglas generales

  Reglas generales y reglas para edificación (suplementos de la UNE-ENV 1993-1-1)

EUROCÓDIGO 3, **"**Proyecto de estructuras de acero".

- Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

EUROCÓDIGO 4, "Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero".

- Parte 1-2: Reglas generales proyecto de estructuras sometidas al fuego.

EUROCÓDIGO 4, "Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero".

- Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

EUROCÓDIGO 8, "Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes".

- Parte 5: Cimentaciones, estructuras de contención de tierras y aspectos geotécnicos.

EUROCÓDIGO 8, "Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes".

- Parte 1-1: Reglas generales acciones sísmicas y requisitos generales de las estructuras.

EUROCÓDIGO 8, "Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes".

- Parte 1-2: Reglas generales

Reglas generales para edificios

NTE-ECG, "Cargas gravitatorias"

NTE-ECR, "Cargas por retracción"

NTE-ECS, "Cargas sísmicas"

NTE-ECT, "Cargas térmicas"

NTE-ECV, "Cargas de Viento"

NTE-EAF, "Forjados"

NTE-EAV, "Vigas"

NTE-EHU, "Forjados unidireccionales"

NTE-EHV, "Vigas"

NTE-EHS, "Soportes"

NTE-EHR, "Forjados reticulares"

NTE-EFL, "Fábrica de ladrillo"

NTE-EFB, "Fábrica de bloques"

NTE-WXV, "Vigas"

NTE-EXS, "Soportes"

NTE-CEG, "Estudios geotécnicos"

NTE-CPI, "Pilotes in situ"

Recomendaciones para el proyecto, construcción y control de anclajes al terreno. H.P.8-96.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo

Manual para el cálculo de Tablestacas. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo

3.- DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

En el diseño y el análisis de los elementos estructurales descritos en el presente documento se ha atendido a todas las exigencias y requerimientos estipulados en el Código Técnico de la Edificación (CTE), y en particular a los Documentos Básicos que se citan a continuación:

DB-SE, "Documento Básico SE Seguridad estructural"

DB-SE-AE, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acciones en la edificación"

DB-SE-C, "Documento Básico SE Seguridad estructural Cimientos"

DB-SE-A, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acero"

DB-SE-M, "Documento Básico SE Seguridad estructural Madera"

4.- MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

4.1 Elementos constituidos por acero laminado y madera.

Las estructuras de acero y madera laminada por lo general son las que revisten mayor repercusión en cuanto a las tareas de mantenimiento se refiere, dada la mayor inestabilidad del material consecuencia de su estructura molecular. Principalmente, el mantenimiento tendrá como objeto detectar, prevenir y subsanar la oxidación y la corrosión de sus elementos.

Para ello, cabe proteger la estructura de la intemperie mediante los elementos constructivos especificados en proyecto, en las condiciones que fijan los Pliegos de Condiciones adjuntos.

Para preservar su durabilidad, la estructura deberá someterse a un programa de mantenimiento concreto en base a los siguientes preceptos:

1. Control general del comportamiento de la estructura

a) Inspección convencional cada 10 años. Se examinará con especial atención, la existencia de síntomas de daños estructurales que se manifiesten en daños en los elementos inspeccionados (fisuras en cerramientos a causa de deformaciones...). También se identificarán daños potenciales (humedades, condensaciones, uso inadecuado...).

b) Inspección cada 15 años. Con objeto de descubrir daños de carácter frágil, que todavía no afectan a otros elementos no estructurales (cerramientos...). En este caso se observarán

situaciones donde puedan producirse deslizamientos no previstos de uniones atornilladas, corrosiones localizadas...

2. Control del estado de conservación del material.

Es distinguirá según la clasificación de la estructura, en función de su exposición:

a) La estructura metálica o el elemento es interior o no expuesto a agentes ambientales nocivos (Clases de exposición C1 y C2 según tabla 6). Deberá realizarse una revisión de la estructura cada cinco años, detectando puntos de inicio de la oxidación. En ellos y en la zona colindante deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada mediante la imprimación local de pintura antioxidante, como mínimo de las mismas características que la utilizada en la obra.

   Cada 15 años deberá procederse a una revisión exhaustiva de toda la estructura, realizando un posterior pintado total de la misma con un material como mínimo de las mismas características que el utilizado en la obra.

b) La estructura metálica o elemento es exterior o queda en un ambiente de agresividad moderada (Clase de exposición C3 según tabla 6). Deberá realizarse una revisión de la estructura cada tres años, detectando puntos de inicio de la oxidación. En ellos y en la zona colindante deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada mediante la imprimación local de pintura antioxidante, como mínimo de las mismas características que la utilizada en la obra.

   Cada 10 años deberá procederse a una revisión exhaustiva de toda la estructura, realizando un posterior pintado total de la misma con un material como mínimo de las mismas características que el utilizado en la obra.

c) La estructura metálica es exterior y expuesta a un ambiente de agresividad elevada (Clase de exposición C4 y C5 según tabla 6). Deberá realizarse una revisión anual de la estructura, detectando puntos de inicio de la oxidación. En ellos y en la zona colindante deberá levantarse el material degradado y proteger la zona deteriorada mediante la imprimación local de pintura antioxidante, como mínimo de las mismas características que la utilizada en la obra.

   Cada cinco años deberá procederse a una revisión exhaustiva de toda la estructura, realizando un posterior pintado total de la misma con un material como mínimo de las mismas características que el utilizado en la obra.

En el presente caso la clase de exposición es del tipo C3. Las inspecciones se coordinarán haciendo coincidir los dos conceptos: comportamiento de la estructura y conservación del material.

Designación	Pérdida de masa por unidad de superficie/pérdida de grosor en el primer año, aceros con contenido bajo de carbono		
	Clase de exposición a la corrosión atmosférica.	Pérdida de masa g/m^2	Pérdida de grosor µm
C1	muy baja	≤10	≤1.3
C2	baja	>10 hasta 200	>1.3 hasta 25
C3	media	>200 hasta 400	>25 hasta 50
C4	alta	>400 hasta 650	>50 hasta 80
C5-I	muy alta (Industrial)	>650 hasta 1500	>80 hasta 200
C5-M	muy alta (marina)	>80 hasta 200	>30 hasta 60

4.2 Estructuras de hormigón.

Las partes de la estructura constituidas por hormigón armado deberán someterse también a un programa de mantenimiento, de manera muy parecida al definido para la estructura metálica, ya que el mayor número de patologías del hormigón armado son consecuencia o se manifiestan al iniciarse el proceso de corrosión de sus armaduras. Básicamente, pues, el mantenimiento deberá hacer frente a la detección, prevención y reparación de la oxidación y la corrosión de dichos elementos.

Para preservar su durabilidad, la estructura deberá someterse a un programa de mantenimiento concreto en base a los siguientes preceptos:

a) La estructura de hormigón es interior (Clase de exposición I según tabla 27.1.a del capítulo 7, artículo 27 del Código Estructural). Será precisa una revisión de los elementos a los dos años de haber sido construidos y luego establecer una revisión de los mismos cada 10 años con objeto de detectar posibles fisuraciones, carbonataciones o anomalías de los paramentos.

   Si dichas fisuraciones resultan visibles al observador, será conveniente inyectarlas y protegerlas con algún tipo de resina epoxi, para evitar la oxidación de las armaduras. Asimismo, si se observan zonas con profundidades de carbonatación anómalas, deberán protegerse éstas mediante pinturas protectoras anti-carbonatación.

b) La estructura de hormigón es exterior o queda inmersa en un ambiente húmedo (Clase de exposición XC1, XC2, XC3 y XC4 según tabla 27.1.A y clase especifica de exposición tipo XF3 según tabla 27.1.a del capítulo 7, artículo 27 del Código Estructural En este caso será precisa una revisión de los elementos al año de haber sido construida y luego establecer una revisión de los mismos cada dos años con objeto de detectar posibles fisuraciones, carbonataciones o anomalías de los paramentos.

   Si dichas fisuraciones resultan visibles al observador, será conveniente inyectarlas y protegerlas con algún tipo de resina epoxi, para evitar la oxidación de las armaduras. Asimismo, si se observan zonas con profundidades de carbonatación anómalas, deberán protegerse éstas mediante pinturas protectoras anti-carbonatación.

c) La estructura de hormigón queda expuesta a un ambiente de agresividad elevada (Clase de exposición XS1, XS2, XS3 XD1, XD2 y XD3 según tabla 27.1.a y el resto de las clases específicas de exposición según tabla 27.1.a del capítulo 7, artículo 27 del Código Estructural). Será precisa una imprimación con resina epoxi de todos los paramentos de sus elementos después de haberse completado el fraguado y proceder a una revisión al cabo de seis meses de haber sido construido. Posteriormente se someterá a la estructura a un programa de revisiones bianual con objeto de detectar posibles fisuraciones, carbonataciones o anomalías de los paramentos.

Si dichas fisuraciones resultan visibles al observador, será conveniente inyectarlas y protegerlas con algún tipo de resina epoxi, para evitar la oxidación de las armaduras. Asimismo, si se observan zonas con profundidades de carbonatación anómalas, deberán protegerse éstas mediante pinturas protectoras anti-carbonatación.

Será, además, preceptiva una nueva imprimación de pintura anticarbonatación cada cinco años, salvo indicación expresa del fabricante de la pintura en relación a otro calendario, que no excederá de los 10 años.

Donostia, a 2 de abril de 2025

NORFER INGENIEROS, SL

Fdo. José Ignacio UCIN BURGAÑA

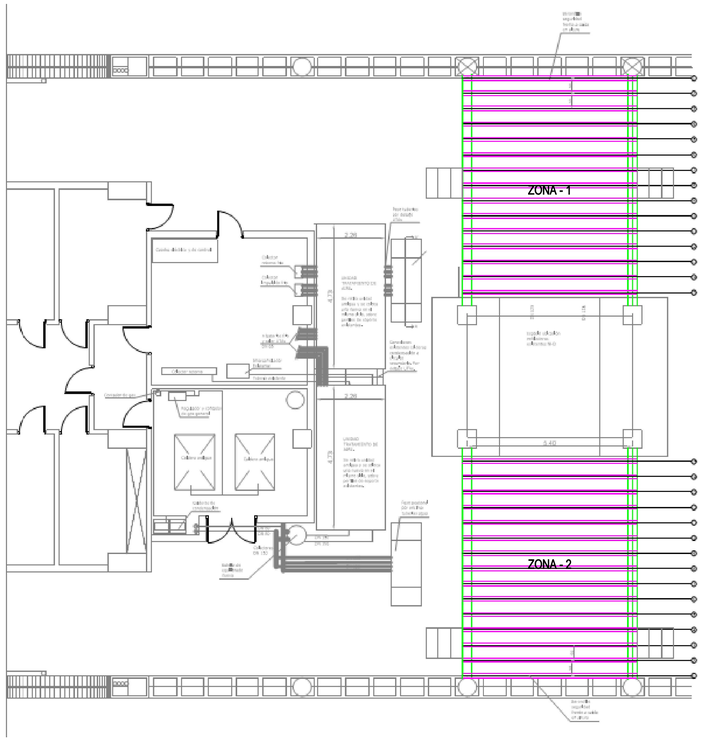
Director de Norfer Ingenieros

Fdo. Iñaki UCÍN IRIBARR

Ingeniero Industrial

Colegiado nº: 3.598

PLANO


ZONA - 1
ZONA - 2
Cuadro eléctrico de control
Cabina Aseos
Cabina Aseos
Cabina Aseos

JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULO

1. ESTRUCTURA METÁLICA

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto..... 2

2. ESTRUCTURA..... 3
2.1. Geometría..... 3
2.1.1. Nudos..... 3
2.1.2. Barras..... 4
2.2. Resultados..... 7
2.2.1. Barras..... 7

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	14.800	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	14.800	7.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	20.200	7.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	20.200	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	14.800	7.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N6	20.200	7.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N7	14.800	6.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N8	20.200	6.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N9	14.800	6.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N10	20.200	6.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N11	14.800	5.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N12	20.200	5.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N13	14.800	5.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N14	20.200	5.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N15	14.800	4.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N16	20.200	4.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N17	14.800	4.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N18	20.200	4.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N19	14.800	3.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N20	20.200	3.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N21	14.800	3.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N22	20.200	3.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N23	14.800	2.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N24	20.200	2.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N25	14.800	2.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N26	20.200	2.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N27	14.800	1.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N28	20.200	1.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N29	14.800	1.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N30	20.200	1.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N31	14.800	0.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N32	20.200	0.875	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N33	14.800	0.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado
N34	20.200	0.375	0.000	-	-	-	-	-	-	Articulado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	ν	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	α_{-t} (m/m°C)	γ (t/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_{-t}: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N1/N33	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.375	1.00	1.00	-	-
		N33/N31	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N31/N29	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N29/N27	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N27/N25	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N25/N23	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N23/N21	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N21/N19	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N19/N17	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N17/N15	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N15/N13	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N13/N11	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N11/N9	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N7	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N5	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	HE 340 A (HEA)	0.375	1.00	1.00	-	-
		N4/N34	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.375	1.00	1.00	-	-
		N34/N32	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N32/N30	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N30/N28	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N28/N26	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N26/N24	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N24/N22	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N22/N20	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N20/N18	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N18/N16	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N16/N14	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N14/N12	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N12/N10	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N6	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N6/N3	N4/N3	HE 340 A (HEA)	0.375	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N7/N8	N7/N8	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N11/N12	N11/N12	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N13/N14	N13/N14	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N15/N16	N15/N16	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N17/N18	N17/N18	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N19/N20	N19/N20	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N21/N22	N21/N22	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N23/N24	N23/N24	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N25/N26	N25/N26	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N27/N28	N27/N28	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N29/N30	N29/N30	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N31/N32	N31/N32	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-
		N33/N34	N33/N34	IPE 200 (IPE)	5.400	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2 y N4/N3
2	N5/N6, N7/N8, N9/N10, N11/N12, N13/N14, N15/N16, N17/N18, N19/N20, N21/N22, N23/N24, N25/N26, N27/N28, N29/N30, N31/N32 y N33/N34

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 340 A, (HEA)	133.50	74.25	25.39	27690.00	7436.00	131.41
		2	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	HE 340 A (HEA)	7.750	0.103	812.18
		N4/N3	HE 340 A (HEA)	7.750	0.103	812.18
		N5/N6	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N7/N8	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N9/N10	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N11/N12	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N13/N14	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N15/N16	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N17/N18	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N19/N20	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N21/N22	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N23/N24	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N25/N26	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N27/N28	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N29/N30	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N31/N32	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81
		N33/N34	IPE 200 (IPE)	5.400	0.015	120.81

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			HE 340 A	15.500			0.207			1624.36		
		HEA			15.500			0.207			1624.36	
			IPE 200	81.000			0.231			1812.17		
		IPE			81.000			0.231			1812.17	
Acero laminado	S275					96.500			0.438			3436.53

2.2. Resultados

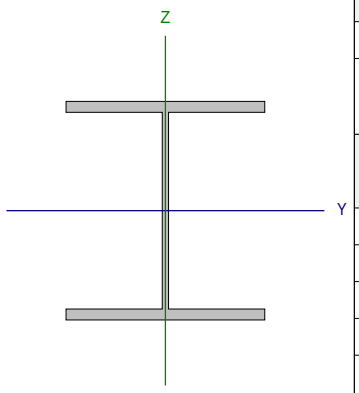
2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N20/N18

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm^2)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N20	N18	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : *297.00* mm
t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm
A_w: Área del alma. A_w : *28.22* cm^2
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: *49.50* cm^2
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. E : *2140673* kp/cm^2
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : *2701.33* kp/cm^2

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.750 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 35.711 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.005 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.091 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.018 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.235 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.220 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

1.164 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.164 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.220\ t \leq 78.192\ t$$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.220* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *156.384* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.755 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.753 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.455 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 35.711 t·m; $M_{z,Ed}^{-}$: 0.091 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 1.164 \text{ t} \leq 33.404 \text{ t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 1.164 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 66.807 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

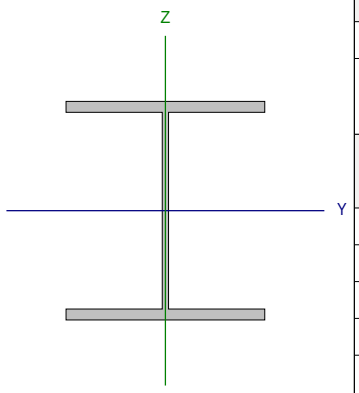
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N22/N20

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N22	N20	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : *297.00* mm
t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm
A_w: Área del alma. A_w : *28.22* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: *49.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. E : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.750 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 35.711 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.005 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.091 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.018 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.235 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.220 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

1.235 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.235 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.220\ t \leq 78.192\ t \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.220* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *156.384* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.755 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.753 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.455 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 35.711 t·m; $M_{z,Ed}^{-}$: 0.091 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 1.235 \text{ t} \leq 33.404 \text{ t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *1.235* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *66.807* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

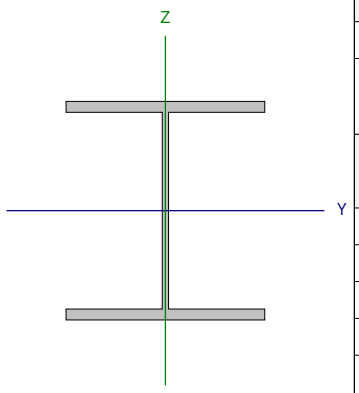
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N19/N17

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N19	N17	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : 297.00 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm
A_w: Área del alma. A_w : 28.22 cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 49.50 cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30
E: Módulo de elasticidad. E : 2140673 kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 2701.33 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.750 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 35.711 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.005 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.091 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.018 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.235 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.220 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

1.164 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.164 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.220\ t \leq 78.192\ t \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.220* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *156.384* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.755 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.753 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.455 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 35.711 t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.091 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

1.164 t ≤ 33.404 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *1.164* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *66.807* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

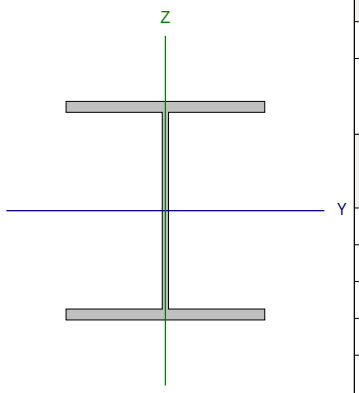
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N21/N19

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N21	N19	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : *297.00* mm
t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm
A_w: Área del alma. A_w : *28.22* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: *49.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. E : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.750 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 35.711 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.005 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.091 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.018 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.235 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.220 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

1.235 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.235 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.220 \text{ t} \leq 78.192 \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.220 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 156.384 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.755 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.753 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.455 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 35.711 t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.091 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 1.235 \text{ t} \leq 33.404 \text{ t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *1.235* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *66.807* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

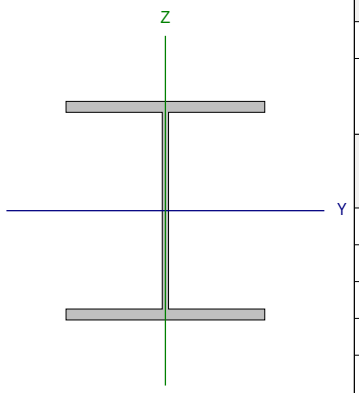
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N18/N16

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm^2)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N18	N16	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : *297.00* mm
t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm
A_w: Área del alma. A_w : *28.22* cm^2
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: *49.50* cm^2
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. E : *2140673* kp/cm^2
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : *2701.33* kp/cm^2

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.738 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 35.111 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.018 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.355 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.054 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.634 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.672 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

3.563 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.563 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.672\ t \leq 78.192\ t$$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.672 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 156.384 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.739 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.738 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.444 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 35.111 t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.019 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 3.563\ \text{t} \leq 33.404\ \text{t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 3.563 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 66.807 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

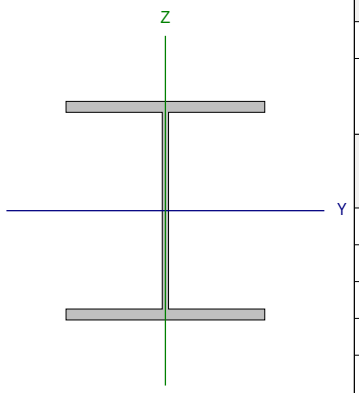
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N24/N22

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N24	N22	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : *297.00* mm
t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm
A_w: Área del alma. A_w : *28.22* cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: *49.50* cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. E : *2140673* kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : *2701.33* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.738 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 35.111 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.018 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.355 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.054 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.634 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.672 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

3.634 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.634 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.672\ t \leq 78.192\ t \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.672 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 156.384 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.739 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.738 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.444 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 35.111 t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.019 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 3.634 \text{ t} \leq 33.404 \text{ t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 3.634 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 66.807 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

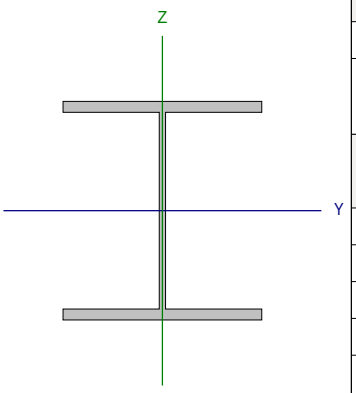
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N23/N21

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm^2)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N23	N21	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : *297.00* mm
t_w: Espesor del alma. t_w : *9.50* mm
A_w: Área del alma. A_w : *28.22* cm^2
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: *49.50* cm^2
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : *0.30*
E: Módulo de elasticidad. E : *2140673* kp/cm^2
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : *2701.33* kp/cm^2

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.738 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 35.111 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.018 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.355 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.054 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.634 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.672 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

3.634 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.634 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.672 \text{ t} \leq 78.192 \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.672 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 156.384 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.739 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.738 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.444 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 35.111 t·m; $M_{z,Ed}^{-}$: 0.019 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 3.634 \text{ t} \leq 33.404 \text{ t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 3.634 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 66.807 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

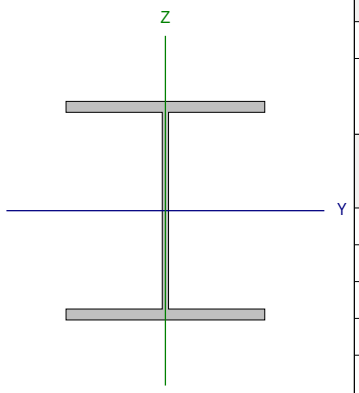
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N17/N15

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N17	N15	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : 297.00 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm
A_w: Área del alma. A_w : 28.22 cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 49.50 cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30
E: Módulo de elasticidad. E : 2140673 kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 2701.33 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.738 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 35.111 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.018 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.355 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.054 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.634 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.672 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

3.563 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3.563 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.672 \text{ t} \leq 78.192 \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.672 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 156.384 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.739 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.738 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.444 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 35.111 t·m; $M_{z,Ed}^{-}$: 0.019 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 3.563\ \text{t} \leq 33.404\ \text{t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 3.563 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 66.807 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

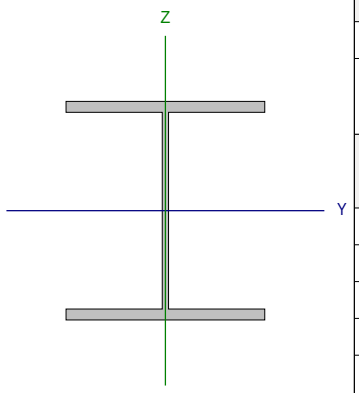
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N16/N14

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N16	N14	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : 297.00 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm
A_w: Área del alma. A_w : 28.22 cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 49.50 cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30
E: Módulo de elasticidad. E : 2140673 kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 2701.33 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.700 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 33.312 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.047 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.918 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.090 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 6.033 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²
b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm
t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²
g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.126 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

5.962 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.962 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 1.126 \text{ t} \leq 78.192 \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *1.126* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *156.384* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.718 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.711 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.438 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 33.312 t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.355 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 5.962\ \text{t} \leq 33.404\ \text{t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *5.962* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *66.807* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

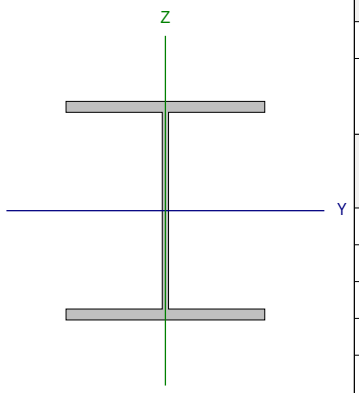
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N25/N23

Perfil: HE 340 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N25	N23	0.500	133.50	27690.00	7436.00	131.41

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

31.26 £ 179.49 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : 297.00 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm
A_w: Área del alma. A_w : 28.22 cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 49.50 cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. k : 0.30
E: Módulo de elasticidad. E : 2140673 kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 2701.33 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.700 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 33.312 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 47.595 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.047 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.918 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 19.447 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.090 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 6.033 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 66.807 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 44.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 133.50 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 16.50 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

25.58 < 65.92 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 25.58

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ h : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.126 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: 156.384 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 105.29 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

d: Altura del alma. d : 297.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 9.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$ 6.033 t ≤ 33.404 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 6.033 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.807 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 1.126 \text{ t} \leq 78.192 \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.126 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 156.384 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$ h : 0.718 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.711 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$ h : 0.438 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 0.000 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^{+}$: 33.312 t·m; $M_{z,Ed}^{-}$: 0.355 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 343.454 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 47.595 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 19.447 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 133.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1850.00 cm³; $W_{pl,z}$: 755.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ k_y : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ k_z : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

c_y, c_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. c_y : 1.00; c_z : 1.00

$`l_y$, $`l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $`l_y$ : 0.04; $`l_z$: 0.08

a_y, a_z: Factores dependientes de la clase de la sección. a_y : 0.60; a_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \qquad 6.033\ \text{t} \leq 33.404\ \text{t}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *6.033* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *66.807* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2. ANCLAJES HILTI

Empresa:	NORFER INGENIEROS SL	Página:	1
Dirección:	Portuetxe Bidea 14, 2 Of C	Proyectista:	IÑAKI UCIN
Teléfono I Fax:	617880913 |	Correo electrónico:	iucin@norferingenieros.com
Diseño:	hormigón - 1 de abr. de 2025	Fecha:	2/4/2025
Sub Proyecto I Pos. No.:			

Comentarios del especificador:

1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

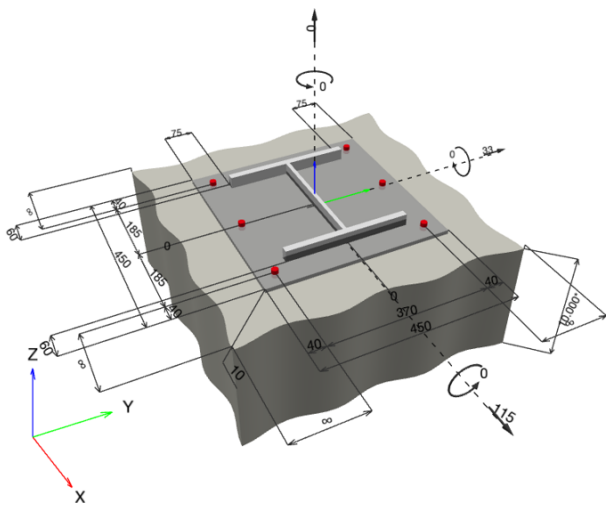


SAFESET

Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16**
Periodo de retorno (años de servicio):	50
Número de artículo:	2018416 HIT-Z M16x155 (Insertar) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Resina)
Specification text:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Anclaje with HIT-HY 200-A V3 resina de inyección with 96 mm embedment hef, M16, Acero Galvanizado, Hammer drill bit installation per ETA 19/0632,
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,opti}$ = 96,0 mm ($h_{ef,limit}$ = 192,0 mm)
Material:	DIN EN ISO 4042
Informe de Evalauación:	ETA 19/0632
Establecidos I Válidos:	26/9/2024 | -
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico
Fijación a distancia:	e_b = 0,0 mm (enrasado); t = 10,0 mm
Placa de anclaje[CBFEM] :	l_x x l_y x t = 450,0 mm x 450,0 mm x 10,0 mm;
Perfil:	IPBi/HEA, IPBI 340 / HE 340 A; (L x W x T x FT) = 330,0 mm x 300,0 mm x 9,5 mm x 16,5 mm
Material Base:	fisurado hormigón, C25/30, $f_{c,cyl}$ = 25,00 N/mm^2; h =10.000,0 mm, Temp. corto/largo: 0/0 °C, Factor de seguridad parcial del material γ_c = 1,500
Instalación:	**Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco**
Armadura:	sin armadura o con armadura separada >= 150 mm (cualquier Ø) o >= 100 mm (para Ø <= 10 mm)
	sin armadura de borde longitudinal

[CBFEM] - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



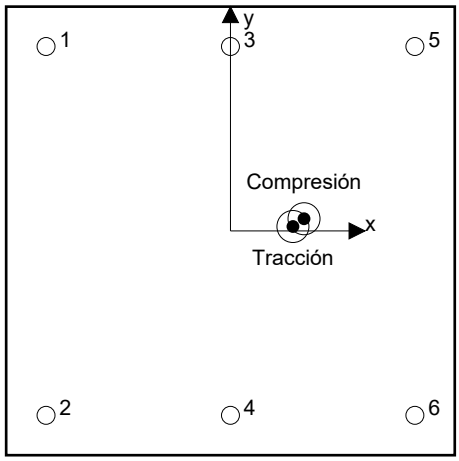
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:	NORFER INGENIEROS SL	Página:	2
Dirección:	Portuetxe Bidea 14, 2 Of C	Proyectista:	IÑAKI UCIN
Teléfono I Fax:	617880913 |	Correo electrónico:	iucin@norferingenieros.com
Diseño:	hormigón - 1 de abr. de 2025	Fecha:	2/4/2025
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	N = 0,000; V_x = 115,000; V_y = 33,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;	no	no	53

1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes



Reacciones en el anclaje [kN]
Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	0,884	19,657	18,993	5,066
2	0,734	19,940	19,029	5,958
3	0,504	20,085	19,308	5,535
4	0,449	20,049	19,303	5,419
5	1,856	20,107	19,198	5,978
6	1,909	19,822	19,169	5,044

Resulting tension force in (x/y)=(62,7/4,4): 6,335 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(73,8/12,2): 6,892 [kN]

La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:	NORFER INGENIEROS SL	Página:	3
Dirección:	Portuetxe Bidea 14, 2 Of C	Proyectista:	IÑAKI UCIN
Teléfono I Fax:	617880913 |	Correo electrónico:	iucin@norferingenieros.com
Diseño:	hormigón - 1 de abr. de 2025	Fecha:	2/4/2025
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	1,909	64,000	3	OK
Fallo por extracción*	1,909	70,000	3	OK
Rotura por cono de hormigón**	3,092	70,640	5	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
96,000	1,500	64,000	1,909

1.3.2 Fallo por extracción

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
105,000	1,000	1,500	70,000	1,909

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]		
189.504	82.944	144,0	288,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
70,3	0,672	0,0	1,000	1,000	1,000	13,6
$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,906	7,700	36,213	1,500	70,640	3,092	

ID grupo de anclajes
2, 4, 6

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:	NORFER INGENIEROS SL	Página:	4
Dirección:	Portuetxe Bidea 14, 2 Of C	Proyectista:	IÑAKI UCIN
Teléfono I Fax:	617880913 |	Correo electrónico:	iucin@norferingenieros.com
Diseño:	hormigón - 1 de abr. de 2025	Fecha:	2/4/2025
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	20,107	38,400	53	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento*	20,085	39,700	51	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)
When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
48,000	1,000	48,000	1,250	38,400	20,107

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
53.280	82.944	144,0	288,0	2,560	25,00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$	$\Psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
7,700	36,213	1,500	39,700	20,085

ID grupo de anclajes
3

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,029	0,524	2,000	28	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1{,}0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,044	0,506	1,500	37	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1{,}0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Métodod de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- ¡Verificación de la tranferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del período de retorno (vida útil en años): 50

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:	NORFER INGENIEROS SL	Página:	6
Dirección:	Portuetxe Bidea 14, 2 Of C	Proyectista:	IÑAKI UCIN
Teléfono I Fax:	617880913 |	Correo electrónico:	iucin@norferingenieros.com
Diseño:	hormigón - 1 de abr. de 2025	Fecha:	2/4/2025
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2
Perfil: IPBi/HEA, IPBI 340 / HE 340 A; (L x W x T x FT) = 330,0 mm x 300,0 mm x 9,5 mm x 16,5 mm

Diámetro de taladro en chapa (pre-montaje) : d_f = 18,0 mm

Diámetro de taladro en chapa (fijación a través) : d_f = 20,0 mm

Espesor de placa (introducir): 10,0 mm

Método de perforación: Taladro a rotopercusión

Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16
Número de artículo: 2018416 HIT-Z M16x155 (Insertar) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Resina)

Par de apriete máximo: 80 Nm

Diámetro de taladro en material base: 18,0 mm

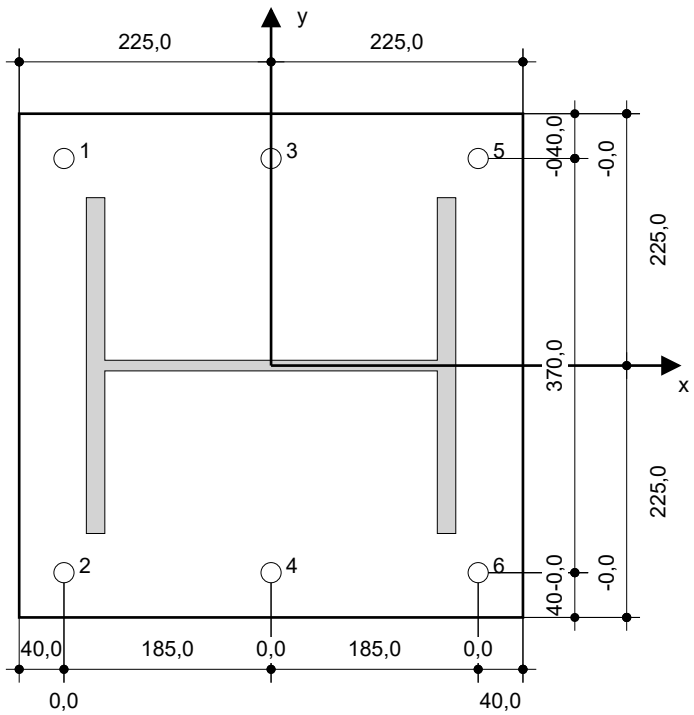
Profundidad de taladro (min/max): 160,0 mm

Mínimo espesor del material base: 196,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Anclaje with HIT-HY 200-A V3 resina de inyección with 96 mm embedment hef, M16, Acero Galvanizado, Hammer drill bit installation per ETA 19/0632

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Taladro a rotopercusión adecuado • Tamaño adecuado de broca	• No requiere accesorios	• Atornilladora de impacto con control de par de apriete • El sistema de inyección incluye el mezclador y porta-cartuchos • Llave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-185,0	185,0	-	-	-	-
2	-185,0	-185,0	-	-	-	-
3	0,0	185,0	-	-	-	-
4	-0,0	-185,0	-	-	-	-
5	185,0	185,0	-	-	-	-
6	185,0	-185,0	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:	NORFER INGENIEROS SL	Página:	7
Dirección:	Portuetxe Bidea 14, 2 Of C	Proyectista:	IÑAKI UCIN
Teléfono I Fax:	617880913 |	Correo electrónico:	iucin@norferingenieros.com
Diseño:	hormigón - 1 de abr. de 2025	Fecha:	2/4/2025
Sub Proyecto I Pos. No.:			

2 Verificación de la rigidez de la placa

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular l_x x l_y x t = 450,0 mm x 450,0 mm x 10,0 mm Cálculo: Verificación de la rigidez de la placa Material: S 235; F_y = 235,00 N/mm²; ε_{lim} = 5,00%
Tipo y tamaño de anclaje:	HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16, h_{ef} = 96,0 mm
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impatcto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	e_b = 0,0 mm (Enrasado); t = 10,0 mm
Perfil:	IPBI 340 / HE 340 A; (L x W x T x FT) = 330,0 mm x 300,0 mm x 9,5 mm x 16,5 mm Material: S 235; F_y = 235,00 N/mm²; ε_{lim} = 5,00% Excentricidad de x: 0,0 mm Excentricidad y: 0,0 mm
Material Base:	Hormigón fisurado; C25/30; $f_{c,cyl}$ = 25,00 N/mm²; h = 10.000,0 mm; E = 31.000,00 N/mm²; G = 12.916,67 N/mm²; v = 0,20
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 235
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: 10,0 mm máximo. tamaño del elemento: 50,0 mm

2.2 Clasifiación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 1

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	0,000 kN	0,884 kN
Anclaje	0,000 kN	0,734 kN
Anclaje	0,000 kN	0,504 kN
Anclaje	0,000 kN	0,449 kN
Anclaje	0,142 kN	1,856 kN
Anclaje	0,074 kN	1,909 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

2.3 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impatcto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:	NORFER INGENIEROS SL	Página:	9
Dirección:	Portuetxe Bidea 14, 2 Of C	Proyectista:	IÑAKI UCIN
Teléfono I Fax:	617880913 |	Correo electrónico:	iucin@norferingenieros.com
Diseño:	hormigón - 1 de abr. de 2025	Fecha:	2/4/2025
Sub Proyecto I Pos. No.:			

3 Resumen de resultados

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 1	53%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

4 Observaciones; comentarios

- Toda la información y los datos contenidos en el software se refieren exclusivamente al uso de los productos Hilti y se basan en los principios, las fórmulas y las normas de seguridad de acuerdo con las indicaciones técnicas de Hilti y las instrucciones de funcionamiento, montaje y ensamblaje, etc., que deben ser estrictamente respetadas por el usuario. Todas las cifras contenidas en ellas son cifras promedio, por lo que deben realizarse pruebas específicas de uso antes de utilizar el producto Hilti correspondiente. Los resultados de los cálculos realizados mediante el Software se basan esencialmente en los datos que usted introduzca. Por lo tanto, usted es el único responsable de la ausencia de errores, la integridad y la relevancia de los datos que introduzca. Además, usted es el único responsable de que los resultados del cálculo sean comprobados y autorizados por un experto, especialmente en lo que respecta al cumplimiento de las normas y permisos aplicables, antes de utilizarlos para su instalación específica. El software sólo sirve de ayuda para interpretar las normas y permisos, sin que se garantice la ausencia de errores, la corrección y la pertinencia de los resultados o la idoneidad para una aplicación específica.
- Debe tomar todas las medidas necesarias y razonables para evitar o limitar los daños causados por el Software. En particular, debe organizar una copia de seguridad periódica de los programas y datos y, en su caso, llevar a cabo las actualizaciones del Software ofrecidas por Hilti de forma regular. Si no utiliza la función AutoUpdate del Software, deberá asegurarse de que utiliza la versión actual y, por tanto, actualizada del Software en cada caso, realizando actualizaciones manuales a través de la página web de Hilti. Hilti no se responsabiliza de las consecuencias, como la recuperación de datos o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento culposo por su parte.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

3. UNIÓN VIGA - CORREA

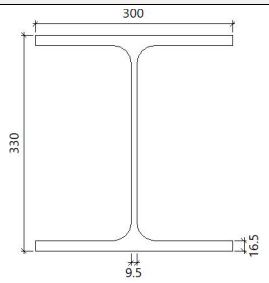
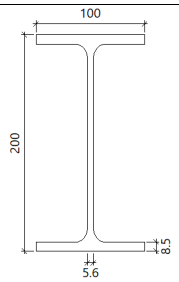
ÍNDICE

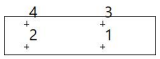
1. COMPONENTES DE LA UNIÓN 2

2. CARGAS 2

3. COMPROBACIONES 2

1. COMPONENTES DE LA UNIÓN

Perfiles de acero					
Elemento	Descripción	Geometría	Acero		
			Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
V1	HE 340 A		S275	275.00	410.00
V2	IPE 200		S275	275.00	410.00

Elementos de tornillería						
Elemento	Tipo	Serie	Material	Dimensiones	Longitud (mm)	Cantidad
Tornillos1	Tornillo	ISO 4017	4.6	12	45.0	4
	Tuerca	ISO 4032	4	12	--	4
	Arandela	ISO 7089	200 HV	12	--	8

2. CARGAS

V2 (IPE 200) - Esfuerzos en el extremo de la barra						
Casos de carga	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
[1] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	-18.31	0.00	-22.21	0.00	4.85	0.00
[2] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	-4.86	0.00	-22.21	0.00	1.29	0.00
[3] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	1.86	0.00	-22.21	0.00	-0.49	0.00
[4] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	4.28	0.00	-22.21	0.00	-1.13	0.00
[5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	4.56	0.00	-22.21	0.00	-1.21	0.00
[6] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	4.24	0.00	-22.21	0.00	-1.12	0.00
[7] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	4.11	0.00	-22.21	0.00	-1.09	0.00
[8] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	4.33	0.00	-22.21	0.00	-1.15	0.00
[9] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	4.38	0.00	-22.21	0.00	-1.16	0.00
[10] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	3.08	0.00	-22.21	0.00	-0.82	0.00
[11] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	-1.42	0.00	-22.21	0.00	0.38	0.00
[12] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	-11.45	0.00	-22.21	0.00	3.04	0.00
[13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	-29.04	0.00	-22.21	0.00	7.69	0.00

3. COMPROBACIONES

Deformación - Perfiles				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Aprov. (%)
V1 - Ala Sup.	[5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	0.08352	5.00000	1.67
V1 - Ala inf.	[5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	0.01263	5.00000	0.25
V1 - Alma	[5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	0.12996	5.00000	2.60
V2 - Ala Sup.	[5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	0.03749	5.00000	0.75
V2 - Ala inf.	[5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	0.09242	5.00000	1.85
V2 - Alma	[5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1	0.03629	5.00000	0.73

Disposición - Tornillos					
Elemento	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)
Tornillos1 - 1	14.0	20.0	20.0	60.0	60.0
Tornillos1 - 2	14.0	20.0	20.0	60.0	60.0
Tornillos1 - 3	14.0	20.0	20.0	60.0	60.0
Tornillos1 - 4	14.0	20.0	20.0	60.0	60.0

Resistencia - Tornillos											
Elemento	Tracción				Cortante			Aplastamiento			Interacción
	Ft,Ed (kN)	Ft,Rd (kN)	Bp,Rd (kN)	Aprov. (%)	Fv,Ed (kN)	Fv,Rd (kN)	Aprov. (%)	Fv,Ed (kN)	Fb,Rd (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)
Tornillos1 - 1	8.61	24.28	113.24	35.48	7.44	16.19	45.95	7.44	36.64	20.30	48.11
Tornillos1 - 2	1.96	24.28	113.24	8.05	7.08	16.19	43.75	7.08	36.64	19.33	49.48
Tornillos1 - 3	8.67	24.28	113.24	35.70	7.44	16.19	45.97	7.44	36.64	20.31	48.05
Tornillos1 - 4	1.93	24.28	113.24	7.96	7.08	16.19	43.76	7.08	36.64	19.33	49.42

Notación

d_0: Diámetro del agujero
e_1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga
e_2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga
p_1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga
p_2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación
Ft,Ed: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último
Ft,Rd: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo
Bp,Rd: Valor de cálculo de la resistencia a punzonamiento de la cabeza del tornillo y de la tuerca
Fv,Ed: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último
Fv,Rd: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo

Comprobaciones

V1 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa (Código Estructural, A25.C.8)

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$\varepsilon_{Pl} \leq \varepsilon_{lim}$ **0.08352 % ≤ 5.00000 %** ✓

εPl: Deformación plástica **εPl** : *0.08352* %

εlim: Límite de la deformación plástica **εlim** : *5.00000* %

V1 - Ala inf.:

Deformación de la chapa (Código Estructural, A25.C.8)

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$\varepsilon_{Pl} \leq \varepsilon_{lim}$ **0.01263 % ≤ 5.00000 %** ✓

εPl: Deformación plástica **εPl** : *0.01263* %

εlim: Límite de la deformación plástica **εlim** : *5.00000* %

V1 - Alma:

Deformación de la chapa (Código Estructural, A25.C.8)

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$\varepsilon_{Pl} \leq \varepsilon_{lim}$ **0.12996 % ≤ 5.00000 %** ✓

εPl: Deformación plástica **εPl** : *0.12996* %

εlim: Límite de la deformación plástica **εlim** : *5.00000* %

V2 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa (Código Estructural, A25.C.8)

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$\varepsilon_{Pl} \leq \varepsilon_{lim}$ **0.03749 % ≤ 5.00000 %** ✓

εPl: Deformación plástica **εPl** : *0.03749* %

εlim: Límite de la deformación plástica **εlim** : *5.00000* %

V2 - Ala inf.:

Deformación de la chapa (Código Estructural, A25.C.8)

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$\varepsilon_{Pl} \leq \varepsilon_{lim}$ **0.09242 % ≤ 5.00000 %** ✓

εPl: Deformación plástica **εPl** : *0.09242* %

εlim: Límite de la deformación plástica **εlim** : *5.00000* %

V2 - Alma:

Deformación de la chapa (Código Estructural, A25.C.8)

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$\varepsilon_{Pl} \leq \varepsilon_{lim}$ **0.03629 % ≤ 5.00000 %** ✓

εPl: Deformación plástica **εPl** : *0.03629* %

εlim: Límite de la deformación plástica **εlim** : *5.00000* %

Tornillos1 - 1:

Disposición de los taladros para los tornillos (Código Estructural, A26 3.5)

$1,2d_0 \leq e_1 \leq \max(125\,mm, 8t)$ 16.8 mm ≤ 20.0 mm ≤ 125.0 mm ✓

e1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga **e1** : *20.0* mm

$1,2d_0 \leq e_2 \leq \max(125\,mm, 8t)$ 16.8 mm ≤ 20.0 mm ≤ 125.0 mm ✓

e2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga **e2** : *20.0* mm

$2,2d_0 \leq p_1 \leq \min(175\,mm, 14t)$ 30.8 mm ≤ 60.0 mm ≤ 119.0 mm ✓

p1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga **p1** : *60.0* mm

$2,4d_0 \leq p_2 \leq \min(175\,mm, 14t)$ 33.6 mm ≤ 60.0 mm ≤ 119.0 mm ✓

p2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación **p2** : *60.0* mm

d0: Diámetro del taladro **d0** : *14.0* mm

Comprobaciones

t: Espesor de la parte conectada exterior más delgada **t** : *8.5* mm

Resistencia a cortante (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ **7.44 kN ≤ 16.19 kN** ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.44* kN

$F_{v,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo **$F_{v,Rd}$** : *16.19* kN

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

α_v: Coeficiente **α_v** : *0.60*

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo **f_{ub}** : *400.00* MPa

A: Área resistente a tracción del tornillo **A** : *84.30* mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad **γ_{M2}** : *1.25*

Capacidad resistente (aplastamiento) (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ **7.44 kN ≤ 36.64 kN** ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.44* kN

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d\, t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a aplastamiento por tornillo **$F_{b,Rd}$** : *36.64* kN

$$k_1 = \min\left(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7;\ 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7;\ 2.5\right)$$ **k_1** : *2.30*

e_2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga **e_2** : *20.0* mm

p_2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación **p_2** : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro **d_0** : *14.0* mm

d: Diámetro nominal del tornillo **d** : *12.0* mm

t: Espesor de la chapa **t** : *8.5* mm

Comprobaciones

$$\alpha_b = \min\left(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right)$$

α_b: Coeficiente α_b : *0.48*

$$\alpha_d = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}\right)$$ α_d : *0.48*

e_1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga e_1 : *20.0* mm

p_1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga p_1 : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro d_0 : *14.0* mm

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión f_u : *410.00* MPa

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo f_{ub} : *400.00* MPa

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad γ_{M2} : *1.25*

Resistencia a tracción (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ **8.61 kN ≤ 24.28 kN** ✓

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último $F_{t,Ed}$: *8.61* kN

$F_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo $F_{t,Rd}$: *24.28* kN

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo f_{ub} : *400.00* MPa

A_s: Área resistente a tracción del tornillo A_s : *84.30* mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad γ_{M2} : *1.25*

Resistencia a punzonamiento (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$ **8.61 kN ≤ 113.24 kN** ✓

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último $F_{t,Ed}$: *8.61* kN

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

$B_{p,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a punzonamiento de la cabeza del tornillo y de la tuerca $B_{p,Rd}$: *113.24* kN

Comprobaciones

t_p: Espesor de la chapa **t_p** : *8.5* mm

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión **f_u** : *410.00* MPa

d_m: Media de las distancias entre los vértices y entre las caras planas de la cabeza del tornillo o de la tuerca, la que sea menor **d_m** : *21.5* mm

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad **γ_{M2}** : *1.25*

Combinacion de cortante y tracción (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1.0$$ 0.48 ≤ 1.00 ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.44* kN

$F_{v,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo **$F_{v,Rd}$** : *16.19* kN

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último **$F_{t,Ed}$** : *0.73* kN

$F_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo **$F_{t,Rd}$** : *24.28* kN

Tornillos1 - 2:

Disposición de los taladros para los tornillos (Código Estructural, A26 3.5)

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \max(125\,mm, 8t)$$ 16.8 mm ≤ 20.0 mm ≤ 125.0 mm ✓

e_1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga **e_1** : *20.0* mm

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \max(125\,mm, 8t)$$ 16.8 mm ≤ 20.0 mm ≤ 125.0 mm ✓

e_2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga **e_2** : *20.0* mm

$$2,2d_0 \leq p_1 \leq \min(175\,mm, 14t)$$ 30.8 mm ≤ 60.0 mm ≤ 119.0 mm ✓

p_1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga **p_1** : *60.0* mm

$$2,4d_0 \leq p_2 \leq \min(175\,mm, 14t)$$ 33.6 mm ≤ 60.0 mm ≤ 119.0 mm ✓

p_2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación **p_2** : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro **d_0** : *14.0* mm

Comprobaciones

t: Espesor de la parte conectada exterior más delgada **t** : *8.5* mm

Resistencia a cortante (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ **7.08 kN ≤ 16.19 kN** ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.08* kN

$F_{v,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo **$F_{v,Rd}$** : *16.19* kN

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

α_v: Coeficiente **α_v** : *0.60*

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo **f_{ub}** : *400.00* MPa

A: Área resistente a tracción del tornillo **A** : *84.30* mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad **γ_{M2}** : *1.25*

Capacidad resistente (aplastamiento) (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ **7.08 kN ≤ 36.64 kN** ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.08* kN

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d\, t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a aplastamiento por tornillo **$F_{b,Rd}$** : *36.64* kN

$$k_1 = \min\left(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7;\ 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7;\ 2.5\right)$$ **k_1** : *2.30*

e_2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga **e_2** : *20.0* mm

p_2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación **p_2** : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro **d_0** : *14.0* mm

d: Diámetro nominal del tornillo **d** : *12.0* mm

t: Espesor de la chapa **t** : *8.5* mm

Comprobaciones

$$\alpha_b = \min\left(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right)$$

α_b: Coeficiente α_b : *0.48*

$$\alpha_d = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}\right)$$ α_d : *0.48*

e_1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga e_1 : *20.0* mm

p_1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga p_1 : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro d_0 : *14.0* mm

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión f_u : *410.00* MPa

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo f_{ub} : *400.00* MPa

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad γ_{M2} : *1.25*

Resistencia a tracción (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ **1.96 kN ≤ 24.28 kN** ✓

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último $F_{t,Ed}$: *1.96* kN

$F_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo $F_{t,Rd}$: *24.28* kN

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo f_{ub} : *400.00* MPa

A_s: Área resistente a tracción del tornillo A_s : *84.30* mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad γ_{M2} : *1.25*

Resistencia a punzonamiento (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$ **1.96 kN ≤ 113.24 kN** ✓

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último $F_{t,Ed}$: *1.96* kN

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

$B_{p,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a punzonamiento de la cabeza del tornillo y de la tuerca $B_{p,Rd}$: *113.24* kN

Comprobaciones

t_p: Espesor de la chapa **t_p** : *8.5* mm

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión **f_u** : *410.00* MPa

d_m: Media de las distancias entre los vértices y entre las caras planas de la cabeza del tornillo o de la tuerca, la que sea menor **d_m** : *21.5* mm

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad **γ_{M2}** : *1.25*

Combinacion de cortante y tracción (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1.0$$ $0.49 \leq 1.00$ ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.08* kN

$F_{v,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo **$F_{v,Rd}$** : *16.19* kN

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último **$F_{t,Ed}$** : *1.95* kN

$F_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo **$F_{t,Rd}$** : *24.28* kN

Tornillos1 - 3:

Disposición de los taladros para los tornillos (Código Estructural, A26 3.5)

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \max(125\,mm, 8t)$$ $16.8\ mm \leq 20.0\ mm \leq 125.0\ mm$ ✓

e_1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga **e_1** : *20.0* mm

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \max(125\,mm, 8t)$$ $16.8\ mm \leq 20.0\ mm \leq 125.0\ mm$ ✓

e_2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga **e_2** : *20.0* mm

$$2,2d_0 \leq p_1 \leq \min(175\,mm, 14t)$$ $30.8\ mm \leq 60.0\ mm \leq 119.0\ mm$ ✓

p_1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga **p_1** : *60.0* mm

$$2,4d_0 \leq p_2 \leq \min(175\,mm, 14t)$$ $33.6\ mm \leq 60.0\ mm \leq 119.0\ mm$ ✓

p_2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación **p_2** : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro **d_0** : *14.0* mm

Comprobaciones

t: Espesor de la parte conectada exterior más delgada **t** : *8.5* mm

Resistencia a cortante (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ **7.44 kN ≤ 16.19 kN** ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.44* kN

$F_{v,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo **$F_{v,Rd}$** : *16.19* kN

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

α_v: Coeficiente **α_v** : *0.60*

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo **f_{ub}** : *400.00* MPa

A: Área resistente a tracción del tornillo **A** : *84.30* mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad **γ_{M2}** : *1.25*

Capacidad resistente (aplastamiento) (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ **7.44 kN ≤ 36.64 kN** ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.44* kN

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d\, t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a aplastamiento por tornillo **$F_{b,Rd}$** : *36.64* kN

$$k_1 = \min\left(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7;\ 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7;\ 2.5\right)$$ **k_1** : *2.30*

e_2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga **e_2** : *20.0* mm

p_2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación **p_2** : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro **d_0** : *14.0* mm

d: Diámetro nominal del tornillo **d** : *12.0* mm

t: Espesor de la chapa **t** : *8.5* mm

Comprobaciones

$$\alpha_b = \min\left(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right)$$

α_b: Coeficiente α_b : *0.48*

$$\alpha_d = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}\right)$$ α_d : *0.48*

e_1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga e_1 : *20.0* mm

p_1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga p_1 : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro d_0 : *14.0* mm

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión f_u : *410.00* MPa

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo f_{ub} : *400.00* MPa

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad γ_{M2} : *1.25*

Resistencia a tracción (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ **8.67 kN ≤ 24.28 kN** ✓

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último $F_{t,Ed}$: *8.67* kN

$F_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo $F_{t,Rd}$: *24.28* kN

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo f_{ub} : *400.00* MPa

A_s: Área resistente a tracción del tornillo A_s : *84.30* mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad γ_{M2} : *1.25*

Resistencia a punzonamiento (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$ **8.67 kN ≤ 113.24 kN** ✓

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último $F_{t,Ed}$: *8.67* kN

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

$B_{p,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a punzonamiento de la cabeza del tornillo y de la tuerca $B_{p,Rd}$: *113.24* kN

Comprobaciones

t_p: Espesor de la chapa — **t_p** : *8.5* mm

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión — **f_u** : *410.00* MPa

d_m: Media de las distancias entre los vértices y entre las caras planas de la cabeza del tornillo o de la tuerca, la que sea menor — **d_m** : *21.5* mm

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad — **γ_{M2}** : *1.25*

Combinacion de cortante y tracción (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1.0$$ $0.48 \leq 1.00$ ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último — **$F_{v,Ed}$** : *7.44* kN

$F_{v,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo — **$F_{v,Rd}$** : *16.19* kN

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último — **$F_{t,Ed}$** : *0.71* kN

$F_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo — **$F_{t,Rd}$** : *24.28* kN

Tornillos1 - 4:

Disposición de los taladros para los tornillos (Código Estructural, A26 3.5)

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \max(125\,mm, 8t)$$ $16.8 \text{ mm} \leq 20.0 \text{ mm} \leq 125.0 \text{ mm}$ ✓

e_1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga — **e_1** : *20.0* mm

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \max(125\,mm, 8t)$$ $16.8 \text{ mm} \leq 20.0 \text{ mm} \leq 125.0 \text{ mm}$ ✓

e_2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga — **e_2** : *20.0* mm

$$2,2d_0 \leq p_1 \leq \min(175\,mm, 14t)$$ $30.8 \text{ mm} \leq 60.0 \text{ mm} \leq 119.0 \text{ mm}$ ✓

p_1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga — **p_1** : *60.0* mm

$$2,4d_0 \leq p_2 \leq \min(175\,mm, 14t)$$ $33.6 \text{ mm} \leq 60.0 \text{ mm} \leq 119.0 \text{ mm}$ ✓

p_2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación — **p_2** : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro — **d_0** : *14.0* mm

Comprobaciones

t: Espesor de la parte conectada exterior más delgada **t** : *8.5* mm

Resistencia a cortante (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ **7.08 kN ≤ 16.19 kN** ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.08* kN

$F_{v,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo **$F_{v,Rd}$** : *16.19* kN

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

α_v: Coeficiente **α_v** : *0.60*

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo **f_{ub}** : *400.00* MPa

A: Área resistente a tracción del tornillo **A** : *84.30* mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad **γ_{M2}** : *1.25*

Capacidad resistente (aplastamiento) (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ **7.08 kN ≤ 36.64 kN** ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último **$F_{v,Ed}$** : *7.08* kN

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d\, t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a aplastamiento por tornillo **$F_{b,Rd}$** : *36.64* kN

$$k_1 = \min\left(2.8\frac{e_2}{d_0} - 1.7;\ 1.4\frac{p_2}{d_0} - 1.7;\ 2.5\right)$$ **k_1** : *2.30*

e_2: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al borde adyacente de cualquier elemento, medido en ángulo recto respecto a la dirección de la transferencia de la carga **e_2** : *20.0* mm

p_2: Espacio medido perpendicularmente a la dirección de la transferencia de la carga entre las líneas adyacentes de los pasadores o elementos de fijación **p_2** : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro **d_0** : *14.0* mm

d: Diámetro nominal del tornillo **d** : *12.0* mm

t: Espesor de la chapa **t** : *8.5* mm

Comprobaciones

$$\alpha_b = \min\left(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right)$$

α_b: Coeficiente α_b : *0.48*

$$\alpha_d = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}\right)$$ α_d : *0.48*

e_1: Distancia desde el centro de un taladro del pasador o elemento de sujeción al extremo adyacente de cualquier elemento, medido en la dirección de transmisión de la carga e_1 : *20.0* mm

p_1: Espacio entre centros de pasadores o elementos de fijación en una fila en la dirección de la transferencia de la carga p_1 : *60.0* mm

d_0: Diámetro del taladro d_0 : *14.0* mm

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión f_u : *410.00* MPa

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo f_{ub} : *400.00* MPa

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad γ_{M2} : *1.25*

Resistencia a tracción (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ **1.93 kN ≤ 24.28 kN** ✓

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último $F_{t,Ed}$: *1.93* kN

$F_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo $F_{t,Rd}$: *24.28* kN

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

f_{ub}: Resistencia última a tracción del tornillo f_{ub} : *400.00* MPa

A_s: Área resistente a tracción del tornillo A_s : *84.30* mm²

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad γ_{M2} : *1.25*

Resistencia a punzonamiento (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [5] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$ **1.93 kN ≤ 113.24 kN** ✓

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último $F_{t,Ed}$: *1.93* kN

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

$B_{p,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a punzonamiento de la cabeza del tornillo y de la tuerca $B_{p,Rd}$: *113.24* kN

Comprobaciones

t_p: Espesor de la chapa — **t_p** : *8.5* mm

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión — **f_u** : *410.00* MPa

d_m: Media de las distancias entre los vértices y entre las caras planas de la cabeza del tornillo o de la tuerca, la que sea menor — **d_m** : *21.5* mm

γ_{M2}: Coeficiente parcial de seguridad — **γ_{M2}** : *1.25*

Combinacion de cortante y tracción (Código Estructural, A26 3.6.1)

El esfuerzo solicitante máximo se produce para el caso de carga [13] 1.35·PP+0.8·CM1+1.5·Q1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1.0$$ $0.49 \leq 1.00$ ✓

$F_{v,Ed}$: Valor de cálculo del cortante por tornillo en estado límite último — **$F_{v,Ed}$** : *7.08* kN

$F_{v,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a cortante por tornillo — **$F_{v,Rd}$** : *16.19* kN

$F_{t,Ed}$: Valor de cálculo de la tracción por tornillo en estado límite último — **$F_{t,Ed}$** : *1.93* kN

$F_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción por tornillo — **$F_{t,Rd}$** : *24.28* kN

9 FICHAS TÉCNICAS

9 FICHAS TÉCNICAS

Configuración

Modelo: NPG1000A4VJ°DDSC



Sigla	NPG
Tamaño	1000
Versión	A - Alta eficiencia
Tipo de instalación	4 - Sistemas a 4 tubos
Baterías	V - Tubos de cobre y aletas de aluminio revestidas
Grupo de ventilación	J - Inverter
Alimentación	° - 400V/3/50Hz con magnetotérmicos
Bomba lado aplicaciones	DD - Bomba D + bomba de reserva
Bomba lado ACS	SC - Bomba C + bomba de reserva

Las imágenes son solo para fines de referencia y pueden no representar exactamente el modelo configurado en este documento.

Certificaciones

Aermec participa en el Programa de Certificacion Eurovent. Los productos se corresponden con los relacionados en el Directorio Eurovent de productos certificados.

Notas

Datos declarados conforme a la normativa EN 14511:2022
Los datos mostrados de corriente se calculan sin dispositivos para la reducción y / o correción de factor de potencia.

La unidad es adecuada para las siguientes aplicaciones energéticas:

- Confort a baja temperatura (12 / 7 °C)
- Confort a alta temperatura (23 / 18 °C)
- Calefacción a baja temperatura (35 °C)
- Calentamiento a temperatura media (55 °C)

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Datos de selección

Enfriamiento		
Potencia	kW	261,1
Potencia absorbida	kW	88,2
Absorción	A	166,7
EER	W/W	2,96
IPLV.IP	W/W	3,87
Altura sobre el nivel del mar	m	0
Temperatura de entrada de aire (b.s.)	°C	35,0
Temperatura de entrada de agua	°C	12,0
Temperatura de salida de agua	°C	7,0
Etilenoglicol	%	8
Caudal de agua	l/h	46.462
Presión disponible	kPa	179
Factor de ensuciamiento	(m² K)/W	0

IPLV.IP calculado según el estándar AHRI 550/590.
IPLV.SI calculado según el estándar AHRI 551/591.

Calentamiento		
Potencia	kW	203,9
Potencia absorbida	kW	95,5
Absorción	A	181,4
COP	W/W	2,13
Temperatura ambiente bilbo seco	°C	1,0
Temperatura ambiente bulbo húmedo	°C	0,0
Temperatura de entrada de agua	°C	50,0
Temperatura de salida de agua	°C	55,0
Etilenoglicol	%	8
Caudal de agua	l/h	36.389
Presión disponible	kPa	162
Factor de ensuciamiento	(m² K)/W	0

Funcionamiento contemporáneo		
Potencia frigorífica	kW	214,1
Potencia calorífica	kW	298,4
Potencia absorbida	kW	91,0
Absorción	A	173,6
TER	W/W	5,63

		Enfriamiento	Calentamiento
Temperatura de entrada de agua	°C	11,0	47,9
Temperatura de salida de agua	°C	7,0	55,0
Etilenoglicol	%	8	8
Caudal de agua	l/h	46.462	36.401
Pérdida de carga	kPa	-	-
Presión disponible	kPa	179	162
Factor de ensuciamiento	(m² K)/W	0	0

Rendimiento energético estacional

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

ηsc	12 / 7 °C	%	168,76
SEER	12 / 7 °C	W/W	4,29
ηsc	23 / 18 °C	%	195,26
SEER	23 / 18 °C	W/W	4,96
Clase de eficiencia energética	55 °C		
Pdesignh	55 °C	kW	235,96
ηs	55 °C	%	122,48
SCOP	55 °C	W/W	3,14
Clase de eficiencia energética	35 °C		
Pdesignh	35 °C	kW	236,22
ηs	35 °C	%	148,35
SCOP	35 °C	W/W	3,78

El cálculo de las aplicaciones de energía se realiza de acuerdo con EN 14825:2018
SEER (12 / 7 °C): caudal de agua fijo, temperatura del agua de salida variable.
SEER (23 / 18 °C): caudal de agua fijo.
SEPR (12 / 7 °C): caudal de agua fijo.
Condiciones climáticas medias

Análisis energéticos

Enfriamiento

°C \ %	100	90	80	70	60	50	40	30	20*
-10,0	7,37	7,11	6,82	6,50	6,18	5,83	5,66	5,40	5,00
0,0	6,88	6,72	6,54	6,34	6,14	5,88	5,70	5,42	4,99
10,0	5,56	5,54	5,52	5,51	5,51	5,49	5,31	5,04	4,64
20,0	4,38	4,40	4,42	4,45	4,51	4,54	4,41	4,20	3,89
30,0	3,39	3,41	3,43	3,47	3,53	3,56	3,47	3,33	3,11
40,0	2,59	2,60	2,62	2,65	2,70	2,73	2,67	2,58	2,42
49,0	1,97	1,98	2,00	2,03	2,08	2,11	2,07	2,01	1,90

La tabla muestra las eficiencias en W/W a medida que la temperatura del aire externo y los pasos de parcialización varían, dejando el glicol, la temperatura y el caudal de agua de salida fijos según el espejo de funcionamiento correspondiente.
Una vez introducido el porcentaje de glicol, es aconsejable prever sistemas de protección alternativos para temperaturas del aire inferiores a 2 °C.
** = Los valores indicados se obtienen mediante ciclos de encendido-apagado de la unidad.*

Calentamiento

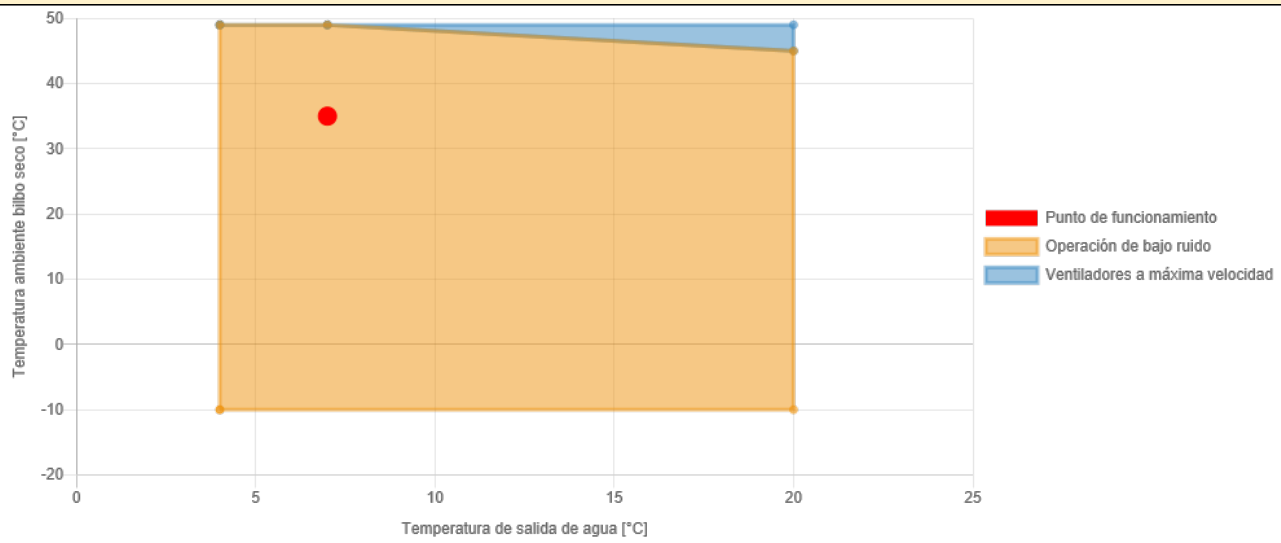
°C \ %	100	90	80	70	60	50	40	30	20*
-15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,0	2,45	2,49	2,55	2,59	2,62	2,64	2,60	2,52	2,37
15,0	3,13	3,20	3,29	3,36	3,42	3,46	3,40	3,30	3,11
25,0	3,43	3,51	3,63	3,71	3,80	3,85	3,78	3,67	3,45
35,0	3,56	3,66	3,78	3,88	3,98	4,03	3,96	3,84	3,61
42,0	3,56	3,66	3,79	3,89	4,00	4,05	3,97	3,85	3,62

La tabla muestra las eficiencias en W/W a medida que la temperatura del aire externo y los pasos de parcialización varían, dejando el glicol, la temperatura y el caudal de agua de salida fijos según el espejo de funcionamiento correspondiente.
Una vez introducido el porcentaje de glicol, es aconsejable prever sistemas de protección alternativos para temperaturas del aire inferiores a 2 °C.
** = Los valores indicados se obtienen mediante ciclos de encendido-apagado de la unidad.*

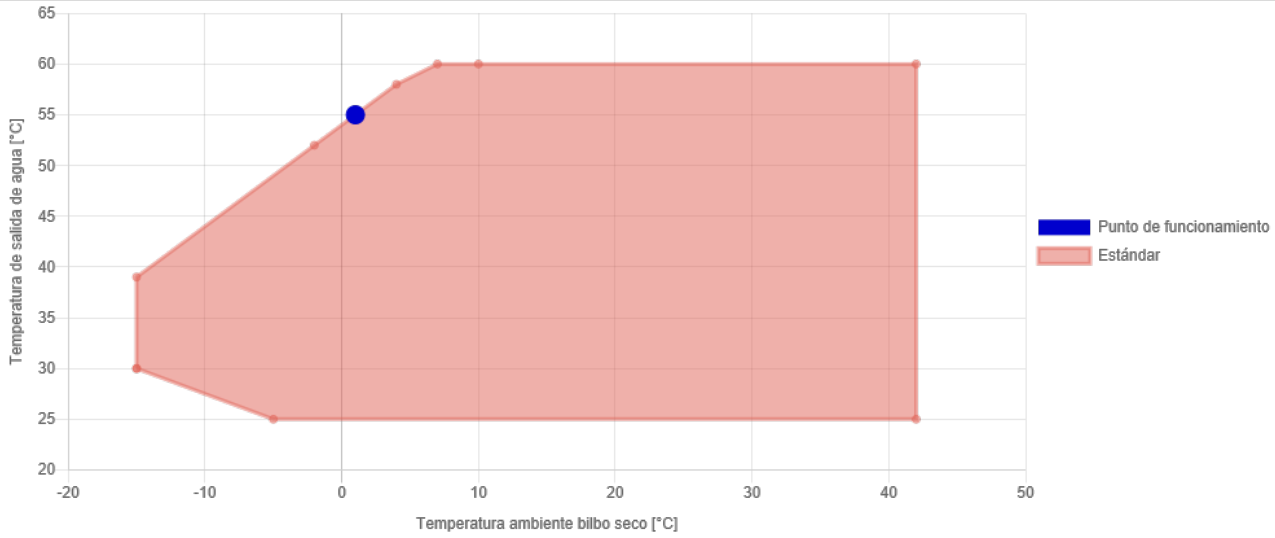
Límites operativos

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Enfriamiento



Calentamiento



Datos generales

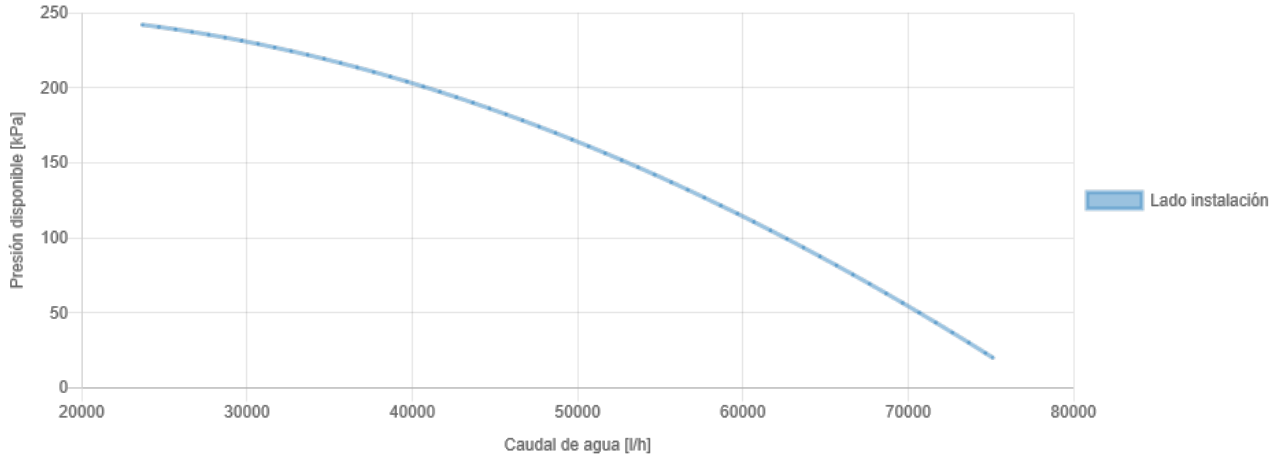
Datos de circuito de refrigeración

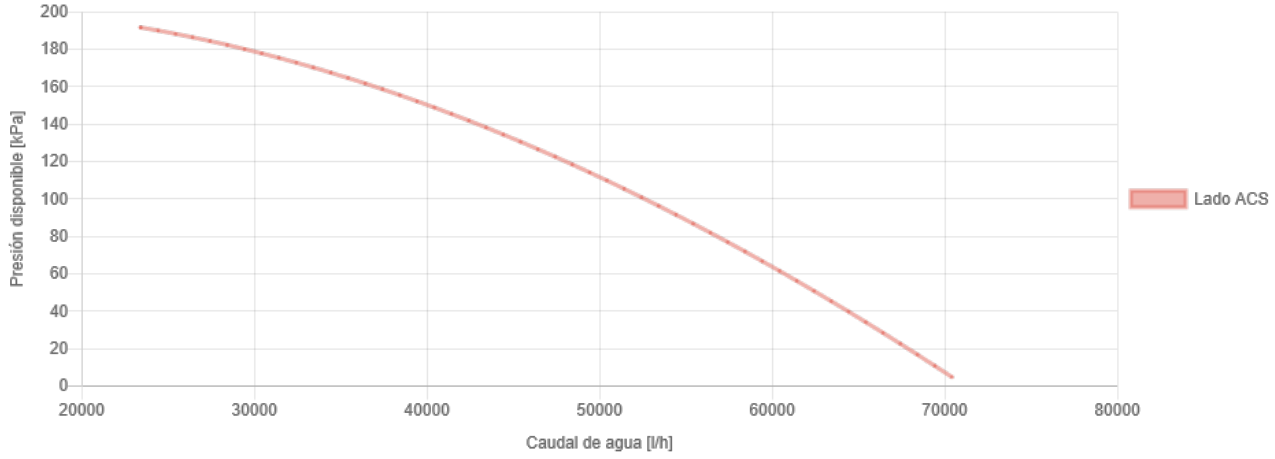
Refrigerante			R32
Sistema de regulación			On-Off
Tipo de compresor			Scroll
Numero de compresores		n.	4
Numero de circuitos frigoríficos		n.	2
Carga de refrigerante	C1	kg	27,3
	C2	kg	27,3
Carga de aceite	C1	l	10,88
	C2	l	10,88

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Datos de grupo ventilador			
Sistema de regulación			Modulación con Inverter
Tipo de ventilador			Axial
Número de ventiladores		n.	6
Caudal del aire total		m³/h	123.609

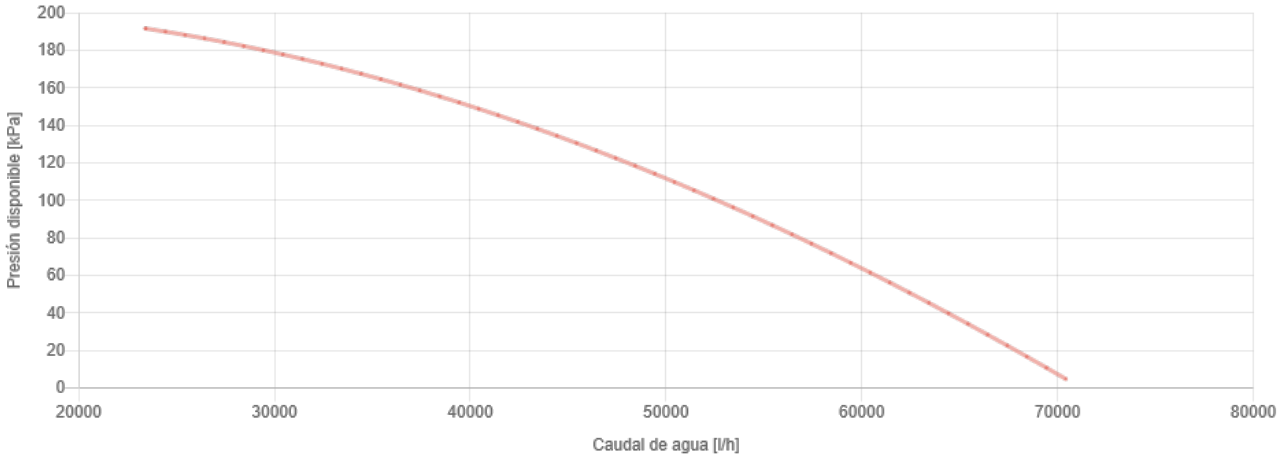
Datos del circuito de agua			
Tipo de intercambiador			Placas
Número de intercambiadores		n.	1
Tipo de conexiones			Junta acanalada
Conexiones de agua	entrada	Ø	3"
	salida	Ø	3"





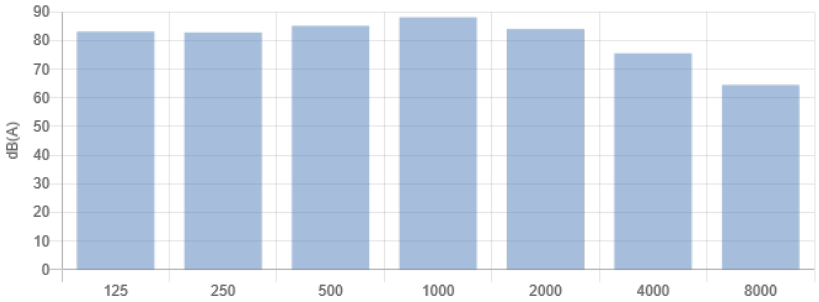
Datos del circuito de agua (lado de recuperación)			
Tipo de intercambiador			Placas
Número de intercambiadores		n.	2
Tipo de conexiones			Junta acanalada
Conexiones de agua	entrada	Ø	3"
	salida	Ø	3"

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.



Datos de sonido (datos nominales en enfriamiento)		
Potencia sonora - Lw	dB(A)	92,2
Presión sonora a 10 m	dB(A)	59,9

Hz	Lw [dB]	Lw [dB(A)]
125	99,2	83,1
250	91,4	82,8
500	88,3	85,1
1000	88,1	88,1
2000	82,8	84,0
4000	74,5	75,5
8000	65,6	64,5

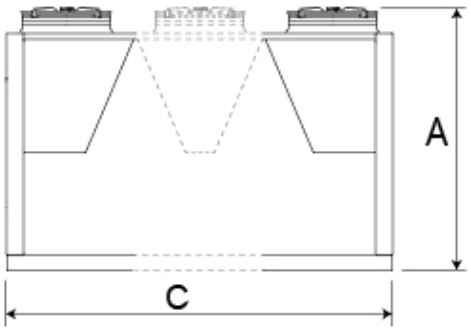


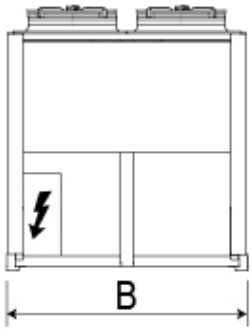
Los niveles de sonido se indican con carga completa, sin bombas (si está disponible) y en condiciones nominales (temperatura del aire: 35,0 °C, temperatura del agua (entrada/salida): 12,0/7,0 °C).

Datos eléctricos		
Corriente a plena carga (FLA)	A	222,3
Corriente de activación (LRA)	A	464,1
Alimentación		400V/3/50Hz con magnetotérmicos

Dimensiones y pesos		
A - Altura	m	2,45
B - Ancho	m	2,2
C - Longitud	m	3,97

Las dimensiones y el peso se refieren a la unidad sin embalaje. Para estos datos, consulte el manual de instalación.





Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Configuración

Modelo: NRG1400XH°AVJ°BH



Sigla	NRG
Tamaño	1400
Campo de empleo	X - Válvula de expansión electrónica (producción de agua desde +4 °C)
Modelo	H - Bomba de calor
Recuperadores de calor	° - Sin recuperadores
Versión	A - Alta eficiencia
Baterías	V - Tubos de cobre y aletas de aluminio revestidas
Grupo de ventilación	J - Inverter
Alimentación	° - 400V/3/50Hz con magnetotérmicos
Grupo hidráulico	BH - Acumulación con bomba H + bomba de reserva

Las imágenes son solo para fines de referencia y pueden no representar exactamente el modelo configurado en este documento.

Certificaciones

Aermec participa en el Programa de Certificacion Eurovent. Los productos se corresponden con los relacionados en el Directorio Eurovent de productos certificados.

Notas

Datos declarados conforme a la normativa EN 14511:2022
Los datos mostrados de corriente se calculan sin dispositivos para la reducción y / o correción de factor de potencia.

La unidad es adecuada para las siguientes aplicaciones energéticas:

- Confort a baja temperatura (12 / 7 °C)
- Confort a alta temperatura (23 / 18 °C)
- Proceso de alta temperatura (12 / 7 °C)
- Calefacción a baja temperatura (35 °C)
- Calentamiento a temperatura media (55 °C)

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Datos de selección

Enfriamiento		
Potencia	kW	376,4
Potencia absorbida	kW	139,5
Absorción	A	243,7
EER	W/W	2,70
IPLV.IP	W/W	3,58
Temperatura de entrada de aire (b.s.)	°C	35,0
Temperatura de entrada de agua	°C	12,0
Temperatura de salida de agua	°C	7,0
Etilenoglicol	%	8
Caudal de agua	l/h	66.998
Presión disponible	kPa	154
Factor de ensuciamiento	(m² K)/W	0

IPLV.IP calculado según el estándar AHRI 550/590.
IPLV.SI calculado según el estándar AHRI 551/591.

Calentamiento		
Potencia	kW	304,2
Potencia absorbida	kW	155,3
Absorción	A	277,3
COP	W/W	1,96
Temperatura ambiente bilbo seco	°C	1,0
Temperatura ambiente bulbo húmedo	°C	0,0
Temperatura de entrada de agua	°C	50,0
Temperatura de salida de agua	°C	55,0
Etilenoglicol	%	8
Caudal de agua	l/h	54.306
Presión disponible	kPa	213
Factor de ensuciamiento	(m² K)/W	0

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Rendimiento energético estacional

ηsc	12 / 7 °C	%	162,21
SEER	12 / 7 °C	W/W	4,13
ηsc	23 / 18 °C	%	184,16
SEER	23 / 18 °C	W/W	4,68
SEPR	12 / 7 °C		5,69
Clase de eficiencia energética	55 °C		
Pdesignh	55 °C	kW	354,80
ηs	55 °C	%	126,45
SCOP	55 °C	W/W	3,24
Clase de eficiencia energética	35 °C		
Pdesignh	35 °C	kW	354,80
ηs	35 °C	%	154,02
SCOP	35 °C	W/W	3,93

El cálculo de las aplicaciones de energía se realiza de acuerdo con EN 14825:2018
SEER (12 / 7 °C): caudal de agua fijo, temperatura del agua de salida variable.
SEER (23 / 18 °C): caudal de agua fijo.
SEPR (12 / 7 °C): caudal de agua fijo.
Condiciones climáticas medias

Análisis energéticos

Enfriamiento

°C \ %	100	90	80	70	60	50	40	30	20
-10,0	7,96	7,74	7,48	7,15	6,69	6,14	5,71	5,20	4,43
0,0	6,79	6,84	6,90	6,78	6,45	6,03	5,64	5,16	4,40
10,0	5,24	5,40	5,60	5,62	5,49	5,32	5,06	4,68	4,07
20,0	4,08	4,21	4,40	4,44	4,40	4,33	4,18	3,93	3,51
30,0	3,11	3,23	3,39	3,45	3,44	3,44	3,34	3,17	2,90
40,0	2,36	2,47	2,62	2,67	2,67	2,67	2,61	2,50	2,32
47,0	1,87	1,97	2,12	2,16	2,17	2,19	2,15	2,07	1,95

La tabla muestra las eficiencias en W/W a medida que la temperatura del aire externo y los pasos de parcialización varían, dejando el glicol, la temperatura y el caudal de agua de salida fijos según el espejo de funcionamiento correspondiente.
Una vez introducido el porcentaje de glicol, es aconsejable prever sistemas de protección alternativos para temperaturas del aire inferiores a 2 °C.

Calentamiento

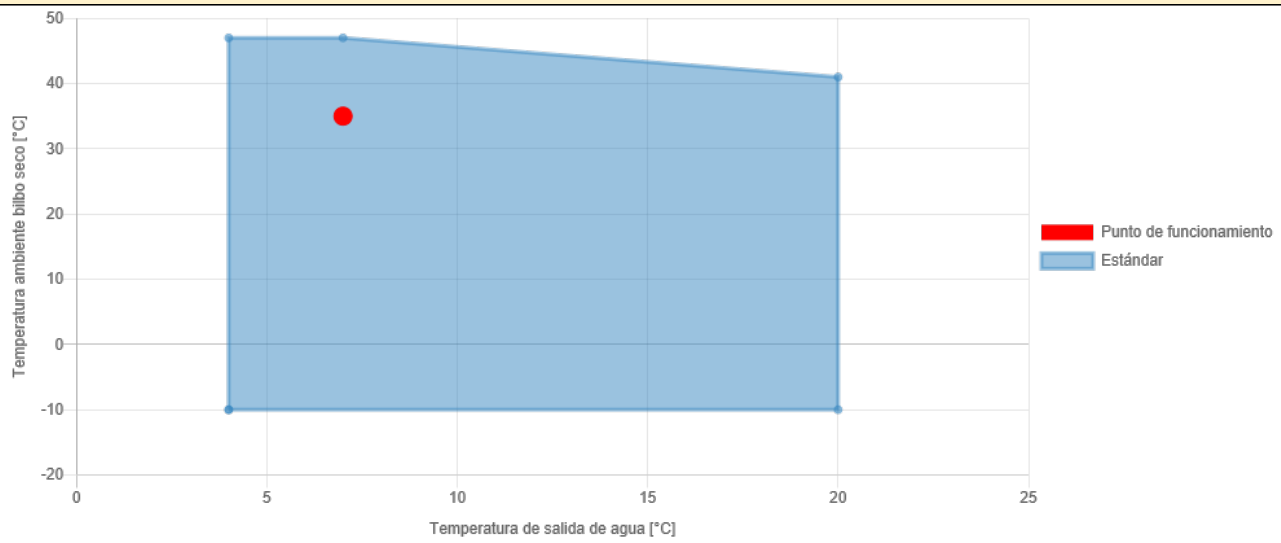
°C \ %	100	90	80	70	60	50	40	30	20
-15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,0	2,27	2,35	2,45	2,50	2,50	2,49	2,44	2,35	2,20
15,0	2,96	3,07	3,22	3,29	3,29	3,30	3,23	3,12	2,91
25,0	3,26	3,39	3,58	3,65	3,67	3,69	3,62	3,49	3,27
35,0	3,39	3,54	3,74	3,83	3,85	3,89	3,81	3,68	3,44
42,0	3,40	3,55	3,76	3,84	3,87	3,91	3,83	3,70	3,47

La tabla muestra las eficiencias en W/W a medida que la temperatura del aire externo y los pasos de parcialización varían, dejando el glicol, la temperatura y el caudal de agua de salida fijos según el espejo de funcionamiento correspondiente.
Una vez introducido el porcentaje de glicol, es aconsejable prever sistemas de protección alternativos para temperaturas del aire inferiores a 2 °C.

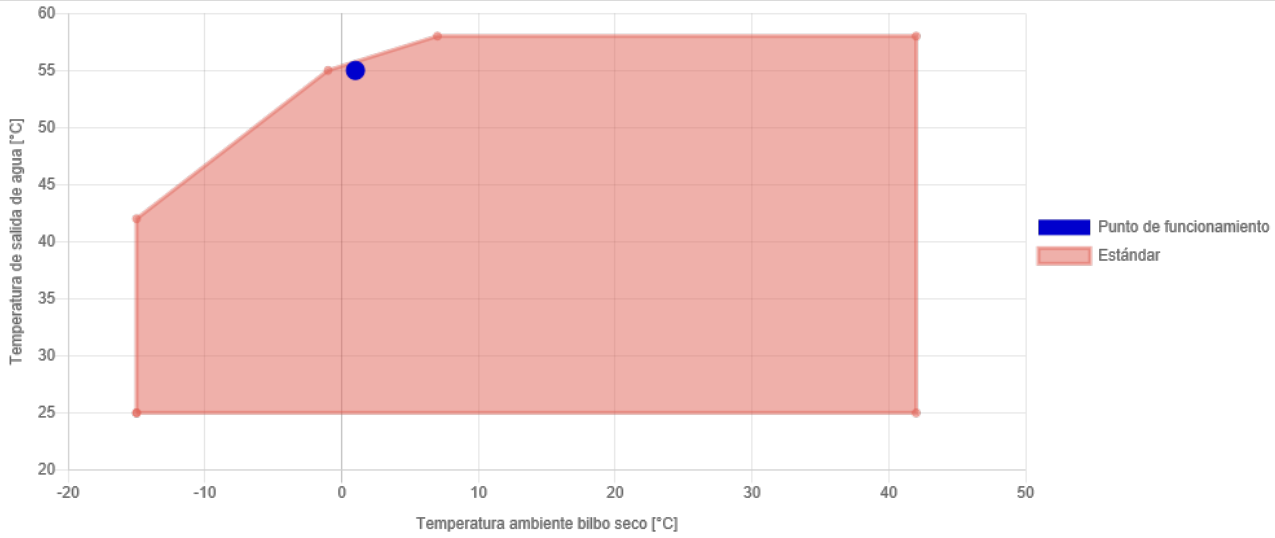
Límites operativos

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Enfriamiento



Calentamiento



Datos generales

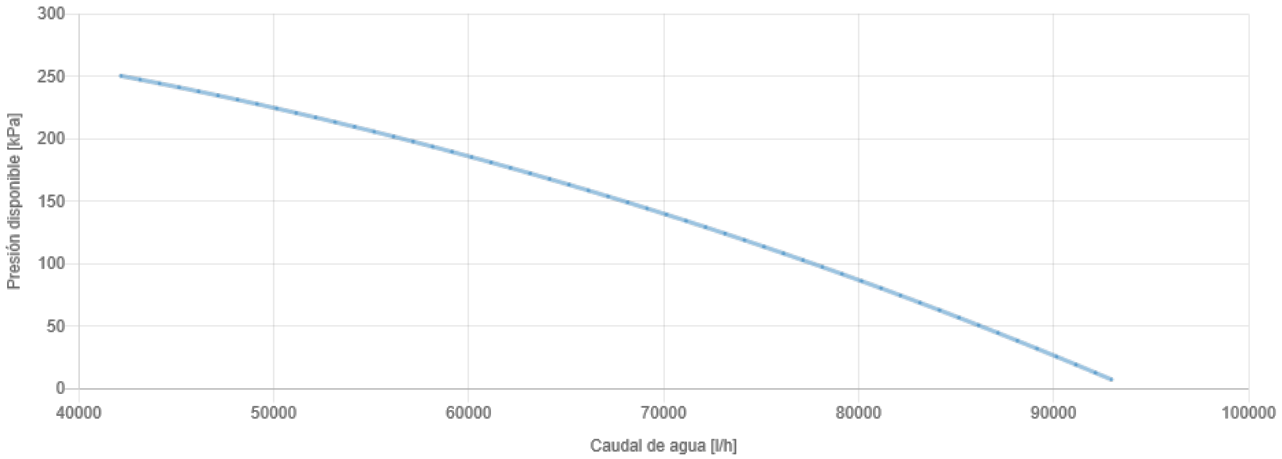
Datos de circuito de refrigeración

Refrigerante			R32
Sistema de regulación			On-Off
Tipo de compresor			Scroll
Numero de compresores		n.	4
Numero de circuitos frigoríficos		n.	2
Carga de refrigerante	C1	kg	28
	C2	kg	28
Carga de aceite	C1	l	12,74
	C2	l	14,6

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

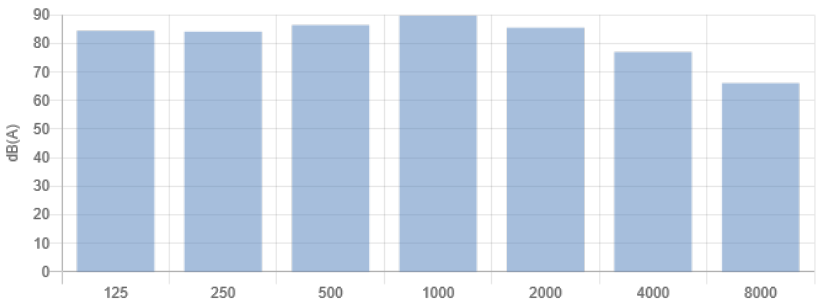
Datos de grupo ventilador		
Sistema de regulación		Modulación con Inverter
Tipo de ventilador		Axial
Número de ventiladores	n.	8
Caudal del aire total	m³/h	159.068

Datos del circuito de agua			
Tipo de intercambiador			Placas
Número de intercambiadores		n.	1
Número de vasos de expansión		n.	2
Capacidad del vaso de expansión		l	24
Número de vaso		n.	1
Capacidad del deposito		l	600
Contenido total de agua		l	654
Tipo de conexiones			Junta acanalada
Conexiones de agua	entrada	Ø	4 "
	salida	Ø	4 "



Datos de sonido (datos nominales en enfriamiento)		
Potencia sonora - Lw	dB(A)	93,6
Presión sonora a 10 m	dB(A)	61,2

Hz	Lw [dB]	Lw [dB(A)]
125	100,4	84,4
250	92,7	84,1
500	89,6	86,4
1000	89,7	89,7
2000	84,3	85,5
4000	76,0	77,0
8000	67,2	66,1



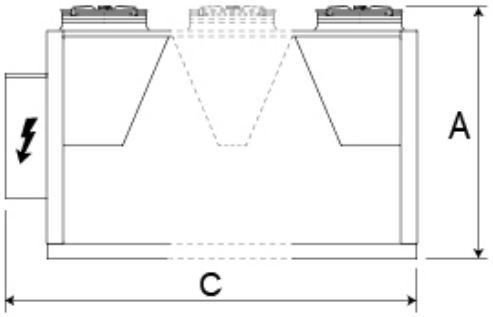
Los niveles de sonido se indican con carga completa, sin bombas (si está disponible) y en condiciones nominales (temperatura del aire: 35,0 °C, temperatura del agua (entrada/salida): 12,0/7,0 °C).

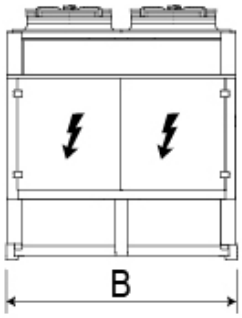
Datos eléctricos		
Corriente a plena carga (FLA)	A	324,7
Corriente de activación (LRA)	A	787,0
Alimentación		400V/3/50Hz con magnetotérmicos

Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

Dimensiones y pesos		
A - Altura	m	2,45
B - Ancho	m	2,2
C - Longitud	m	5,16

Las dimensiones y el peso se refieren a la unidad sin embalaje. Para estos datos, consulte el manual de instalación.





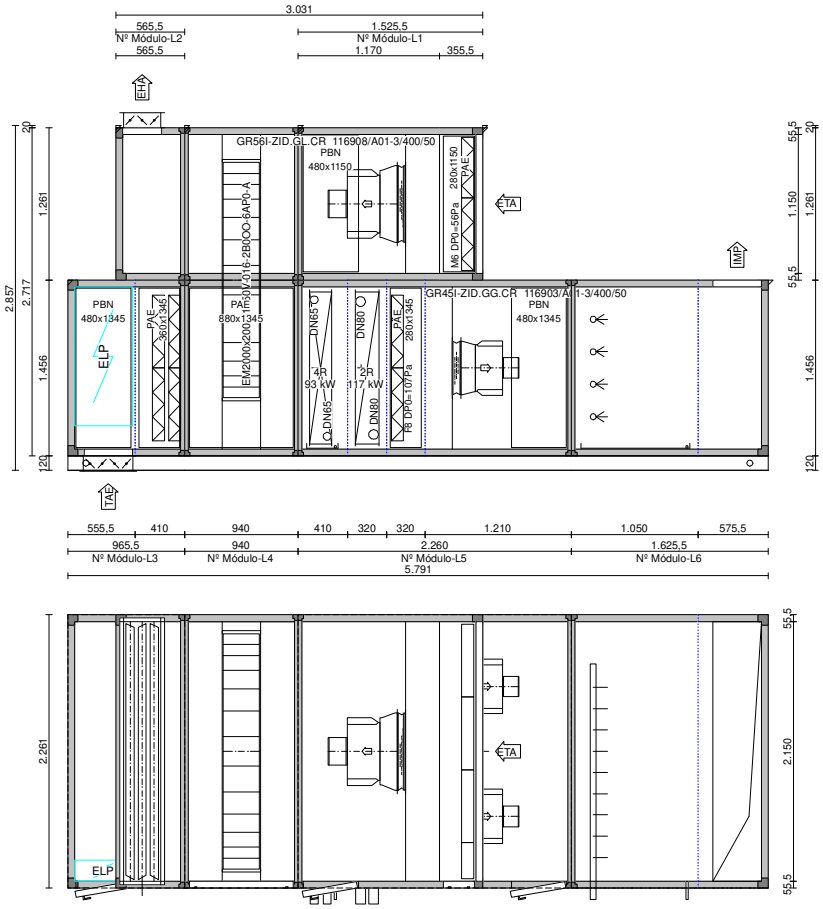
Las prestaciones estándar certificadas, las condiciones y la certificación del software se pueden verificar en https://www.eurovent-certification.com
Como especificado en el Manual operativo, los datos técnicos no son vinculantes; Aermec se reserva el derecho de realizar, en cualquier momento, modificaciones para mejoras y correcciones.

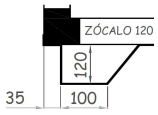
Airlan Norte		Referencia Obra	**Hacienda Diputacion**
Ribera de Deusto, 87		Nº Oferta	
Teléfono		Referencia AHU	**CL**
E-mail		Posición	
		Fecha	**31/01/2024**
		Responsable	
Cliente: **AIGUASOL**		Nº Matrícula AHU	
ATTn:		Nombre / Versión Software	**AHEAD / 01.13.32**

ErP 2018 Ready	Modelo	Caudal [m³/h]	DP Disp. [Pa]	Velocidad [m/s]	Potencia del		SFPe (Ws/m3)
Impulsión	**FMA-HP 204**	**18.000**	**300**	**1,73**	**5,0**	**X 2**	**1.589**
Extracción	**FMA-HP 175**	**13.000**	**300**	**1,46**	**4,6**	**X 1**	**933**

Temperatura Diseño Exterior **-0,6** - *% Recirculación* - *Densidad del Aire* **1,2** - localización ASH

Etiquetado energético para condiciones secas NRVU-BVU





EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE ENERGY EFFICIENCY
www.eurovent-certification.com
16.11.004
A+
A
B
C
D
E
B 2016
Report to performance data

EN 1886

Resistencia mecánica	**D1(M)**
Fugas (-400Pa)	**L1**
Fugas (+700Pa)	**L1**
Bypass Filtros	**F9**
Transmitancia térmica	**T2**
Puente Térmico	**TB2**

Características de la Envolvente

Fin

Ejecución	**AHU Intemperie**	Carpintería interior	**Acero zincado**
Espesor del panel	**45,0**	Interior Panel	**Acero zincado**
Aislamiento	**Poliuretano 45 kg/m**	Exterior Panel	**Acero Galvanizado Prepintado**
Perfiles	**Alumínio**	Suelo AHU	**Acero zincado**

Módulo Nº	Anchura	Altura	Longitud	Peso
L1	**2.261**	**1.261**	**1.526**	**435**
L2	**2.261**	**1.261**	**566**	**132**
L3	**2.261**	**1.456**	**966**	**315**
L4	**2.261**	**2.717**	**940**	**602**
L5	**2.261**	**1.456**	**2.260**	**782**
L6	**2.261**	**1.456**	**1.626**	**330**

Agrupación de módulos Número de bultos

Niveles Acústicos **2** (m)

	Potencia Sonora Lw dB(A)		Presión Sonora Lp dB(A)	
	Impulsión	Extracción	Impulsión	Extracción
Aspiración	**78,0**	**72,9**	**64,0**	**58,9**
Impulsión	**93,1**	**84,1**	**79,1**	**70,1**
Transmitido	**78,3**	**70,1**	**64,3**	**56,1**

Módulo Vacío	**555,5 mm**	**8 Pa**	**128,0 kg**	Corriente: ***Impulsión***	Módulo Nº	**L3**

Tipo de puerta: Puerta con Bisagras y Manillas — Dimensiones [mm] **480,0 x 1.345,0**

Compuerta: **NDF** — Dimensiones [mm] **2.150,0 x 410,0 x 125,0** — Nombre: **AL 125**

Accionamiento:	**Eje**	Caudal [m³/h]	**18.000**	Marco	**Alumínio**
Nº Actuadores	**1**	Velocidad [m/s]	**5,67**	Lamas	**Alumínio**
Par [Nm]	**6,5**	DP [Pa]	**8**	Tipo	**AL 125**

ELP - Panel eléctrico
?
Dimensión [mm] **480** x **1150** x **175** — Tensión [V] **? / ? / ?**
Protección [kW] **?**
Frecuencia de **?**

Filtro bolsa con pre-filtro	**410,0 mm**	**173 Pa**	**187,0 kg**	Corriente: ***Impulsión***	Módulo Nº	**L3**

Filtro de placas / Z-Z

Velocidad	**2,04**
Tipo	**Coarse 50%Queb98S-G4**
Clase	**Coarse 50**
DP inicial [Pa]	**28**
DP Final recomendada [Pa]	**78**
Caudal [m³/h]	**18.000**
Material celdas Filtrantes	**Sintetico**

Clase Eficiencia Filtr	**N/A**
Saco largo [mm]	**98,0**
Superfície del filtro [m2]	**7,3**
Nº Celdas x Tamaño [mm]	
6 x **592,0** x **592,0**	
2 x **290,0** x **592,0**	



Filtro de placas / Z-Z

Velocidad	**2,05**
Tipo	**ePM10 70%Mini98M-M6R**
Clase	**ePM10 70**
DP inicial [Pa]	**70**
DP Final recomendada [Pa]	**170**
Caudal [m³/h]	**18.000**
Material celdas Filtrantes	**Microfibra de vidrio**
Eficacia Mínima [%]	**75**

Clase Eficiencia Filtro	**N/A**
Saco largo [mm]	**98,0**
Superfície del filtro [m2]	**92,2**
NºCeldas x Tamaño x Nº Cart	
6 x **592,0** x **592,0** x	
2 x **287,0** x **592,0** x	



Tipo de puerta: Puerta Amarre exterior (PAE) — Dimensiones [mm] **360,0 x 1.345,0**

Recuperador Rotativo	**940,0 mm**	**292 Pa**	**602,0 kg**	Corriente:	***Impulsión***	Módulo Nº	**L4**

Modelo **EM2000x2000-1950V-016-2B0OO-6AP0-A**

Prestaciones Modo Calor (Invierno)

(Condiciones Humedas

Extracción [m³/h]	**13.000**		
Dp [Pa]	**189**	DP estandar [Pa]	**199**
Tª IN [°C]	**22,0**	Hr IN [%]	**50,0**
Tª OUT [°C]	**1,0**	Hr OUT [%]	**91,8**
Impulsión [m³/h]	**18.000**		
Dp [Pa]	**254**	DP estandar [Pa]	**275**
Tª IN [°C]	**-0,6**	Hr IN [%]	**90,0**
Tª OUT [°C]	**14,6**	Hr OUT [%]	**63,3**

Razón de temperatura [%]	**67,2**
Rendimiento humedad [%]	**65,8**
Potencia Sensible Recuperada [kW]	**91,7**
Potencia Total Recuperada [kW]	**142,2**

Prestaciones Modo Frío (Verano)

Extracción [m³/h]	**13.000**		
Dp [Pa]	**209**	DP estandar [Pa]	**200**
Tª IN [°C]	**24,00**	Hr IN [%]	**50,0**
Tª OUT [°C]	**30,20**	Hr OUT [%]	**55,6**
Impulsión [m³/h]	**18.000**		
Dp [Pa]	**292**	DP estandar [Pa]	**277**
Tª IN [°C]	**30,70**	Hr IN [%]	**58,0**
Tª OUT [°C]	**26,20**	Hr OUT [%]	**56,4**

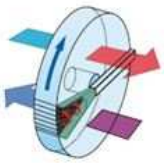
Eficacia [%]	**66,4**
Razón (X) [%]	**59,9**
Potencia Sensible Recuperada [kW]	**26,86**
Potencia Total Recuperada [kW]	**90,42**

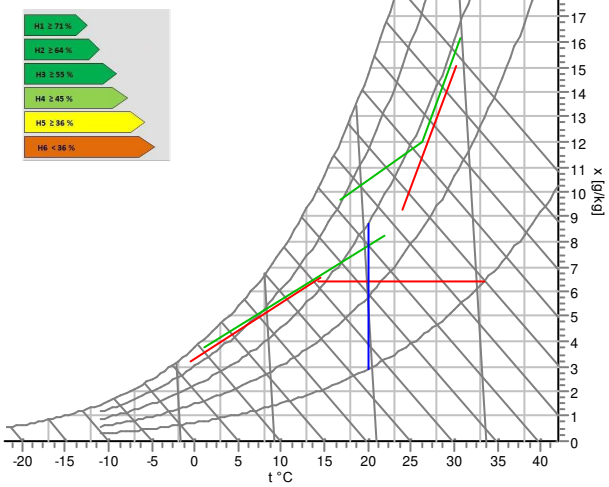
Motor

Tensión de red V	**3x400**
Potencia nominal [KW]	**0,370**
Intensidad nominal [A]	**2,10**

EN 13053 A1 / EN 308 Velocidad 10 rpm

Potencia Recuperada [kW]	**95,5**
Potencia Absorbida Aire [kW]	**4,6**
Potencia energética adicional [kW	**0,4**
Indice de potencia	**19,1**
Rendimiento de temperaturas [%]	**79,2**
Rendimiento Energético [%]	**75,1**
EN Class	**H1**



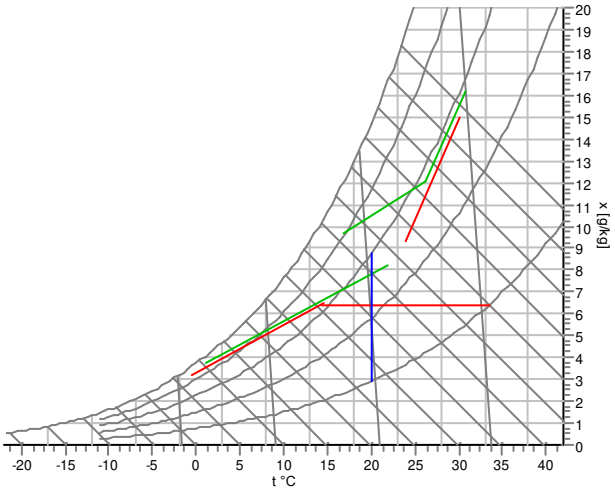


Tipo de puerta: Puerta Amarre exterior (PAE) Dimensiones [mm] **880,0 x 1.345,0**

Batería Frío

410,0 mm | **63 Pa** | **190,0 kg** | Corriente: ***Impulsión*** | Módulo Nº **L5**

Caudal [m³/h]	**18.000**	Modo Calor	**No**
Velocidad [m/s]	**2,03**		
Tª IN [°C]	**26,2**	Tª IN [°C]	
Hr IN [%]	**56,4**	Hr IN [%]	
Tª OUT [°C]	**16,8**	Tª OUT [°C]	
Hr OUT [%]	**81,0**	Hr OUT [%]	
Potencia Total [kW]	**93,0**	Potencia Total [kW]	
Potencia Sensible [kW]	**57,7**		
Factor Calor Sensible	**0,6**		
DP [Pa]	**63**	**en condición seca**	



Fluido Caloportador	**Agua**	Fluido Calopor	**H2O**
Caudal [l/s]	**4,43**	Caudal [l/s]	
Velocidad Agua [m/s]	**1,2**	Velocidad Agua [	
Temperatura Agua IN [°C]	**7,0**	Temperatura Ag	
Temperatura Agua OUT [°	**12,0**	Temperatura Agua	
DP Agua [kPa]	**31,2**	DP Agua [kPa]	
Volumen [l]	**43,5**		
Lado de conexiones	**estándar**		

Características Constructivas

Separación Aletas [mm]	**2,50**		Aletas	**Alumínio**
Nº Circuitos			Tubería	**Cobre**
Nº Filas	**4**		Colector	**Acero pintado**
Colector IN	**DN 65**	**Ø 2 1/2**	Marco	**Acero zincado**
Colector OUT	**DN 65**	**Ø 2 1/2**	Protección Aletas	**Epoxy recubierto**



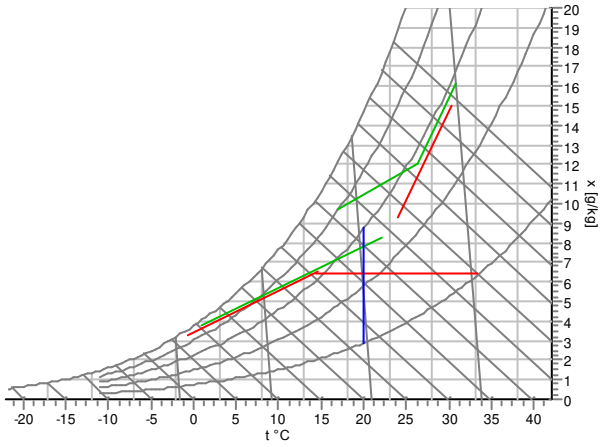
Código **8.35.CU.10.AP.36.04.1959.25.W.X.X.029.144.R 2" L**

Bandeja Condensados — Material **stainless steel AISI 304** — Modelo — Conexión Drenaje **Ø0 3/4** — Altura **40,0**

Batería de Calor

320,0 mm | **27 Pa** | **146,0 kg** | Corriente: ***Impulsión*** | Módulo Nº **L5**

Caudal [m³/h]	**18.000**		
Velocidad [m/s]	**2,05**		
Tª IN [°C]	**14,3**	/ [%]	**63,6**
Tª OUT [°C]	**33,4**	/ [%]	**20,2**
DP [Pa]	**27**		
Potencia [kW]	**117,0**		



Fluido Caloportador	**Agua**
Caudal [l/s]	**5,7**
Velocidad Agua [m/s]	**1,3**
Temperatura Agua IN	**55,0**
Temperatura Agua OUT	**50,0**
DP Agua [kPa]	**11,3**
Volumen [l]	**29,7**
Lado de conexiones	**estándar**

Características Constructivas

Nº Filas	**2**		Aletas	**Alumínio**
Nº Circuitos			Tubería	**Cobre**
Separación Aletas [mm]	**2,10**		Colector	**Acero pintado**
Colector IN	**DN 80**	**Ø 3 0/0"**	Marco	**Acero zincado**
Colector OUT	**DN 80**	**Ø 3 0/0"**	Protección Alet	**Epoxy recubie**



Código **8.35.CU.10.AP.36.02.1933.21.W.X.X.036.072.R 2 1/2" L**

Filtro	**320,0 mm**	**157 Pa**	**137,0 kg**	Corriente:	***Impulsión***	Módulo Nº	**L5**

Filtro de placas / Z-Z

Velocidad	**2,05**
Tipo	**ePM1 70%Mini96M-F8R**
Clase	**ePM1 70%**
DP inicial [Pa]	**107**
DP Final recomendada [Pa]	**207**
Caudal [m³/h]	**18.000**
Material celdas Filtrantes	**Microfibra de**

Clase Eficiencia Filtr	**N/A**
Saco largo [mm]	**98,0**
Superfície del filtro [m2]	**92,2**
Nº Celdas x Tamaño [mm]	
6 x **592,0** x **592,0**	
2 x **287,0** x **592,0**	



Tipo de puerta: Puerta Amarre exterior (PAE) Dimensiones [mm] **280,0 x 1.345,0**

Plug fan	**1.210,0 m**	**Pa**	**309,0 kg**	Corriente:	***Impulsión***	Módulo Nº	**L5**

Ventilador	**GR45I-ZID.GG.CR 116903/A01-**	**x 2**	
Caudal Impulsión [m³/h]	**18.000**		
DP Disponible [Pa]	**300**		
DP Dinámica Pa	**42**		
DP Total [Pa]	**1.157**		
Potencia Absorbida [kW]	**4,10**		
Rendimiento del sistema %	**70,6**		
rpm	**2.434**		
Nivel Potencia Sonora [dBA]	**90,1**		
Factor de seguridad	**7**		
Operating fans	**50%**		

Motor	**2 x**	**ECblue-IE5-50-85-0-5**
Protección		**IP55**
Rendimiento clase IE		**IE5**
Potencia nominal [kW]	**2 x**	**5,000**
Velocidad +-2 % [RPM]		**2.620**
Intensidad +-5% [A]	**2 x**	**6,1**
Alimentación		**3x400 / 50**
Señal de Control		**9,30**

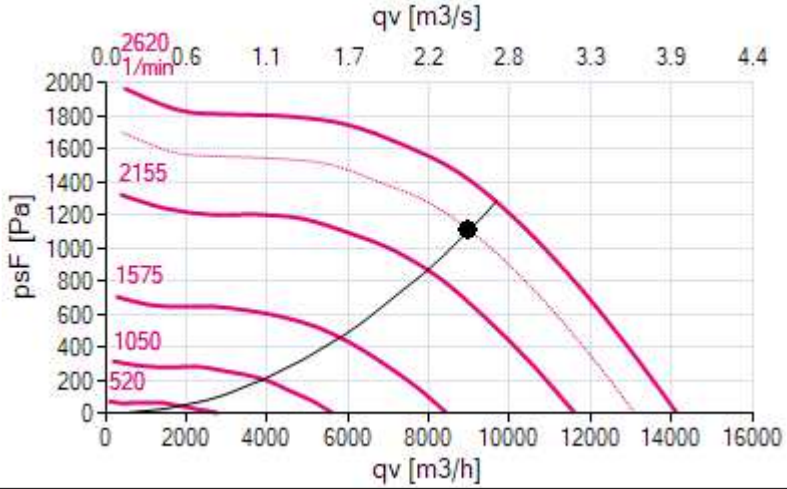
Factor K Ventilador **220**

Nivel Potencia Sonora por Banda Octava Lw/ dB

Ot. Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Aspiración	**80,0**	**76,0**	**81,0**	**79,0**	**73,0**	**72,0**	**69,0**	**71,0**
Salida	**82,0**	**82,0**	**89,0**	**86,0**	**83,0**	**84,0**	**81,0**	**77,0**

Antivibratorios Tipo **goma**

Curva Característica



El efecto sistema se ha tenido en cuenta en las prestaciones del conjunto motoventilador

1 Un **Malla Zaflow ventilador**

Tipo de puerta: Puerta con Bisagras y Manillas Dimensiones [mm] **480,0 x 1.345,0**

Tamaño / Posición Toma de Aire: **445,0 x 445,0** / **L**

Tamaño / Posición Toma de Aire: **445,0 x 445,0** / **L**

Humidificador Vapor	**1.050,0 m**	**Pa**	**183,0 kg**	Corriente:	***Impulsión***	Módulo Nº	**L6**

Psicrometría

Caudal	**18.000**
Temperatura IN [°C]	**20,0**
Humedad Relativa IN [%]	**20,0**
Temperatura OUT [°C]	**20,0**
Humedad Relativa OUT [%]	**60,0**
Capacidad Humectación [kg/h]	**126,6**
Capacidad máxima	**132,0**

Características Constructivas

Longitud Lanza	**1.800,0**
Nº Lanzas	**4**
Generador de vapor	**2xEHU-754-60**
Nº Generadores de Vapor	**2**
Código	**EHU-750-60H**
Alimentación [V]	**3x400**
Potencia nominal [kW]	**52,560**
Module Length [mm]	**1.000,0**





Bandeja Condensados — Material: **Alumínio** — Modelo: — Conexión Drenaje: **Ø0 3/4** — Altura: **40,0**

Módulo Vacío	**575,5 mm**	**Pa**	**147,0 kg**	Corriente:	***Impulsión***	Módulo Nº	**L6**

Tamaño / Posición Toma de Aire: **2.150,0 x 400,0** / **C**

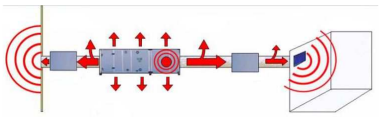
Espectro Sonoro

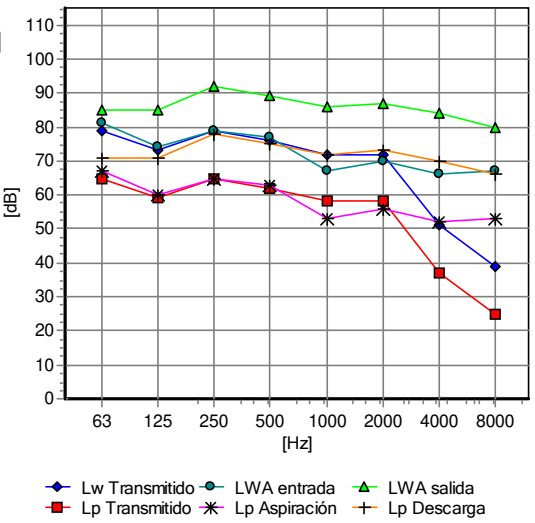
Nivel Potencia Sonora [dB]

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lw [dB(A)]
Aspiración	**81,0**	**74,0**	**79,0**	**77,0**	**67,0**	**70,0**	**66,0**	**67,0**	**78,0**
Salida	**85,0**	**85,0**	**92,0**	**89,0**	**86,0**	**87,0**	**84,0**	**80,0**	**93,1**
Transmitido	**79,0**	**73,0**	**79,0**	**76,0**	**72,0**	**72,0**	**51,0**	**39,0**	**78,3**

Nivel Presión Sonora [dB] — Distancia Fuente **2 m**

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lp [dB(A)]
Aspiración	**67,0**	**60,0**	**65,0**	**63,0**	**53,0**	**56,0**	**52,0**	**53,0**	**64,0**
Salida	**71,0**	**71,0**	**78,0**	**75,0**	**72,0**	**73,0**	**70,0**	**66,0**	**79,1**
Transmitido	**65,0**	**59,0**	**65,0**	**62,0**	**58,0**	**58,0**	**37,0**	**25,0**	**64,3**





Filtro	**355,5 mm**	**106 Pa**	**140,0 kg**	Corriente:	***Extracción***	Módulo Nº	**L1**

Filtro de placas / Z-Z

Velocidad	**1,61**
Tipo	**ePM10 70%Mini98M-M6R**
Clase	**ePM10 70**
DP inicial [Pa]	**56**
DP Final recomendada [Pa]	**156**
Caudal [m³/h]	**13.000**
Material celdas Filtrantes	**Microfibra de**

Clase Eficiencia Filtr	**N/A**
Saco largo [mm]	**98,0**
Superfície del filtro [m2]	**85,1**

Nº Celdas x Tamaño [mm]

3 x **592,0** x **592,0**
1 x **287,0** x **592,0**
3 x **492,0** x **592,0**



Tipo de puerta: Puerta Amarre exterior (PAE) Dimensiones [mm] **280,0 x 1.150,0**

Tamaño / Posición Toma de Aire: **2.150,0 x 1.150,0** / **E**

Plug fan	**1.170,0 m**	**Pa**	**295,0 kg**	Corriente:	***Extracción***	Módulo Nº	**L1**

Ventilador **GR56I-ZID.GL.CR 116908/A01-3**

Caudal Impulsión [m³/h]	**13.000**
DP Disponible [Pa]	**300**
DP Dinámica Pa	**36**
DP Total [Pa]	**662**
Potencia Absorbida [kW]	**3,47**
Rendimiento del sistema %	**69**
rpm	**1.627**
Nivel Potencia Sonora [dBA]	**84,2**
Factor de seguridad	**9**

Motor **ECblue-IE5-50-115-0-4.6**

Protección	**IP55**
Rendimiento clase IE	**IE5**
Potencia nominal [kW]	**4,600**
Velocidad +-2 % [RPM]	**2.150**
Intensidad +-5% [A]	**5,5**
Alimentación	**3x400 / 50**
Señal de Control	**9,10**

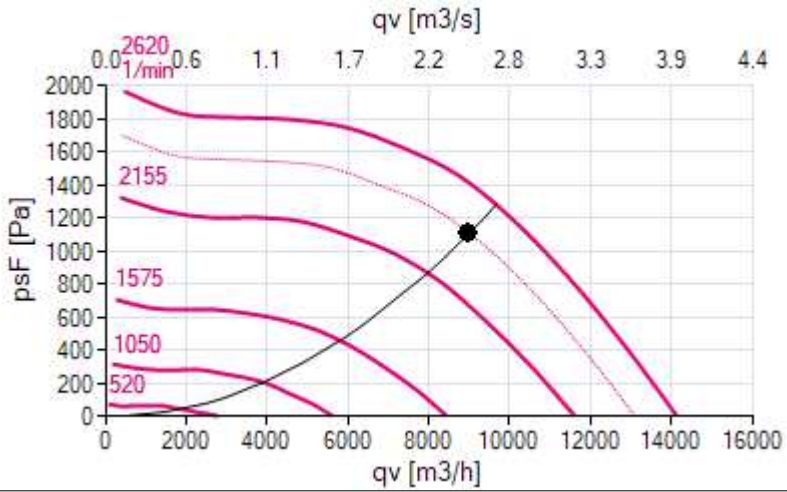
Factor K Ventilador **355**

Nivel Potencia Sonora por Banda Octava Lw/ dB

Ot. Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Aspiración	**81,0**	**81,0**	**77,0**	**72,0**	**69,0**	**66,0**	**63,0**	**68,0**
Salida	**82,0**	**85,0**	**82,0**	**83,0**	**78,0**	**75,0**	**71,0**	**71,0**

Antivibratorios Tipo **goma**

Curva Característica



El efecto sistema se ha tenido en cuenta en las prestaciones del conjunto motoventilador

1 Un **Malla Zaflow ventilador**

Tipo de puerta: Puerta con Bisagras y Manillas Dimensiones [mm] **480,0 x 1.150,0**

Tamaño / Posición Toma de Aire: **640,0 x 640,0** / **L**

Recuperador Rotativo	**940,0 mm**	**292 Pa**	**602,0 kg**	Corriente:	***Extracción***	Módulo Nº	**L4**

Módulo Vacío	**565,5 mm**	**7 Pa**	**132,0 kg**	Corriente:	***Extracción***	Módulo Nº	**L2**

Compuerta: **NDF** Dimensiones [mm] **2.150,0 x 310,0 x 125,0** Nombre: **AL 125**

Accionamiento:	**Eje**	Caudal [m³/h]	**13.000**	Marco	**Alumínio**
Nº Actuadores	**1**	Velocidad [m/s]	**5,42**	Lamas	**Alumínio**
Par [Nm]	**4,8**	DP [Pa]	**7**	Tipo	**AL 125**

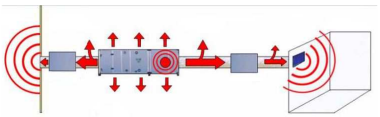
Espectro Sonoro

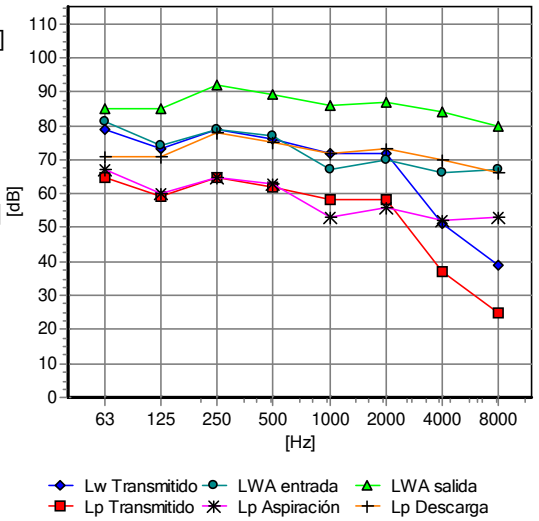
Nivel Potencia Sonora [dB]

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lw [dB(A)]
Aspiración	**80,0**	**78,0**	**75,0**	**70,0**	**64,0**	**64,0**	**60,0**	**63,0**	**72,9**
Salida	**82,0**	**85,0**	**82,0**	**83,0**	**78,0**	**75,0**	**71,0**	**71,0**	**84,1**
Transmitido	**76,0**	**73,0**	**69,0**	**70,0**	**64,0**	**60,0**	**38,0**	**30,0**	**70,1**

Nivel Presión Sonora [dB] Distancia Fuente **2 m**

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lp [dB(A)]
Aspiración	**66,0**	**64,0**	**61,0**	**56,0**	**50,0**	**50,0**	**46,0**	**49,0**	**58,9**
Salida	**68,0**	**71,0**	**68,0**	**69,0**	**64,0**	**61,0**	**57,0**	**57,0**	**70,1**
Transmitido	**62,0**	**59,0**	**55,0**	**56,0**	**50,0**	**46,0**	**24,0**	**16,0**	**56,1**





1 Se **Zócalo BASH120**

1 Se **Cubierta del techo**

ELEMENTOS DE FUERZA

Referencia de Obra:	Hacienda Diputacion Gipuzkoa
Posición	0
NºMatrícula:	0

Elementos Comunes	Case	Nº Ud	Activación	Nominal	Código
Interruptor general (A)	26,4	1	☑	40	Interruptor General 18,5 kW 40A
Diferencial maniobra y control	0,4		☐		
Magnetotérmico Regulador FREEGO + E3-DSP-A3 + XCA203W-4 (A)	0,4	1	☑	10	Magnetotermico 2x10A
Aparelec Base carril Schuco		1	☑		Aparelec Base carril Schuko
Trafo Control Regulador FREEGO + E3-DSP-A3 + XCA203W-4 (VA)	81,6	1	☑	100	TRAFO en 230+-5%V Salida 24v.100VA
Diferencial fuerza	26,4		☐		
Magnetotérmico Iluminación			☐		
Magnetotérmico maniobra		1	☑	10	Magnetotermico 2x10A
Maneta Emergencia		1	☑		Maneta Emergencia
Relé 24v. AC		2	☑		Relé 24v. AC
Placa Base		1	☑		Placa Base 4 - Cuadro 545 x 1000

			Protecciones generales				Protecciones por componente				Contactor		
Componentes específicos	Case (A)	Nº Ud	Activación	Común	In(A)	Código	Activación	Individual	In(A)	Código	Activación	In(A)	Código
Ventilador Impulsión EC	8,6	2	☑	1 X	20	INT. AUT. Magnetotermico 3P 20A	☐				☐		
Ventilador Extracción EC	7,9	1	☑	1 X	10	INT. AUT. Magnetotermico 3P 10A	☐				☐		
Recuperador Rotativo	1,4	1	☐				☑	1 x	1,6	Disyuntor 0,50 kW 1-1,6A	☑	12	Contactor 5,5 kW 12A
			☐				☐				☐		
			☐				☐				☐		
			☐				☐				☐		
			☐				☐				☐		
			☐				☐				☐		
	26,4												

NOTAS		

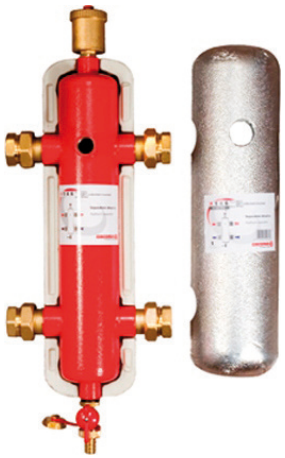
LISTADO DE PUNTOS

Referencia de Obra:	Hacienda Diputacion Gipuzkoa
Posición	0
NºMatrícula:	0

Tipo de UTA: UTA Zona

Case	1	**48**

Señales Control	Gestión Maniobra	Elemento de Campo	ED	SD	EA	SA
Ventilador Impulsión EC						
Maniobra	Q=Cte	Ventilador GR45I-ZID.GG.CR (116903/A01) 5 kW (x2)				1
Alarma	-		1			
Estado	-					
Ventilador Extracción EC						
Maniobra	Q=Cte	Ventilador GR56I-ZID.GL.CR (116908/A01) 4,6 kW (x1)				1
Alarma	-		1			
Estado	-					
Recuperador Rotativo						
Maniobra	iext <>iret	Recuperador Rotativo		1		
Humectador						
Maniobra	Hr Retorno	H.Hervidor				1
Alarma	-		1			
Marcha/Paro	-			1		
Batería Frío						
Maniobra	Tª Impulsión	Válvula V2V BTV50-39+RVAN5-24A				1
Batería Calor						
Maniobra	Tª Impulsión	Válvula V2V GF265-63+RVAN18-24A				1
Sonda CO2 (EXR)						
Conducto	Lectura	KCO2-W			1	
Compuerta TAE						
Maniobra	Total Opening/Free Cooling	Actuador Compuerta TAE DAS1 (x1)		1		
Cierre Off						
Compuerta EHA						
Maniobra	=TAE	Actuador Compuerta EHA DAS1 (x1)				
Cierre Off						
Sonda Combinada (EXR)						
Conducto	Lectura	SHD.311			2	
Sonda Combinada (IMP)						
Conducto	Lectura	SHD.311			2	
Sonda Combinada (TAE)						
Conducto	Lectura	SHD.311			2	
Sonda ΔP Oído (IMP)						
0-2.500	Lectura	DDP.4010			1	
Sonda ΔP Oído (EXR)						
0-2.500	Lectura	DDP.4010			1	
Filtro EXR 1						
Maniobra	ΔP Final: 200Pa	Presostato 93083222511	1			
Filtro IMP 1						
Maniobra	ΔP Final: 350Pa	Presostato 93083222511	1			
Filtro IMP 2						
Maniobra	ΔP Final: 300Pa	Presostato 93083222511	1			
TOTAL SEÑALES CONTROL						
Nº IOs	-		6	3	9	5
REGULADOR						
Capacidad	Protocolo BMS Modbus RS485	FREEGO + E3-DSP-A3 + XCA203W-4	12	13	8	9
Señales libres		FREEGO + E3-DSP-A3 + XCA203W-4 Señales libres (EU= 3)	6	10		4

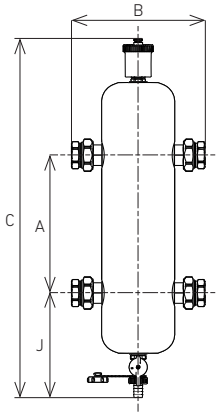


BALANCE roscadas

- Para disponer de separación hidráulica entre el circuito primario (caldera simple o varias calderas en cascada) y el circuito secundario (radiadores o suelo radiante).
- Evita la posible interferencia entre los circuladores de primario y secundario.
- Queda garantizado el correcto caudal a través del circuito primario, independientemente de lo que ocurra en el circuito secundario.
- Cuerpo fabricado en acero de alta calidad.
- Cuatro conexiones de racores 3 piezas hembra para conexión a circuitos primario y secundario.
- Purgador de aire automático.
- Grifo de descarga de 1/2" con toma para conexión a manguera.
- Tapón de 1/2" para toma auxiliar de termómetro.
- Aislante térmico en poliuretano expandido de 20 mm revestido en aluminio, que reduce las pérdidas de calor y evita la formación de condensación.
- Internamente, en la parte superior del separador, incorpora un elemento que separa las burbujas de aire contenidas en el agua, facilitando su eliminación a través del purgador de aire automático.

		1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Conexión		1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
A	mm	220	240	260	280
B	mm	213	232	300	341
C	mm	571	614	661	708
J	mm	166	178	191	205
Peso	kg	2,7	3,7	5,7	7,2
Capacidad	l	1,5	2,5	4,5	7,2
Rango de potencia (*)	kW	29-58	46-93	64-128	99-198
Caudal máximo	m^3/h	2,5	4	5,5	8,5
Temp. máx. de trabajo	°C	110	110	110	110
Presión máx. de trabajo	bar	10	10	10	10
Referencia		**193200045**	**193200046**	**193200047**	**193200048**
PVP		**309 €**	**360 €**	**442 €**	**705 €**

(*) Dependiendo de la velocidad del agua en los circuitos.
Velocidades admisibles:
- Circuito primario entre 1 y 2 m/seg
- Circuito secundario máximo 1,2 m/seg



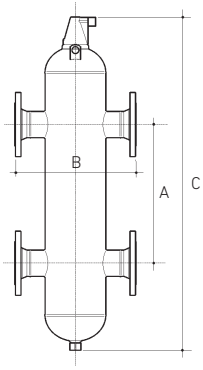


FLEXBALANCE con bridas

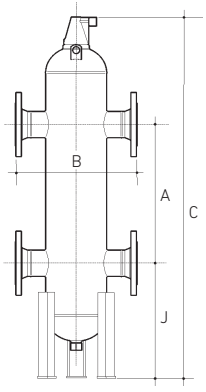
- Fabricados en acero de alta calidad y pintados exteriormente.
- Para disponer de separación hidráulica entre el circuito primario (caldera simple o varias calderas en cascada) y el circuito secundario (radiadores).
- Evita la posible interferencia entre los circuladores de primario y secundario.
- Queda garantizado el correcto caudal a través del circuito primario, independientemente de lo que ocurra en el circuito secundario.
- Cuatro conexiones: dos en un lateral para el circuito primario, y dos en el lateral contrario para el circuito secundario.
- Purgador automático en la parte superior.
- Entronque tubular en parte inferior para vaciado y limpieza, rosca macho 3/4".
- Facilidad de montaje.
- Conexiones mediante bridas.

F50	F65	F80	F100	F125	F150
DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150
490	635	745	965	1.180	1.430
350	350	470	470	635	774
900	1.045	1.365	1.585	2.065	2.585
-	-	-	-	-	655
25	28	40	51	97	180
17	21	65	78	181	336
90-190	190-300	300-450	450-750	750-1200	1200-1750
15	17	30	55	80	120
120	120	120	120	120	120
10	10	10	10	10	10
195280004	**195280005**	**195280006**	**195280007**	**195280008**	**195280009**
913 €	**1.035 €**	**1.295 €**	**1.633 €**	**2.453 €**	**3.596 €**

DN 50 a DN 125



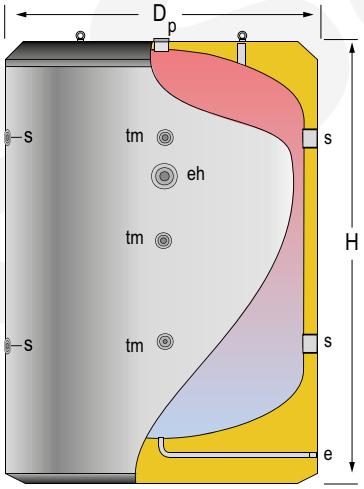
DN 150



DEPÓSITOS ACUMULADORES / PRODUCTORES ACS
MASTER INERCIA - **ACUMULACIÓN**

lapesa





ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO
MASTER INERCIA – **MXV4-1500I**

FCP_060_01_ES

DESCRIPCIÓN:

Depósito **ACUMULADOR** de **INERCIA,** para circuitos cerrados de calefacción o refrigeración. Fabricado en **ACERO INOXIDABLE AISI 304**. Instalación sobre suelo, en posición vertical. Incluye **aislamiento de PU** inyectado en molde. En opción, conjunto de cubierta y forro externo acolchado en PVC con cierre de cremallera, suministrado sin montar en embalaje separado. Con conexión roscada lateral para resistencia eléctrica de calentamiento opcional.

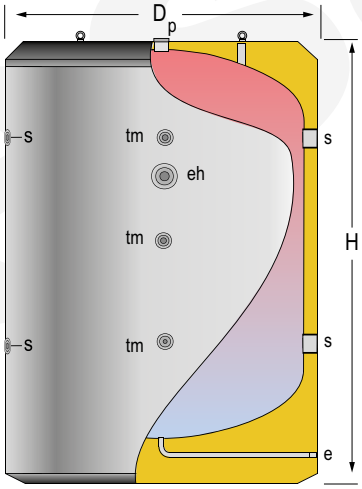
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			
Capacidad total:	Total	1500	L
Presión máxima de trabajo:		6	bar
Temperatura máxima de trabajo:		110	ºC
Conexiones:	s: conexión lateral	4	" H
	p: conexión superior	2	" H
	eh: conexión lateral resistencia	2	" H
	e: conexión desagüe	1	" M
	tm: conexión de sensores	½	" H
Eficiencia energética:	Clase ErP	C	
	Pérdidas estáticas s/ EN12897	145	W
Dimensiones exteriores:	D: Diámetro	1360	mm
	H: Altura (sin conexiones)	1830	mm
	Diagonal (sin conexiones)	2280	mm
Dimensiones embalaje:	Anchura / Altura	1360 x 1900	mm
Peso:	Sin embalaje / Con embalaje	245 / 246	kg

Lapesa Grupo Empresarial, S.L.
Pol. Industrial Malpica, Calle A, Parc. 1-A ⋆ ES-50016 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Tel.: +34 976 465 180 / Fax: +34 976 574 393 ⋆ e-mail: lapesa@lapesa.es

DEPÓSITOS ACUMULADORES / PRODUCTORES ACS
MASTER INERCIA - **ACUMULACIÓN**

lapesa





ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO
MASTER INERCIA – **MXV4-2000I**

FCP_060_02_ES

DESCRIPCIÓN:

Depósito **ACUMULADOR** de **INERCIA,** para circuitos cerrados de calefacción o refrigeración. Fabricado en **ACERO INOXIDABLE AISI 304**. Instalación sobre suelo, en posición vertical. Incluye **aislamiento de PU** inyectado en molde. En opción, conjunto de cubierta y forro externo acolchado en PVC con cierre de cremallera, suministrado sin montar en embalaje separado. Con conexión roscada lateral para resistencia eléctrica de calentamiento opcional.

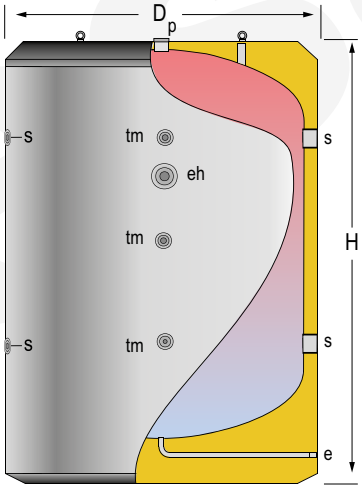
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			
Capacidad total:	Total	2000	L
Presión máxima de trabajo:		6	bar
Temperatura máxima de trabajo:		110	ºC
Conexiones:	s: conexión lateral	4	" H
	p: conexión superior	2	" H
	eh: conexión lateral resistencia	2	" H
	e: conexión desagüe	1	" M
	tm: conexión de sensores	½	" H
Eficiencia energética:	Clase ErP	C	
	Pérdidas estáticas s/ EN12897	164	W
Dimensiones exteriores:	D: Diámetro	1360	mm
	H: Altura (sin conexiones)	2280	mm
	Diagonal (sin conexiones)	2655	mm
Dimensiones embalaje:	Anchura / Altura	1360 x 2320	mm
Peso:	Sin embalaje / Con embalaje	285 / 286	kg

Lapesa Grupo Empresarial, S.L.
Pol. Industrial Malpica, Calle A, Parc. 1-A * ES-50016 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Tel.: +34 976 465 180 / Fax: +34 976 574 393 * e-mail: lapesa@lapesa.es

DEPÓSITOS ACUMULADORES / PRODUCTORES ACS
MASTER INERCIA - **ACUMULACIÓN**

lapesa





ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO
MASTER INERCIA – **MXV4-4000I**

FCP_060_06_ES

DESCRIPCIÓN:

Depósito **ACUMULADOR** de **INERCIA,** para circuitos cerrados de calefacción o refrigeración. Fabricado en **ACERO INOXIDABLE AISI 304**. Instalación sobre suelo, en posición vertical. Incluye **aislamiento de PU** inyectado en molde. En opción, conjunto de cubierta y forro externo acolchado en PVC con cierre de cremallera, suministrado sin montar en embalaje separado. Con conexión roscada lateral para resistencia eléctrica de calentamiento opcional.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			
Capacidad total:	Total	4000	L
Presión máxima de trabajo:		6	bar
Temperatura máxima de trabajo:		110	ºC
Conexiones:	s: conexión lateral	4	" H
	p: conexión superior	2	" H
	eh: conexión lateral resistencia	2	" H
	e: conexión desagüe	1	" M
	tm: conexión de sensores	½	" H
Eficiencia energética:	Clase ErP	C	
	Pérdidas estáticas s/ EN12897	231	W
Dimensiones exteriores:	D: Diámetro	1910	mm
	H: Altura (sin conexiones)	2310	mm
	Diagonal (sin conexiones)	2997	mm
Dimensiones embalaje:	Anchura / Altura	1910 x 2350	mm
Peso:	Sin embalaje / Con embalaje	580 / 581	kg

Lapesa Grupo Empresarial, S.L.
Pol. Industrial Malpica, Calle A, Parc. 1-A * ES-50016 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Tel.: +34 976 465 180 / Fax: +34 976 574 393 * e-mail: lapesa@lapesa.es

Fecha	: 05/02/2024	Empresa	:	
Oferta	:	A la atención de	:	
Proyecto	:	Dirección	:	
Referencia	:	Localidad	:	Hoja : 1

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION G 200/10

Datos generales

Tipo de aplicación	: Circuitos cerrados
Tipo de vaso	: Sin transferencia de masa
Modelo de vaso	: G 200
Temperatura de llenado	: 10.0 ºC

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol	: 0.0 %
Presión estática	: 5.0 m
Presión mínima - tª mínima	: 2.5 bar
Presión máxima - tª máxima	: 5.0 bar
Presión de la válvula de seguridad	: 6.0 bar

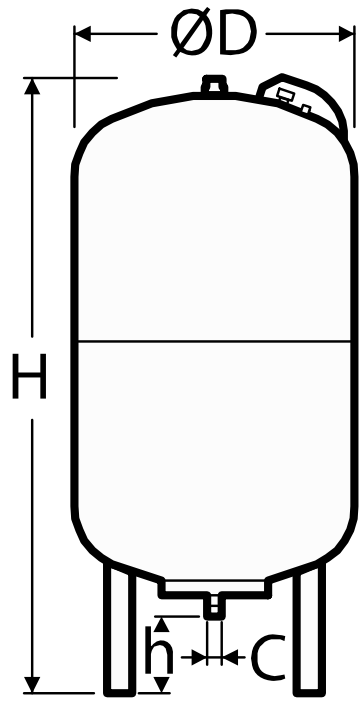
Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal	: 1 x G 200
Sistema de transferencia de masa	: Sin transferencia

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo	: 10 bar
Pres. vaso sin conectar al circuito	: 2.3 bar
Cap. de acumulación necesaria	: 126.6 litros
Expansión total de la instalación	: 49.7 litros
Volumen de agua en el vaso a	
- temperatura mínima	: 11.4 litros
- temperatura de llenado	: 11.4 litros

Croquis del vaso G 200



Volumen de agua

El volumen de la instalación	: Es conocido
Nº de tramos a calcular	: 1
Volumen de la instalación	: 3500.0 litros

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
3500 l	10 ºC	55 ºC

Dimensiones del vaso G 200

Anchura (D)	: 634.0 mm
Altura (H)	: 972.0 mm
Diámetro de conexiones (A)	: R 1 ¼"
Peso	: 36.5 kg

Características del tipo Thermopress G

- Para sistemas de calefacción y climatización.
- Conexiones embridadas PN6 a 6 bar y PN10 a 10 bar.
- Membrana recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70ºC.
- Temp. máxima de la instalación: 120ºC.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Con orificio de inspección.
- Con manómetro en el lado del nitrógeno.
- Color gris.
- Presión inicial : 3.5 bar

Fecha	: 05/02/2024	Empresa	:	
Oferta	:	A la atención de	:	
Proyecto	:	Dirección	:	
Referencia	:	Localidad	:	Hoja : 1

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION G 300/10

Datos generales

Tipo de aplicación	: Circuitos cerrados
Tipo de vaso	: Sin transferencia de masa
Modelo de vaso	: G 300
Temperatura de llenado	: 10.0 ºC

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol	: 0.0 %
Presión estática	: 4.0 m
Presión mínima - tª mínima	: 2.5 bar
Presión máxima - tª máxima	: 5.0 bar
Presión de la válvula de seguridad	: 6.0 bar

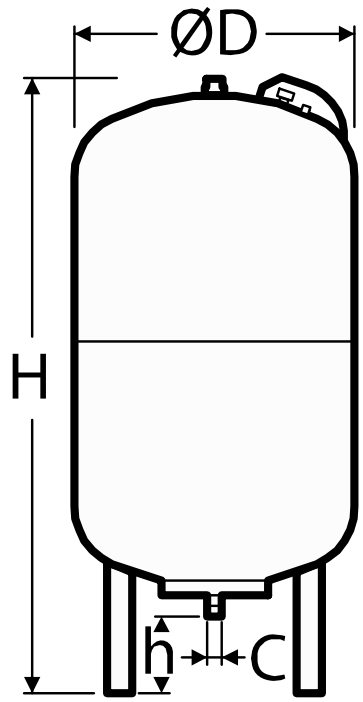
Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal	: 1 x G 300
Sistema de transferencia de masa	: Sin transferencia

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo	: 10 bar
Pres. vaso sin conectar al circuito	: 2.3 bar
Cap. de acumulación necesaria	: 217.0 litros
Expansión total de la instalación	: 85.3 litros
Volumen de agua en el vaso a	
- temperatura mínima	: 17.1 litros
- temperatura de llenado	: 17.1 litros

Croquis del vaso G 300



Volumen de agua

El volumen de la instalación	: Es conocido
Nº de tramos a calcular	: 1
Volumen de la instalación	: 6000.0 litros

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
6000 l	10 ºC	55 ºC

Dimensiones del vaso G 300

Anchura (D)	: 634.0 mm
Altura (H)	: 1267.0 mm
Diámetro de conexiones (A)	: R 1 ¼"
Peso	: 41.6 kg

Características del tipo Thermopress G

- Para sistemas de calefacción y climatización.
- Conexiones embridadas PN6 a 6 bar y PN10 a 10 bar.
- Membrana recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70ºC.
- Temp. máxima de la instalación: 120ºC.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Con orificio de inspección.
- Con manómetro en el lado del nitrógeno.
- Color gris.
- Presión inicial : 3.5 bar

Fecha	: 05/02/2024	Empresa	:	
Oferta	:	A la atención de	:	
Proyecto	:	Dirección	:	
Referencia	:	Localidad	:	Hoja : 1

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION G 100/10

Datos generales

Tipo de aplicación	: Circuitos cerrados
Tipo de vaso	: Sin transferencia de masa
Modelo de vaso	: G 100
Temperatura de llenado	: 10.0 ºC

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol	: 0.0 %
Presión estática	: 5.0 m
Presión mínima - tª mínima	: 2.5 bar
Presión máxima - tª máxima	: 5.0 bar
Presión de la válvula de seguridad	: 6.0 bar

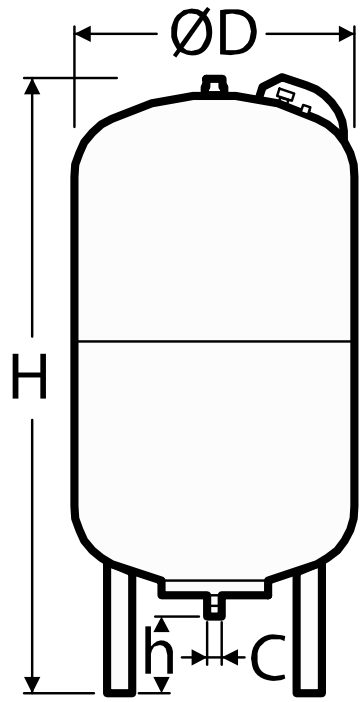
Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal	: 1 x G 100
Sistema de transferencia de masa	: Sin transferencia

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo	: 10 bar
Pres. vaso sin conectar al circuito	: 2.3 bar
Cap. de acumulación necesaria	: 4.3 litros
Expansión total de la instalación	: 1.7 litros
Volumen de agua en el vaso a	
- temperatura mínima	: 5.7 litros
- temperatura de llenado	: 5.9 litros

Croquis del vaso G 100



Volumen de agua

El volumen de la instalación	: Es conocido
Nº de tramos a calcular	: 1
Volumen de la instalación	: 1000.0 litros

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
1000 l	7 ºC	20 ºC

Dimensiones del vaso G 100

Anchura (D)	: 480.0 mm
Altura (H)	: 856.0 mm
Diámetro de conexiones (A)	: R 1"
Peso	: 16.5 kg

Características del tipo Thermopress G

- Para sistemas de calefacción y climatización.
- Conexiones embridadas PN6 a 6 bar y PN10 a 10 bar.
- Membrana recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70ºC.
- Temp. máxima de la instalación: 120ºC.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Con orificio de inspección.
- Con manómetro en el lado del nitrógeno.
- Color gris.
- Presión inicial : 3.5 bar

10 PRESUPUESTO

CAETANO VERA DAVID - 52178781S

Firmado digitalmente por CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-52178781S, givenName=DAVID, sn=CAETANO VERA, cn=CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Fecha: 2025.05.07 07:13:14 +02'00'

Proyecto: Presupuesto ERROTABURU

Capítulo	Importe
1 CENTRAL DE PRODUCCIÓN	
1.1 EQUIPOS DE PRODUCCIÓN	282.758,52
1.2 VALVULERÍA Y EQUIPOS DE SEGURIDAD	46.234,17
1.3 TUBERÍA	51.630,75
1.4 ELECTRICIDAD	21.592,37
1.5 CONTROL Y REGULACIÓN	24.265,87
Total 1 CENTRAL DE PRODUCCIÓN .....:	**426.481,68**
2 OBRA CIVIL	
2.1 ESTRUCTURAS DE SOPORTE	106.927,17
Total 2 OBRA CIVIL .....:	**106.927,17**
3 AIRE PRIMARIO	
3.1 UNIDADES TRATAMIENTO DE AIRE	129.306,46
3.2 VALVULERÍA Y EQUIPOS SEGURIDAD	12.043,28
3.3 CONDUCTOS	49.896,61
3.4 TUBERÍA	11.739,26
3.5 CONTROL Y REGLACIÓN	2.618,81
Total 3 AIRE PRIMARIO .....:	**205.604,42**
4 VARIOS	
4.1 AUTOGRÚA	19.086,81
4.2 CONTROL DE CALIDAD	3.512,41
4.3 LEGALIZACIÓN	3.685,13
4.4 SEGURIDAD Y SALUD	
4.4.1 PROTECCIONES PERSONALES	1.490,95
4.4.2 PROTECCIONES COLECTIVAS	6.568,18
4.4.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS	197,80
4.4.4 PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELECTRICA	1.975,67
4.4.5 INSTALACIONES DE SEGURIDAD, HIGIENE Y BIENESTAR.	2.041,86
4.4.6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	309,48
4.4.7 CAP. 7 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.	2.161,00
Total 4.4 SEGURIDAD Y SALUD .....:	14.744,94
4.5 ALBAÑILERÍA	1.727,55
4.6 GESTIÓN DE RESIDUOS	5.287,23
Total 4 VARIOS .....:	**48.044,07**
Presupuesto de ejecución material	**787.057,34**
13% de gastos generales	102.317,45
6% de beneficio industrial	47.223,44
Suma	**936.598,23**
21% IVA	196.685,63
Presupuesto de ejecución por contrata	**1.133.283,86**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Presupuesto parcial nº 1 CENTRAL DE PRODUCCIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

1.1.- EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

1.1.1 U UNIDAD POLIVALENTE A 4 TUBOS AIRLAN / AERMEC, SERIE NPG o similar.

Suministro, montaje y colocación de unidad polivalente diseñada para instalaciones a 4 tubos Airlan / Aermec serie NPG, modelo NPG1000A4VJ°DDSC condensada por aire, ó similar. La unidad NPG permite satisfacer en cualquier periodo del año la demanda de agua fría y caliente de forma simultánea e independiente, con un sistema que no necesita la conmutación estacional invierno / verano. Refrigerante R32A. Con ventiladores axiales, compresores tipo Scroll encapsulados y elevada superficie de intercambio para un comportamiento supersilencioso, 2 circuitos frigoríficos independientes y sistema de optimización de EER, equipada con secuenciador de fases, magnetotérmicos, resistencia antihielo, flujostato, filtro de agua y panel de control remoto. Mueble metálico con pintura poliéster antioxidante.

DATOS DE SELECCIÓN

ENFRIAMIENTO
- Potencia (kW): 261,1.
- Potencia absorbida (kW): 88,2.
- Intensidad absorbida (A) 166,7.
- EER (W/W) 2,96.
- IPLV.IP (W/W) 3,87.
- Altura sobre el nivel del mar (m): 0.
- Temperatura de entrada de aire (b.s.) (°C): 35,0.
- Temperatura de entrada de agua (°C): 12,0.
- Temperatura de salida de agua (°C): 7,0.
- Etilenoglicol (%): 8.
- Caudal de agua (l/h): 46.462.
- Presión disponible (kPa): 179.
- Factor de ensuciamiento (m² K)/W: 0.

CALENTAMIENTO
- Potencia (kW): 203,9.
- Potencia absorbida (kW): 95,5.
- Absorción (A): 181,4.
- COP (W/W): 2,13.
- Temperatura ambiente bilbo seco (°C): 1,0.
- Temperatura ambiente bulbo húmedo (°C): 0,0.
- Temperatura de entrada de agua (°C): 50,0.
- Temperatura de salida de agua (°C): 55,0.
- Etilenoglicol (%): 8.
- Caudal de agua (l/h): 36.389.
- Presión disponible (kPa): 162.
- Factor de ensuciamiento (m² K)/W: 0.

FUNCIONAMIENTO CONTEMPORÁNEO
- Potencia frigorífica (kW): 214,1.
- Potencia calorífica (kW): 298,4.
- Potencia absorbida (kW): 91,0.
- Absorción (A): 173,6.
- TER W/W: 5,63.

DIMENSIONES Y PESOS
A - Altura (m): 2,45.
B - Ancho (m): 2,2.
C - Longitud (m): 3,97.

Además incluye com accesorios:

- Unidad polivalente NPG1000A4°°°0000
- Tratamiento Epoxy NPG1000A_(V)
- Ventiladores inverter NPG1000A_(J)
- Bomba simple + bomba reserva NPG1000_(DD)
- Bomba simple + bomba reserva NPG1000_(SC)
- Antivibratorios AVX1213

Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.

Total u .....:	**1,000**	**116.228,16**	**116.228,16**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

1.1.2 **U** **BOMBA DE CALOR AIRLAN / AERMEC, SERIE NRGH o similar**

Suministro, montaje y colocación de Bomba de calor de agua AIRLAN / AERMEC con certificación Eurovent serie NRG, modelo 1400XH°AVJ°BH, ó similar condensada por aire. Con ventiladores axiales, intercambiador de placas, y compresores Scroll optimizados para el uso del refrigerante R32, con menos impacto medioambiental. Elevada superficie de intercambio (baterías de microcanal) para un comportamiento supersilencioso, microprocesador con sistema de optimización de EER, función "Always Working" y sistema AFFP "Anti Freezing Fan Protection". Bastidor, estructura y paneles de acero galvanizado tratados con pinturas de poliéster RAL 9003.

DATOS DE SELECCIÓN

ENFRIAMIENTO
- Potencia (kW): 376,4.
- Potencia absorbida (kW): 139,5.
- Intensidad absorbida (A) 243,7.
- EER (W/W) 2,70.
- IPLV.IP (W/W) 3,58.
- Temperatura de entrada de aire (b.s.) (°C): 35,0.
- Temperatura de entrada de agua (°C): 12,0.
- Temperatura de salida de agua (°C): 7,0.
- Etilenoglicol (%): 8.
- Caudal de agua (l/h): 66.998.
- Presión disponible (kPa): 154.
- Factor de ensuciamiento (m² K)/W: 0.

CALENTAMIENTO
- Potencia (kW): 304,2.
- Potencia absorbida (kW): 155,3.
- Absorción (A): 277,3.
- COP (W/W): 1,96.
- Temperatura ambiente bilbo seco (°C): 1,0.
- Temperatura ambiente bulbo húmedo (°C): 0,0.
- Temperatura de entrada de agua (°C): 50,0.
- Temperatura de salida de agua (°C): 55,0.
- Etilenoglicol (%): 8.
- Caudal de agua (l/h): 54.306.
- Presión disponible (kPa): 213.
- Factor de ensuciamiento (m² K)/W: 0.

DIMENSIONES Y PESOS
A - Altura (m): 2,45.
B - Ancho (m): 2,2.
C - Longitud (m): 5,16.

Incluye:
- Bomba de calor de condensación por aire NRG1400XHºAººº00
- Tratamiento Epoxy NRG1400HA_(V)
- Ventiladores inverter NRG1400HA_(J)
- Bomba simple + bomba reserva + acumulación NRG1400HA_(BH)
- Control condensación DCPX165
- Antivibratorios AVX1155

Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.

Total u .....:	**1,000**	**112.807,70**	**112.807,70**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1.3	U	**Compensador hidráulico de 336L, marca/modelo: BAXI-ROCA FLEXBALANCE F 150 o similar.** **Sum., mon. y col. de compensador hidráulico de 336L, marca/modelo: BAXI-ROCA FLEXBALANCE F 150, fabricado en acero de alta calidad y pintados exteriormente. Conexiones mediante bridas. Para disponer de separación hidráulica entre el circuito primario y el circuito secundario. Evita la posible interferencia entre los circuladores de primario y secundario. Dispone de cuatro conexiones, dos en un lateral para el circuito primario y dos en el lateral contrario para el circuito secundario. Incluye purgador automático en la parte superior. Entronque tubular en parte inferior para vaciado y limpieza, rosca macho 3/4´´.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.** **Total u .....:**	**1,000**	**4.490,81**	**4.490,81**
1.1.4	M2	**Aislamiento térmico espuma elastomérica acabado en revestimiento de aluminio para compensador hidráulico.** **Sum., mon. y col de aislamiento térmico de espuma elastomérica para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, de 50 mm de espesor, recubierto y acabado en revestimiento aluminio, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m2 de superficie a aislar, medida según las especificaciones de la DT. Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcionamiento.** **Total m2 .....:**	**7,500**	**68,31**	**512,33**
1.1.5	U	**Depósito de inercia de 1.500L de capacidad para primario calor según esquema principio** **Sum., mon. y col de depósito de inercia de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316) con aislamiento térmico de espuma de poliuretano y revestimiento exterior de aluminio, de 1500 l de capacidad, de purga de aire con conexiones de rosca 1 1/2´´, de presión máxima de servicio 6 bar y 95°C de temperatura máxima, colocado en posición vertical con fijaciones murales y conectado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.** **Total u .....:**	**1,000**	**6.357,98**	**6.357,98**
1.1.6	U	**Depósito de inercia de 2.000L de capacidad para bomba calor polivalente** **Sum., mon. y col de depósito de inercia de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316) con aislamiento térmico de espuma de poliuretano y revestimiento exterior de aluminio, de 2000 l de capacidad, de purga de aire con conexiones de rosca 1 1/2´´, de presión máxima de servicio 6 bar y 95°C de temperatura máxima, colocado en posición vertical con fijaciones murales y conectado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.** **Total u .....:**	**2,000**	**7.248,64**	**14.497,28**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1.7	**U**	**Depósito de inercia de 4.000L de capacidad para primario frío según esquema principio** **Sum., mon. y col de depósito de inercia de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316) con aislamiento térmico de espuma de poliuretano y revestimiento exterior de aluminio, de 4000 l de capacidad, de purga de aire con conexiones de rosca 1 1/2´´, de presión máxima de servicio 6 bar y 95ºC de temperatura máxima, colocado en posición vertical con fijaciones murales y conectado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total u .....:	**2,000**	**13.932,13**	**27.864,26**
		Total subcapítulo 1.1.- EQUIPOS DE PRODUCCIÓN:			***282.758,52***

1.2.- VALVULERÍA Y EQUIPOS DE SEGURIDAD

1.2.1	**U**	**Vaso de expansión Sedical Reflex G 100/10 o similar** **Sum., mon. y col. de vaso de expansión sin transferencia de masa Sedical-Reflex modelo G 100/10 o equivalente para sistemas cerrados de calefacción y climatización, conexión roscada R 1" membrana recambiable según DIN 4807, temperatura máxima de trabajo para el agua en contacto con la membrana interior 70ºC, para instalaciones hasta 120ºC dimensiones: diametro 480mm, H=856mm. Presión máxima 10 bar, homologado según directiva 97/23CE de aparatos a presión, presión inicial desde fábrica 3,5 bar (nitrógeno). Ubicación o referencia de este vaso en la instalación. Unidad de obra totalmente instalada, include soportes para su colocación en pared.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total u .....:	**1,000**	**767,03**	**767,03**
1.2.2	**U**	**Vaso de expansión Sedical Reflex G 200/10 o similar** **Sum., mon. y col. de vaso de expansión sin transferencia de masa Sedical-Reflex modelo G 200/10 o equivalente para sistemas cerrados de calefacción y climatización, conexión roscada R 1 1/4" membrana recambiable según DIN 4807, temperatura máxima de trabajo para el agua en contacto con la membrana interior 70ºC, para instalaciones hasta 120ºC dimensiones: diametro 634mm, H=972mm. Presión máxima 10 bar, homologado según directiva 97/23CE de aparatos a presión, presión inicial desde fábrica 3,5 bar (nitrógeno). Ubicación o referencia de este vaso en la instalación. Unidad de obra totalmente instalada, include soportes para su colocación en pared.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total u .....:	**1,000**	**1.134,05**	**1.134,05**
1.2.3	**U**	**Vaso de expansión Sedical Reflex G 300/10 o similar** **Sum., mon. y col. de vaso de expansión sin transferencia de masa Sedical-Reflex modelo G 300/10 o equivalente para sistemas cerrados de calefacción y climatización, conexión roscada R 1 1/4" membrana recambiable según DIN 4807, temperatura máxima de trabajo para el agua en contacto con la membrana interior 70ºC, para instalaciones hasta 120ºC dimensiones: diametro 634mm, H=1.267mm. Presión máxima 10 bar, homologado según directiva 97/23CE de aparatos a presión, presión inicial desde fábrica 3,5 bar (nitrógeno). Ubicación o referencia de este vaso en la instalación. Unidad de obra totalmente instalada, include soportes para su colocación en pared.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total u .....:	**1,000**	**1.303,48**	**1.303,48**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.2.4	U	**Válvula de mariposa DN80, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de mariposa concéntrica, según norma UNE-EN 593, manual, de doble brida, de 80 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, cuerpo de fundición nodular EN-GJS-400-15 (GGG40) con revestimiento de resina epoxy (150 micras), disco de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316), anillo de etileno propileno dieno (EPDM), eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420) y accionamiento por reductor manual, montada superficialmente** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**170,50**	**682,00**
1.2.5	U	**Válvula de mariposa DN100, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de mariposa concéntrica, según norma UNE-EN 593, manual, de doble brida, de 100 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, cuerpo de fundición nodular EN-GJS-400-15 (GGG40) con revestimiento de resina epoxy (150 micras), disco de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316), anillo de etileno propileno dieno (EPDM), eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420) y accionamiento por reductor manual, montada superficialmente** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**26,000**	**210,35**	**5.469,10**
1.2.6	U	**Válvula de mariposa DN125, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de mariposa concéntrica, según norma UNE-EN 593, manual, de doble brida, de 125 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, cuerpo de fundición nodular EN-GJS-400-15 (GGG40) con revestimiento de resina epoxy (150 micras), disco de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316), anillo de etileno propileno dieno (EPDM), eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420) y accionamiento por reductor manual, montada superficialmente** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**16,000**	**255,77**	**4.092,32**
1.2.7	U	**Válvula de mariposa DN150, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de mariposa concéntrica, según norma UNE-EN 593, manual, de doble brida, de 150 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, cuerpo de fundición nodular EN-GJS-400-15 (GGG40) con revestimiento de resina epoxy (150 micras), disco de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316), anillo de etileno propileno dieno (EPDM), eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420) y accionamiento por reductor manual, montada superficialmente** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**20,000**	**309,81**	**6.196,20**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.2.8	U	**Válvula de mariposa motorizada DN100, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de mariposa tipo Wafer con asiento EPDM. DN100, marca Johnson Controls, modelo VMJ1-100, ó similar. Actuador eléctrico IP67. Alimentación 24Vca a 240Vca. Tiempo de maniobra 10 seg. Par motor de 35Nm. Dispone de finales de carrera y de volante para accionamiento manual. Peso actuador 1,9Kg.** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**2,000**	**831,14**	**1.662,28**
1.2.9	U	**Válvula de mariposa motorizada DN125, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de mariposa tipo Wafer con asiento EPDM. DN125. marca Johnson Controls, modelo VMJ1-125, ó similar. Actuador eléctrico IP67. Alimentación 24Vca a 240Vca. Tiempo de maniobra 14 seg. Par motor de 55Nm. Dispone de finales de carrera y de volante para accionamiento manual. Peso actuador 2,4Kg.** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**987,47**	**3.949,88**
1.2.10	U	**Válvula de seguridad a 3 Bar** **Sum., mon. y col. de válvula de seguridad de 1.00´´, a 3,00 bar, incluso embudo de descarga y conduccion a desagüe con tubería metálica.** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**3,000**	**298,01**	**894,03**
1.2.11	U	**Válvula de bola DN40, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de bola según norma UNE-EN 13709, manual, con bridas, de 2 vías, de 40 mm de diámetro nominal, cuerpo de dos piezas de acero al carbono 1.0619 (A216 WCB), bola de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), eje de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), asiento de teflón PTFE, accionamiento por palanca, montada superficialmente** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**8,000**	**95,55**	**764,40**
1.2.12	U	**Termómetro DN100** **Sum., mon. y col. termómetro bimetálico, con vaina de 1/2´´ de diámetro, de esfera de 100 mm, de <= 80°C, colocado roscado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**6,000**	**26,93**	**161,58**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.2.13	**U**	**Termómetro DN125** **Sum., mon. y col. termómetro bimetálico, con vaina de 1/2´´ de diámetro, de esfera de 125 mm, de <= 80°C, colocado roscado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**6,000**	**32,73**	**196,38**
1.2.14	**U**	**Termómetro DN150** **Sum., mon. y col. termómetro bimetálico, con vaina de 1/2´´ de diámetro, de esfera de 150 mm, de <= 80°C, colocado roscado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**38,39**	**153,56**
1.2.15	**U**	**Manómetro DN100** **Sum., mon. y col. manómetro para una presión de 0 a 0,16 bar, de esfera de 100 mm y rosca de conexión de 1/2´´ G, instalado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**3,000**	**76,40**	**229,20**
1.2.16	**U**	**Vaciado de la instalación** **Sum., mon. y col. Vaciados conducidos a desagüe, de todos los elementos que lo requieran, según esquema principio, incluyendo los embudos de descarga de las válvulas de seguridad.** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**8,000**	**181,69**	**1.453,52**
1.2.17	**U**	**Llenado de la instalación** **Sum., mon. y col. instalación de alimentación de agua, según RITE, para el circuito de calefacción, incluyendo dos ramificaciones de tuberías para los diferentes circuitos de calefacción y refrigeración, con válvula de alivio incluída según Normativa, con dos llaves de corte de bola de 1.1/2´´, un filtro, un contador de agua fría, un desconector y tubería de acero negro DIN 2.440, de 1 1/2´´, todo ello aislado con coquilla de fibra de vidrio de 30,00 mm de espesor y acabado en chapa de aluminio.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**1,000**	**286,37**	**286,37**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.2.18	**U**	**Separador reversible de microburbujas y/o partículas de lodos PNEUMATEX para instalaciones de calefacción y refrigeración, modelo Zeparo Industrial Omni ZIO 150F. Qnom= 95 m3/h, Qmax= 222 m3/h. Se incluye:** **- Equipo reversible para su utilización en función de su forma instalación: Separador de microburbujas (y separador de partículas de baja capacidad) o separador de lodos (y separador de microburbujas de baja capacidad).** **- Separador helicoidal "helistill". Dinámica tangencial de separación.** **- Purgador automático de aire de seguridad anti-fugas "leakfree", modelo Zeparo Top eXtra ZUTX, con válvula** **de tras posiciones (Purga normal, cierre y purga manual).** **- 1 Conexión en "T" y barra(s) magnéticas PNEUMATEX, modelo ZIMA 150 para montaje sobre separadores** **modelos Zeparo Industrial ZI y Zeparo Extended ZE).** **- Aislamiento térmico para separadores Zeparo ZIO, modelo ZHI 150 ZIO.** **Se incluye toda la mano de obra y medios auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcionamiento, según esquema de principio y supervisión de Dirección Facultativa.**			
		Total u .....:	**3,000**	**5.612,93**	**16.838,79**
		Total subcapítulo 1.2.- VALVULERÍA Y EQUIPOS DE SEGURIDAD:			***46.234,17***

1.3.- TUBERÍA

1.3.1	**M**	**Tubería de acero negro DN40.** **Sum., mon. y col. de tubo de acero negro con soldadura, fabricado con acero S195 T, de 1´´1/2 de tamaño de rosca (diámetro exterior especificado=48,3 mm y DN=40 mm), serie M según UNE-EN 10255, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado.** **En las instalaciones con grado de dificultad especificado, se incluye, además, la repercusión de las piezas especiales a colocar..** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**5,000**	**30,93**	**154,65**
1.3.2	**M**	**Tubería de acero negro DN80.** **Sum., mon. y col. de tubo de acero negro con soldadura, fabricado con acero S195 T, de 3´´ de tamaño de rosca (diámetro exterior especificado=88,9 mm y DN=80 mm), serie M según UNE-EN 10255, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado.** **En las instalaciones con grado de dificultad especificado, se incluye, además, la repercusión de las piezas especiales a colocar.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**8,000**	**63,93**	**511,44**
1.3.3	**M**	**Tubería de acero negro DN100.** **Sum., mon. y col. de tubo de acero negro con soldadura, fabricado con acero S195 T, de 4´´ de tamaño de rosca (diámetro exterior especificado=114,3 mm y DN=100 mm), serie M según UNE-EN 10255, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado.** **En las instalaciones con grado de dificultad especificado, se incluye, además, la repercusión de las piezas especiales a colocar.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		Total m .....:	**160,000**	**82,91**	**13.265,60**
1.3.4	**M**	**Tubería de acero negro DN125.** **Sum., mon. y col. de tubo de acero negro con soldadura, fabricado con acero S195 T, de 5´´ de tamaño de rosca (diámetro exterior especificado=139,7 mm y DN=125 mm), serie M según UNE-EN 10255, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado.** **En las instalaciones con grado de dificultad especificado, se incluye, además, la repercusión de las piezas especiales a colocar.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**75,000**	**104,78**	**7.858,50**
1.3.5	**M**	**Tubería de acero negro DN150.** **Sum., mon. y col. de tubo de acero negro con soldadura, fabricado con acero S195 T, de 6´´ de tamaño de rosca (diámetro exterior especificado=165,1 mm y DN=150 mm), serie M según UNE-EN 10255, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado.** **En las instalaciones con grado de dificultad especificado, se incluye, además, la repercusión de las piezas especiales a colocar.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**16,000**	**123,59**	**1.977,44**
1.3.6	**M**	**Colectores de acero negro DN150, 4 unidades:** **- Impulsión calor antes aguja hidráulica.** **- Retorno calor después aguja hidráulica.** **- Colector antes entrada depósitos inercia frío.** **- Colector después salida depósitos inerica frío.** **Sum., mon. y col. de colector de acero negro con soldadura, fabricado con acero S195 T, de 6´´ de tamaño de rosca (diámetro exterior especificado=165,1 mm y DN=150 mm), serie M según UNE-EN 10255, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado.** **En las instalaciones con grado de dificultad especificado, se incluye, además, la repercusión de las piezas especiales a colocar.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**4,000**	**123,32**	**493,28**
1.3.7	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN80.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 89 mm, de 40 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**8,000**	**49,33**	**394,64**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.3.8	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN100.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 114 mm, de 40 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**100,000**	**61,17**	**6.117,00**
1.3.9	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN150.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 165 mm, de 45 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**8,000**	**116,56**	**932,48**
1.3.10	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, colectores de caloro acero negro DN150.** **- Impulsión calor antes aguja hidráulica.** **- Retorno calor después aguja hidráulica.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 165 mm, de 45 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**8,000**	**116,56**	**932,48**
1.3.11	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN100.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 114 mm, de 60 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**60,000**	**85,91**	**5.154,60**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.3.12	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN125.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 140 mm, de 60 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**75,000**	**126,79**	**9.509,25**
1.3.13	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN150.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 165 mm, de 60 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**8,000**	**152,60**	**1.220,80**
1.3.14	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, colectores de frío acero negro DN150.** **- Colector antes entrada depósitos inercia frío.** **- Colector después salida depósitos inerica frío.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 165 mm, de 60 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**8,000**	**152,60**	**1.220,80**
1.3.15	**Pa**	**Partida alzada para el corte de tuberías existentes y posterior empalme con tuberías nuevas, según indicado en esquema de principio:** **- Adaptación de tuberías existentes de impulsión y retorno circuito primario de calor de las calderas de condensación, para conectarlas a los nuevos colectores pertinentes antes y después de aguja hidráulica.** **- Adaptación de las tuberías existentes de retorno circuito primario frío de los 2 equipos de NH3, para adaptar una desviación de ida y vuelta pasando por depósitos de inercia frío.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total PA .....:	**1,000**	**1.887,79**	**1.887,79**
				Total subcapítulo 1.3.- TUBERÍA:	***51.630,75***

1.4.- ELECTRICIDAD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.4.1	U	**Sum., mon. y col. de interruptor automático magnetotérmico de 32 A de intensidad nominal, tipo PIA curva C, tripolar (3P), de 10000 A de poder de corte según UNE-EN 60898 y de 15 kA de poder de corte según UNE-EN 60947-2, de 3 módulos DIN de 18 mm de ancho, montado en perfil DIN.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**2,000**	**85,19**	**170,38**
1.4.2	U	**Sum., mon. y col. de interruptor automático magnetotérmico de 80 A de intensidad nominal, tipo PIA curva C, tripolar (3P), de 10000 A de poder de corte según UNE-EN 60898 y de 15 kA de poder de corte según UNE-EN 60947-2, de 4.5 módulos DIN de 18 mm de ancho, montado en perfil DIN** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **La instalación incluye la parte proporcional de conexiones y accesorios dentro de los cuadros eléctricos.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**2,000**	**215,65**	**431,30**
1.4.3	U	**Sum., mon. y col. de interruptor automático magnetotérmico de caja moldeada, de 250 A de intensidad máxima y calibrado a 250 A, con 3 polos y 3 relés y bloque de relés electrónico para interruptores hasta 250 A, de 70 kA de poder de corte según UNE-EN 60947-2, montado superficialmente** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**1,000**	**1.497,32**	**1.497,32**
1.4.4	U	**Sum., mon. y col. de interruptor automático magnetotérmico de caja moldeada, de 400 A de intensidad máxima, con 3 polos y 3 relés y bloque de relés electrónico regulable para interruptores hasta 630 A, de 70 kA de poder de corte según UNE-EN 60947-2, montado superficialmente** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**1,000**	**3.151,05**	**3.151,05**
1.4.5	U	**Sum., mon. y col. de bloque diferencial de caja moldeada de la clase A, gama industrial, de hasta 400 A de intensidad nominal, tripolar (3P), de sensibilidad entre 0,3 y 30 A, de desconexión regulable entre las posiciones fijo instantáneo, fijo selectivo y retardado, con tiempo de retardo de 0 ms, 60 ms y 150 o 310 ms respectivamente, con botón de test incorporado y con indicador mecánico de defecto, construido según las especificaciones de la norma UNE-EN 60947-2, montado directamente adosado al interruptor** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**2,000**	**972,88**	**1.945,76**
1.4.6	U	**Sum., mon. y col. de bloque diferencial de caja moldeada de la clase A, gama industrial, de hasta 160 A de intensidad nominal, tripolar (3P), de sensibilidad entre 0,03 y 10 A, de desconexión regulable entre las posiciones fijo instantáneo, fijo selectivo y retardado, con tiempo de retardo de 0 ms, 60 ms y 150 o 310 ms respectivamente, con botón de test incorporado y con indicador mecánico de defecto, construido según las especificaciones de la norma UNE-EN 60947-2, montado directamente adosado al interruptor** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **La instalación incluye la parte proporcional de conexiones y accesorios dentro de los cuadros eléctricos.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**1,000**	**818,26**	**818,26**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.4.7	M	Sum., mon. y col. de cable con conductor de cobre de tensión asignada 0,6/ 1kV, de designación RZ1-K (AS+), construcción según norma UNE 211025, tripolar, de sección 3x4 mm2, con cubierta del cable de poliolefinas, clase de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 según la norma UNE-EN 50575 con baja emisión humos, colocado en canal o bandeja Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.			
		Total m .....:	40,000	6,38	255,20
1.4.8	M	Sum., mon. y col. de cable con conductor de cobre de tensión asignada 0,6/ 1kV, de designación RZ1-K (AS), construcción según norma UNE 21123-4, tripolar, de sección 3x16 mm2, con cubierta del cable de poliolefinas, clase de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 según la norma UNE-EN 50575 con baja emisión humos, colocado en canal o bandeja Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones del proyecto, entre los ejes de los elementos a conectar. Este criterio incluye las pérdidas de material correspondientes a recortes, así como el exceso previsto para las conexiones. Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.			
		Total m .....:	40,000	12,88	515,20
1.4.9	M	Sum., mon. y col. de cable con conductor de cobre de tensión asignada 0,6/ 1kV, de designación RZ1-K (AS), construcción según norma UNE 21123-4, tripolar, de sección 3x95 mm2, con cubierta del cable de poliolefinas, clase de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 según la norma UNE-EN 50575 con baja emisión humos, colocado en canal o bandeja Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.			
		Total m .....:	30,000	82,25	2.467,50
1.4.10	M	Sum., mon. y col. de cable con conductor de cobre de tensión asignada 0,6/ 1kV, de designación RZ1-K (AS), construcción según norma UNE 21123-4, tripolar, de sección 3x185 mm2, con cubierta del cable de poliolefinas, clase de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 según la norma UNE-EN 50575 con baja emisión humos, colocado en canal o bandeja Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.			
		Total m .....:	40,000	145,59	5.823,60
1.4.11	M	Sum., mon. y col. de bandeja metálica rejilla para distribución del cableado de dimensiones 60x200 (anchura), provista de separador en los tramos en los que sea necesario su uso, incluso tapa, soportes, tornillería, uniones, borne de puesta a tierra cada 3,00 m y demás accesorios. La bandeja se distribuirá desde el armario electrico y control hasta la ubicación de los equipos nuevos; las acometidas a los equipos se realizarán con tubo de acero flexible (incluído en la valoración de esta partida). Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.			
		Total m .....:	50,000	35,42	1.771,00
1.4.12	U	Sum., mon. y col. de subcuadro eléctrico para la sala de bombeo, marca Schneider Electric ó similar, incluyendo los elementos eléctricos necesarios para el funcionamiento de los equipos descritos y reflejados en el esquema unifilar y con capacidad para albergar los elementos de regulación necesarios. Las dimensiones mínimas del cuadro deberán ser 800mm (anchura)x1000mm (altura)x500mm (fondo). Incluye todos los accesorios, soportes para carril DIN, cubrebornes y adaptadores de ventana necesarios. Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.			
		Total u .....:	1,000	499,40	499,40

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.4.13	**M**	**Sum., mon. y col. de cable con conductor de cobre de tensión asignada0,6/ 1kV, de designación RZ1-K (AS+), construcción según norma UNE 211025, bipolar, de sección 2x1,5 mm2, con cubierta del cable de poliolefinas, clase de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 según la norma UNE-EN 50575 con baja emisión humos, colocado en tubo** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones del proyecto, entre los ejes de los elementos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material correspondientes a recortes, así como el exceso previsto para las conexiones.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total m .....:	**300,000**	**3,54**	**1.062,00**
1.4.14	**M**	**Sum., mon. y col. de cable con conductor de cobre de tensión asignada0,6/ 1kV, de designación RZ1-K (AS+), construcción según norma UNE 211025, tripolar, de sección 3x2,5 mm2, con cubierta del cable de poliolefinas, clase de reacción al fuego Cca-s1b, d1, a1 según la norma UNE-EN 50575 con baja emisión humos, colocado en tubo** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones del proyecto, entre los ejes de los elementos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material correspondientes a recortes, así como el exceso previsto para las conexiones.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total m .....:	**180,000**	**6,58**	**1.184,40**
		Total subcapítulo 1.4.- ELECTRICIDAD:			***21.592,37***
1.5.- CONTROL Y REGULACIÓN					
1.5.1	**U**	**Contador de energía DN100** **Contador de calorías o frigorías (2ºC a 130ºC), marca Jonhson Controls, modelo C-K65TF-Q0100, ó similar. Incluye equipo integrador, caudalímetro ultrasónico embridado de Qn 100 m3/h (DN100, PN25). Alimentación: pila, 24 Vca o 230 Vca. IP54. Además de tarjeta BACnet para C-K65 con dos entradas de pulsos, marca Johnson Controls, modelo C-KBCNT, ó similar.** **Unidad de obra totalmente instalada e incluída toda la mano de obra y medios auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcion. Medida la unidad ejecutada.**			
		Total u .....:	**3,000**	**3.280,85**	**9.842,55**
1.5.2	**U**	**Sum., mon. y col. de sonda de temperatura activa, marca Johnson Controls, modelo STS-6370D-A11, ó similar, con señal 0 a 10v. Rango configurado por defecto: 0-160ºC. Otros rangos: -50/50ºC; -20/80ºC;-15/35ºC;- 10/120ºC;0/50ºC;0/100ºC;0/250ºC. Montaje en conducto o inmersión. 150mm. Incluye vaina de cobre de 150 mm para la familia de sondas marca Johnson Controls, modelo STS-6300W-G200, ó similar. R1/2". PN16.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**12,000**	**113,31**	**1.359,72**
1.5.3	**U**	**Sum., mon. y col. de Controlador microprocesado analizador de red eléctrica, con display incorporado, marca Johnson Controls, modelo EA-9100-MINI-BACnet, ó similar. Capacidad de almacenamiento de históricos. Para montaje en carril DIN. Protocolo BACnet MS/TP. Incluye transformador (3 Ud por fase) eficiente monofásico nucleo cerrado con triple escala 250/400/500 A, marca Johnson Controls, modelo MC1-500A, ó similar.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**2,000**	**626,07**	**1.252,14**
1.5.4	**U**	**Sum. mon y col. de detector de flujo en tubería, marca Johnson Controls, modelo F61TB-9100, ó similar, de la familia F61. 4 paletas 1´´, 2´´, 3´´ y 6´´ acero inox. AISI 301. IP67. Contactos SPDT, 15A a 230 Vca.** **Unidad de obra totalmente instalada e incluída toda la mano de obra y medios auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcion. Medida la unidad ejecutada.**			
		Total u .....:	**2,000**	**295,23**	**590,46**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.5.5	**U**	**Ampliación control existente. Incluye:** **- Servidor de automatización con conectividad BACnet, KNX, Modbus, M-Bus y OPC con capacidad para hasta 750 objetos BACnet. Alimentación a 24 Vca. Marca Johnson Controls, modelo LINX-202, ó similar.** **- Controlador Microprocesado con reloj en tiempo real. Comunicación Bacnet MS/TP y N2. Alimentación a 24 Vca. 18 señales de entrada/salida: 7UI,2BI,2AO,3BO,4CO. Marca Johnson Controls, modelo M4-CGM09090-0, ó similar.** **- Módulo de expansión de señales de entrada y salida con comunicación Bacnet. 18 señales de entrada/salida: 7UI,2BI,4CO,3BO,2AO. Marca Johnson Controls, Modelo M4-XPM09090-0, ó similar.** **- Módulo de expansión de señales de entrada digitales con comunicación Bacnet. 18 señales de entrada: 18BI. Marca Johnson Controls, Modelo M4-XPM18000-0, ó similar.** **- Cuadro de control CE-JB. Envolvente metálica IP66, hasta 84 puntos control. Incluye transformador 220/24 VAC, magnetotérmico, portafusibles secundario, base enchufe y relés maniobra a 24 VAC. Señales, bus interno y alimentación cableados a bornas. Marca Johnson Controls, Modelo CE-JB, ó similar.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**1,000**	**4.757,78**	**4.757,78**
1.5.6	**U**	**Partida para los trabajos de ingeniería necesiarios en el sistema de control. Incluye:** **- Configuración e implementación de base de datos, creación de menús de acceso al sistema y gráficos de las instalaciones.** **- Realización y suministro de planos y esquemas de conexionado para la correcta instalación de los equipos.** **- Ingeniería de programación de controladores de campo.** **- Puesta en marcha una vez finalizados los trabajos de instalación y conexionado, con las instalaciones en las condiciones necesarias para el chequeo del correcto funcionamiento de los euqipos de control. Entrega documentación final de obra.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.** **NOTA IMPORTANTE: Será de obligado cumplimiento que todos los elementos de control y regulación sean integrables en el actual sistema del edificio de la marca Johnson&Controls y de la plataforma BMS Tridium.**			
		Total u .....:	**1,000**	**6.463,22**	**6.463,22**
		Total subcapítulo 1.5.- CONTROL Y REGULACIÓN:			***24.265,87***
		Total presupuesto parcial nº 1 CENTRAL DE PRODUCCIÓN :			**426.481,68**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

2.1.- ESTRUCTURAS DE SOPORTE

2.1.1 **Kg** **Suministro, puesta en obra y montaje de kg de perfilería de acero laminado en caliente S275 JR en realización de estructura metálica soldada o atornillada con acabado galvanizado en caliente, colocado y montado en obra con perfiles laminados de diferentes tipos y secciones, según cotas, secciones, dimensiones y disposiciones de planos y según designación UNE-EN10025-2004,incluyendo: Cortes, despuntes, rigidizadores, cartelas, diafragmas interiores, placas de base, chapas de testa para posibles uniones atornilladas con tornillos de alta resistencia especificados en las prescripciones de proyecto, pernos de anclaje, tornillería, soldaduras por personal especializado, corte, elaboración, montaje, lijado de bordes, casquillos, piezas especiales, colocación de placas de anclaje con sus tacos de sujeción y anclaje, andamios, apuntalamientos, nivelados, aplomados, elementos de unión, despuntes, colocación y cordones de soldadura, tratamiento superficial, granallado hasta calidad sa 2 1/2, terminado con dos manos de imprimación epoxídica de protección para ambientes marinos.**

Se incluyen en el precio todos los anclajes del perfil HEA-340 mediante collarines de chapa circular de 12 mm de espesor, anclada cada una con 8 anclajes químicos de M16 y 100 mm dentro del hormigón, quedando fijados a los pilares de estructura, así como la soldadura de cada collarín directamente al perfil HEA-340. Además de los anclajes de chapa del otro apoyo en el centro de la viga invertida con 6 anclajes químicos de M16 y 100 mm de longitudo dentro del hormigón. También se tendrá en cuenta la unión de la correa IPE-200 sobre la HEA-340 en 4 puntos con tornillos de M12 para cada apoyo. Todo según lo indicado en detalles constructivos de planos.
Se incluye en el precio los medios auxiliares de izado mediante autogrúa de perfiles, chapas, collarines y todos los elementos que forman parte de la estructura, y medios auxiliares para la correcta ejecución del conjunto.
Criterio de medición: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.
Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
HEA-340	4,000	8,000		104,800	3.353,600	
IPE-200	36,000	5,400		22,370	4.348,728	
CHAPAS ANCLAJE - VIGA HEA	4,000			20,000	80,000	
COLLARIN ANCLAJE - PILAR CIRC	4,000			100,000	400,000	
TRAMEX	2,000	42,940		31,500	2.705,220	
RIGIDIZADORES	1,000			800,000	800,000	
Extra 10%	0,100			12.000,000	1.200,000	
					12.887,548	12.887,548
			Total kg .....:	**12.887,548**	**5,87**	**75.649,91**

2.1.2 **Ml** **Suministro, montaje y colocación de barandilla metálica galvanizada en caliente de tubo hueco de acero laminado en frío de 110 cm de altura, con bastidor sencillo, formado por barandal superior de 100x40x2 mm, que hace de pasamanos, y barandal inferior de 80x40x2 mm; montantes verticales de 80x40x2 mm dispuestos cada 100 cm y entrepaño de 10 barrotes verticales de acero galvanizado de 16 mm de diámetro, colocados cada 10 cm aprox, y soldados entre sí, a colocar en el perímetro de la plataforma de tramex. Incluso fijación mediante soportes metálicos de acero galvanizado atornillados a la correa IPE-200. Incluído suministro, colocación y sellados asi como galvanizado en caliente del conjunto y pintado igual que actuales barandillas con protección especial para ambientes marinos y resistente a intemperie.**

Se incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.

Total ml .....: 58,000 210,81 12.226,98

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1.3	**Ud**	**Suministro, montaje y colocación de escalera de 800x240 mm, y longitud mínima de 1,5 m, formado por rejilla electrosoldada antideslizante, acabado galvanizado en caliente, realizada con pletinas portantes de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil plano laminado en caliente, de 20x2 mm, separadas 34 mm entre sí, separadores de varilla cuadrada retorcida, de acero con bajo contenido en carbono UNE-EN ISO 16120-2 C4D, de 4 mm de lado, separados 38 mm entre sí y marco de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil plano laminado en caliente; y remate frontal antideslizante, de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil plano laminado en caliente, troquelado, fijado mediante atornillado sobre zanca metálica de escalera, incluído todo el prefil metélico necesario para poder acceder a la plataforma de tramex donde se encuentran los equipos. Se incluye suministro, colocación y sellados asi como galvanizado en caliente del conjunto y pintado con protección especial para ambientes marinos y resistente a intemperie, con toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total ud .....:	**4,000**	**621,74**	**2.486,96**
2.1.4	**Ud**	**Suministro, colocación y montaje de plataforma peatonal con pavimento de rejilla electrosoldada antideslizante (tipo tramex), de 34x38 mm de paso de malla, acabado galvanizado en caliente, realizada con pletinas portantes de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil plano laminado en caliente, de 20x2 mm, separadas 34 mm entre sí, separadores de varilla cuadrada retorcida, de acero con bajo contenido en carbono UNE-EN ISO 16120-2 C4D, de 4 mm de lado, separados 38 mm entre sí y marco de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil omega laminado en caliente, de 20x2 mm, fijado con piezas de sujeción, para plataforma de trabajo. Dicho pavimento irá anclado a la estructura de la bancada según detalle de documentación técnica. La superficie mínima de cada plataforma será de 48 m2 aprox, incluído suministro, colocación y sellados asi como galvanizado en caliente del conjunto y pintado con pintura resistente a intemperie y ambiente marino. Se incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total ud .....:	**2,000**	**6.604,20**	**13.208,40**
2.1.5	**Ud**	**Suministro, montaje y colocación de escaleras de 800x240 mm, para paso elevado de tuberías, mínimo de 1,5 metros de longitud, formado por rejilla electrosoldada antideslizante, acabado galvanizado en caliente, realizada con pletinas portantes de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil plano laminado en caliente, de 20x2 mm, separadas 34 mm entre sí, separadores de varilla cuadrada retorcida, de acero con bajo contenido en carbono UNE-EN ISO 16120-2 C4D, de 4 mm de lado, separados 38 mm entre sí y marco de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil plano laminado en caliente; y remate frontal antideslizante, de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil plano laminado en caliente, troquelado, fijado mediante atornillado sobre zanca metálica de escalera, incluído todo el prefil metélico necesario para poder pasar por encima de los trazados de tuberías y acceder de forma sencilla a cualquier parte de la instalación. Se incluye suministro, colocación y sellados asi como galvanizado en caliente del conjunto y pintado con protección especial para ambientes marinos y resistente a intemperie, con toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total Ud .....:	**4,000**	**838,73**	**3.354,92**
		Total subcapítulo 2.1.- ESTRUCTURAS DE SOPORTE:			***106.927,17***
		Total presupuesto parcial nº 2 OBRA CIVIL :			**106.927,17**

Presupuesto parcial nº 3 AIRE PRIMARIO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

3.1.- UNIDADES TRATAMIENTO DE AIRE

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

3.1.1 U UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE AIRLAN SERIE FMAHP o similar

Sum., mon. y col. de unidad de tratamiento de aire marca AIRLAN, ó similar, según ficha técnica adjunta en la memoria técnica del Proyecto, serie FMA modelo FMA-HP 183, (en impulsión), con caudal de 18.000 m3/h y presión disponible 450 Pa. Y por otro lado modelo FMA-HP 157 (en extracción), con caudal de 13.000 m3/h y presión disponible de 300 Pa. Con certificación EUROVENT, construida con perfiles de aluminio y paneles sándwich de 45 mm de espesor, ambos con rotura de puente térmico, fijados mediante compresión mecánica por perfil perimetral de aluminio que confiere al cerramiento gran resistencia mecánica, excelente estanqueidad y atractivo diseño, exenta de tornillería exterior y compuesta por chapa exterior lacada en blanco con pintura en pvc de 20 micras de espesor, no decolorable, poliuretano interior de 43 Kg/m3 polimerizado en ausencia de CHFCs, galvanizado zincado interior, bandejas de condensados de aluminio o acero inoxidable. Equipada con ventiladores PLUG FAN con pintura protectora de corrosiones epoxi y motores EC tipo BRUSHLESS, puertas abisagradas y manillas de abertura rápida en zonas en depresión, filtros con bastidores metálicos fijados y sellados perimetralmente a la carpintería interior con extracción posterior para eliminar el bypass, superficie frontal íntegramente
cubierta por celdas filtrantes para maximizar la superficie eficaz de filtrado, reducir las pérdidas de carga, los consumos asociados y espaciar los mantenimientos. Fichas técnicas generadas mediante software de selección testado que contempla los efectos que sobre las prestaciones de cada componente ejercen los cambios de dirección y velocidad que sufre el aire al discurrir por la UTA, las distancias entre los componentes, el efecto del cajón (distancia a las paredes), el tipo de descarga, etc. con la siguiente clasificación según EN1886 Resistencia mecánica: D1; Fugas de aire (400Pa): L1; Fugas de aire (+700Pa): L1 ; Bypass de filtros: F9; Transitividad térmica:T2; Puente térmico: TB2 y la siguiente atenuación acústica del panel por banda de octava: 14/9/13/10/24/32/38.´´

DATOS TÉCNICOS PRINCIPALES

FILTROS
- Filtro bolsa con pre-filtro: 410,0 mm, 194 Pa, 167,0 kg
- Filtro de placas / Z-Z
- Velocidad 2,38
- Clase Eficiencia Filtr N/A
- Tipo Coarse 50%Queb98S-G4
- Saco largo [mm] 98,0
- Clase Coarse 50
- Superfície del filtro [m2] 6,3
- DP inicial [Pa] 37
- Nº Celdas x Tamaño [mm] 6 x 592,0 x 592,0
- DP Final recomendada [Pa] 87
- Caudal [m³/h]: 18.000
- Material celdas Filtrantes: Sintetico.

RECUPERADOR ROTATIVO
Prestaciones Modo Calor (Invierno) (Condiciones Humedas) EN 13053 A1 / EN 308 Velocidad 10 rpm.

Extracción [m³/h]: 13.000.
Dp [Pa] 183 DP estandar [Pa] 190
Tª IN [°C] 22,0 Hr IN [%] 50,0
Tª OUT [°C] 1,2 Hr OUT [%] 100,0

Impulsión [m³/h] 18.000
Dp [Pa] 256 DP estandar [Pa] 272
Tª IN [°C] -0,6 Hr IN [%] 90,0
Tª OUT [°C] 14,4 Hr OUT [%] 60,0

Prestaciones Modo Frío (Verano)
Extracción [m³/h] 13.000
Dp [Pa] 204 DP estandar [Pa] 190
Tª IN [°C] 24,00 Hr IN [%] 50,0
Tª OUT [°C] 30,20 Hr OUT [%] 54,0
Impulsión [m³/h] 18.000
Dp [Pa] 293 DP estandar [Pa] 272
Tª IN [°C] 30,70 Hr IN [%] 58,0
Tª OUT [°C] 26,20 Hr OUT [%] 57,8
Eficacia [%] 66,47
Razón (X) [%] 76,7
Potencia Sensible Recuperada [kW] 27,65
Potencia Total Recuperada [kW] 85,7
Potencia Recuperada [kW] 94,5
Potencia Absorbida Aire [kW] 4,4
Potencia energética adicional [kW 0,4

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		Indice de potencia 19,7 **Rendimiento de temperaturas [%] 78,3** **Rendimiento Energético [%] 74,3** **BATERÍA FRÍO** **Caudal Frío (m3/h): 18.000** **Velocidad (m/s): 2,26** **Tª IN (ºC): 26,3.** **Hr IN (%): 48.** **Tª OUT (ºC): 14,9.** **Hr OUT (%): 82,5.** **Potencia Total (kW): 93.** **Potencia Sensible (kW): 69,8.** **Factor Calor sensible: 0,8** **DP (Pa): 86** **Temperatura agua IN (ºC) 13.** **Temperatura agua OUT (ºC) 18.** **DP Agua (kPa): 29,2.** **BATERÍA CALOR** **Caudal Frío (m3/h): 18.000** **Velocidad (m/s): 2,30** **Tª IN (ºC): 14,60.** **Hr IN (%): 60.** **Tª OUT (ºC): 33,8.** **Hr IN (%): 19,1.** **Potencia Total (kW): 117.** **Temperatura agua IN (ºC) 45.** **Temperatura agua OUT (ºC) 40.** **DP Agua (kPa): 10,7.** **VENTILADORES** **Caudal impulsión: 18.000 m3/h.** **Presión disponible: 450 Pa.** **Caudal retorno: 13.000 m3/h.** **Presión disponible: 300 Pa.** **HUMECTADOR** **Humectador de vapor con capacidad de 126,6 kg/h.** **DIMENSIONES Y PESO** **Longitud: 5842 mm.** **Anchura: 2156 mm.** **Altura: 2857 mm.** **Peso: 2.393 Kg.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total u .....:	**2,000**	**61.096,61**	**122.193,22**
3.1.2	**Kg**	**Sum., mon. y col. de estructura de refuerzo para prolongar la existente y poder colocar las futuras UTAs de aire primario, formada por Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para viguetas formados por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura.** **Criterio de medición: kg de peso calculado según las especificaciones de la DT, de acuerdo con los criterios siguientes:** **El peso unitario para su cálculo será el teórico.** **Para poder utilizar otro valor diferente del teórico, es necesaria la aceptación expresa de la DF.** **Este criterio incluye las pérdidas de material correspondientes a recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total kg .....:	**600,000**	**5,94**	**3.564,00**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1.3	**Ud**	**Sum., mon. y col. de apoyo de estrucutra formado por dados de hormigón prefabricado ubicados en losa de cubierta, y perfil metálico que unirá el propio dado con el perfil métalico existente, incluído pletinas y anclajes para su correcto funcionamiento.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total Ud .....:	**6,000**	**591,54**	**3.549,24**
		Total subcapítulo 3.1.- UNIDADES TRATAMIENTO DE AIRE:			***129.306,46***
3.2.- VALVULERÍA Y EQUIPOS SEGURIDAD					
3.2.1	**U**	**Válvula de mariposa DN65, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de mariposa concéntrica, según norma UNE-EN 593, manual, de doble brida, de 65 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, cuerpo de fundición nodular EN-GJS-400-15 (GGG40) con revestimiento de resina epoxy (150 micras), disco de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316), anillo de etileno propileno dieno (EPDM), eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420) y accionamiento por reductor manual, montada superficialmente** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**8,000**	**135,73**	**1.085,84**
3.2.2	**U**	**Válvula de asiento DN65, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de asiento manual con bridas, de diámetro nominal 65 mm, de 10 bar de PN, de bronce, precio alto y montada superficialmente** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**375,48**	**1.501,92**
3.2.3	**U**	**Válvula de equilibrado DN65, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de equilibrado embridada de 65 mm de diámetro nominal y Kvs=85, de 16 bar de presión nominal, de fundición nodular, con preajustes de caudal, tomas de presión, con juego de accesorios y sin dispositivo de vaciado, instalada y ajustada** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**358,74**	**1.434,96**
3.2.4	**U**	**Filtro colador en ´´Y´´ DN65, embridado.** **Sum., mon. y col. de filtro colador en forma de Y con bridas, 65 mm de diámetro nominal, 16 bar de presión nominal, fundición gris EN-GJL-250 (GG25), malla de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304) con perforaciones de 1,5 mm de diámetro, montado superficialmente** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**116,43**	**465,72**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.2.5	**U**	**Válvula 3 vías DN65, embridada.** **Sum., mon. y col. de válvula de bola según norma UNE-EN 13709, con actuador neumático, con bridas, de 3 vías, de 65 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, cuerpo de Indeterminado de fundición de acero inoxidable 1.4408 (CF8M), bola de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316), eje de acero inoxidable 1.4401 (AISI 316), asiento de teflón PTFE, accionamiento por pistón de simple efecto, montada superficialmente.** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**1.582,08**	**6.328,32**
3.2.6	**U**	**Termometro DN65** **Sum., mon. y col. de termómetro bimetálico, con vaina de 1/2´´ de diámetro, de esfera de 65 mm, de <= 80°C, colocado roscado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**20,10**	**80,40**
3.2.7	**U**	**Manómetro DN65** **Sum., mon. y col. manómetro para una presión de 0 a 0,16 bar, de esfera de 65 mm y rosca de conexión de 1/2´´ G, instalado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**65,70**	**262,80**
3.2.8	**U**	**Purgador automático de aire** **Sum., mon. y col. purgador automático de aire, de latón, por flotador, de posición vertical y válvula de obturación incorporada, con rosca de 3/8´´ de diámetro, roscado** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**8,000**	**19,57**	**156,56**
3.2.9	**U**	**Vaciado de la instalación** **Sum., mon. y col. Vaciados conducidos a desagüe, de todos los elementos que lo requieran, según esquema principio, incluyendo los embudos de descarga de las válvulas de seguridad.** **Criterio de medición: Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la DT.** **Como variante se podrá ofertar una marca equivalente aprobada por la Dirección Facultativa.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.**			
		Total u .....:	**4,000**	**181,69**	**726,76**
		Total subcapítulo 3.2.- VALVULERÍA Y EQUIPOS SEGURIDAD:			***12.043,28***

3.3.- CONDUCTOS

Presupuesto parcial nº 3 AIRE PRIMARIO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.3.1	Pa	**Partida alzada para la retirada, desmontaje y desguace de la red de conductos exteriores de las unidades de tratamiento de aire actuales, des de las propias unidades hasta entrada a edificio (tramos exteriores). Incluye retirada de cualquier elemento de conducto, codo, aislamiento, valvulería, etc. Recogida de escombros, elementos retirados y su posterior desguace.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total PA .....:	**1,000**	**594,13**	**594,13**
3.3.2	M2	**Conducto de chapa de aluminio rectangular** **Formación de conducto de impulsión 900x1.000 mm y extracción 700x900 mm** **Sum., mon. y col. de formación de conducto rectangular de plancha de acero galvanizado, de espesor 1 mm, con clasificación de resistencia al fuego E600/120, con unión marco atornillado y clips, sellado con masilla resistente a altas temperaturas, montado adosado con soportes** **Criterio de medición: m2 de superficie instalada según las especificaciones de la DT, medida entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m2 .....:	**180,000**	**58,13**	**10.463,40**
3.3.3	M2	**Aislamiento térmico espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para conducto** **Sum,. mon. y col. de aislamiento térmico con plancha de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para aislamiento térmico de equipos y conductos, de 25 mm de espesor, con un factor de resistencia a la difusión del vapor de agua >= 7000, clase de reacción al fuego B-s3, d0 según norma UNE-EN 13501-1, montado exteriormente, adherido** **Criterio de medición: m2 de superficie medida de acuerdo a las especificaciones de la DT.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m2 .....:	**180,000**	**87,66**	**15.778,80**
3.3.4	M2	**Revestimiento interior fibra de vidrio 25 mm para conducto** **Sum,. mon. y col. panel rígido de lana de vidrio ISOVER de alta densidad o similar, revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio mate reforzada con papel kraft y malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con un tejido nuevo neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica.** **Por sus excelentes prestaciones acústicas y su buen comportamiento térmico, CLIMAVER® Neto, es la opción adecuada para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización y ventilación de los edificios.** **Criterio de medición: m2 de superficie medida de acuerdo a las especificaciones de la DT.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m2 .....:	**180,000**	**67,60**	**12.168,00**
3.3.5	U	**Sum., mon. y col de compuerta regulación caudal para conductos aire primario, una en cada planta. Compuerta rectangular 400x300 mm caudal constante, con regulación automecánica. Rango de caudal de 1.134 a 4.536m3/h.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total u .....:	**12,000**	**475,29**	**5.703,48**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.3.6	**Pa**	**PA de albañilería para rotura de falso techo y colocación de compuerta rectangular de regulación de caudal constante. Posterior colocación de registro para habilitar manipulación compuerta y acabado.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total PA .....:	**12,000**	**432,40**	**5.188,80**
		Total subcapítulo 3.3.- CONDUCTOS:			***49.896,61***
3.4.- TUBERÍA					
3.4.1	**M**	**Tubería de acero negro DN65.** **Sum., mon. y col. de tubo de acero negro con soldadura, fabricado con acero S195 T, de 2´´1/2 de tamaño de rosca (diámetro exterior especificado=76,1 mm y DN=65 mm), serie M según UNE-EN 10255, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado.** **En las instalaciones con grado de dificultad especificado, se incluye, además, la repercusión de las piezas especiales a colocar.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**80,000**	**52,94**	**4.235,20**
3.4.2	**M**	**Tubería de acero negro DN100.** **Sum., mon. y col. de tubo de acero negro con soldadura, fabricado con acero S195 T, de 4´´ de tamaño de rosca (diámetro exterior especificado=114,3 mm y DN=100 mm), serie M según UNE-EN 10255, soldado, con grado de dificultad mediano y colocado superficialmente** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado.** **En las instalaciones con grado de dificultad especificado, se incluye, además, la repercusión de las piezas especiales a colocar.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**16,000**	**82,91**	**1.326,56**
3.4.3	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN65.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 76 mm, de 40 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**40,000**	**46,56**	**1.862,40**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.4.4	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN100.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 114 mm, de 40 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**8,000**	**61,17**	**489,36**
3.4.5	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN65.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 76 mm, de 50 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**40,000**	**56,06**	**2.242,40**
3.4.6	**M**	**Aislamiento espuma elastomérica con revestimiento de aluminio, tubería acero negro DN100.** **Sum., mon. y col. de aislamiento térmico de espuma elastomérica con revestimiento de aluminio para tuberías que transportan fluidos a temperatura entre -50°C y 105°C, para tubo de diámetro exterior 114 mm, de 60 mm de espesor, clase de reacción al fuego BL-s2, d0 según norma UNE-EN 13501-1, sin HCFC-CFC, colocado superficialmente con grado de dificultad mediano** **Criterio de medición: m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la DT, entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.** **Este criterio incluye las pérdidas de material como consecuencia de los recortes.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total m .....:	**8,000**	**85,91**	**687,28**
3.4.7	**Pa**	**Partida alzada para la retirada, desmontaje y desguace de las panoplias de tubería de agua de alimentación a las unidades de tratamiento de aire actuales, des de la sala de bombeo de secundario hasta las propias unidades. Incluye retirada de cualquier elemento de tubería, codo, aislamiento, valvulería, etc. Recogida de escombros, elementos retirados y su posterior desguace.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total PA .....:	**1,000**	**355,84**	**355,84**
3.4.8	**Pa**	**PA para la modificación de tuberías DN150 existentes a la salida de la aguja hidráulica existente, para adaptarlas a la nueva aguja a y su nueva ubicación, quedando ligeramente desplazada para permitir instalación de UTA más larga.** **Incluye toda la mano de obra, accesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento, teniendo en cuenta trabajos adicionales de elevación y en altura en la cubierta del edificio.**			
		Total PA .....:	**1,000**	**540,22**	**540,22**
				Total subcapítulo 3.4.- TUBERÍA:	***11.739,26***

3.5.- CONTROL Y REGLACIÓN

Presupuesto parcial nº 3 AIRE PRIMARIO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.5.1	**U**	**Control climatizadores de aire primario nuevos Airlan** **Integración nuevos elementos de control de las unidade de tratamiento de aire con el control central existente. Incluye:** **- Conversor RS-485/RS-232 a Ethernet/Wifi (Modbus TCP), marca Johnson Controls, modelo LINE-TCPRS, ó similar.** **- Integración de 2ud. de climatizador mediante protocolo de comunicaciones ModbusRTU considerando 25 puntos de integración por unidad.** **Incluye toda la mano de obra, acesorios y medios auxiliares necesario para su correcto montaje y funcionamiento.** **NOTA IMPORTANTE: Será de obligado cumplimiento que todos los elementos de control y regulación sean integrables en el actual sistema del edificio de la marca Johnson&Controls y de la plataforma BMS Tridium.**			
		Total u .....:	**1,000**	**2.618,81**	**2.618,81**
		Total subcapítulo 3.5.- CONTROL Y REGLACIÓN:			***2.618,81***
		Total presupuesto parcial nº 3 AIRE PRIMARIO :			**205.604,42**

Presupuesto parcial nº 4 VARIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1.- AUTOGRÚA					
4.1.1	U	**Grúa autopropulsada, marca Liebherr, modelo LTM 1450-8.1, de brazo telescópico con longitud de pluma de 85 m, pudiendo llegar a alcanzar una altura de trabajo máxima de 145 m y un radio de hasta 108 m, gracias a plumines adicionales, para subida hasta la cubierta del edificio de todos los equipos de la instalación de climatización, perfiles y demás elementos que conforman la estructura metálica. Incluyendo 2 montajes y desmontajes completos, 2 transporte de la grúa para subida de los equipos en 2 fases, y 4 días máximo de alquier en total, con gruista y todo el personal y medios auxiliares necesarios para poder realizar correctamente todos los trabajos. Además, se incluye la gestión de todos los permisos y pago de tasas necesarias con el Ayuntamiento de Donostia y Diputación Foral de Gipuzkoa, para poder cortar el tráfico en cualquier momento del día, y poder subir todos los equipos a cubierta sin ningún tipo de interrupción.**			
		Total u .....:	**1,000**	**19.086,81**	**19.086,81**
		Total subcapítulo 4.1.- AUTOGRÚA:			***19.086,81***
4.2.- CONTROL DE CALIDAD					
4.2.1	U	**Se incluye diferentes pruebas de control de calidad de conductos tuberías y estructura metálica de bancadas según Decreto 209/2014 del Gobierno Vasco, por el que se regula el Control de Calidad en la construcción.**			
		Total u .....:	**1,000**	**3.512,41**	**3.512,41**
		Total subcapítulo 4.2.- CONTROL DE CALIDAD:			***3.512,41***
4.3.- LEGALIZACIÓN					
4.3.1	U	**Legalización de la instalación, suministro de toda la documentación entregada a Industria, incluído proyecto as-built a la finalización de las obras. Se incluirá todas las gestiones necesarias ante los organisms competentes, según Proyecto.**			
		Total u .....:	**1,000**	**3.685,13**	**3.685,13**
		Total subcapítulo 4.3.- LEGALIZACIÓN:			***3.685,13***
4.4.- SEGURIDAD Y SALUD					
4.4.1.- PROTECCIONES PERSONALES					
4.4.1.1	Ud	**Casco de seguridad con arnés de adaptación. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.**			
		Total Ud .....:	**20,000**	**1,16**	**23,20**
4.4.1.2	Ud	**Par guantes de lona protección estándar. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.**			

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	10,000				10,000	
					10,000	10,000

Total Ud .....:	**10,000**	**1,15**	**11,50**

4.4.1.3 Ud Par de guantes alta resistencia al corte. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	10,000				10,000	
					10,000	10,000

Total Ud .....:	**10,000**	**2,32**	**23,20**

4.4.1.4 Ud Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5.000 V., (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000

Total Ud .....:	**2,000**	**15,14**	**30,28**

4.4.1.5 Ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000

Total Ud .....:	**2,000**	**3,43**	**6,86**

Presupuesto parcial nº 4 VARIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

4.4.1.6 Ud Par de botas altas de agua color verde, (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	8,000				8,000	
					8,000	8,000
Total Ud .....:				**8,000**	**7,01**	**56,08**

4.4.1.7 Ud Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

Total Ud .....:				**8,000**	**14,02**	**112,16**

4.4.1.8 Ud Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**8,71**	**17,42**

4.4.1.9 Ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón (amortizable en un uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	8,000				8,000	
					8,000	8,000
Total Ud .....:				**8,000**	**9,36**	**74,88**

4.4.1.10 Ud Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC, (amortizable en un uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	20,000				20,000	
					20,000	20,000
Total Ud .....:				**20,000**	**7,62**	**152,40**

4.4.1.11 Ud Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	5,000				5,000	
					5,000	5,000
Total Ud .....:				**5,000**	**6,41**	**32,05**

4.4.1.12 Ud Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	5,000				5,000	
					5,000	5,000
Total Ud .....:				**5,000**	**6,41**	**32,05**

4.4.1.13 Ud Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**4,31**	**8,62**

4.4.1.14 Ud Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**3,44**	**6,88**

4.4.1.15 Ud Par de manguitos para soldador

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**2,73**	**5,46**

4.4.1.16 Ud Mandil para soldador

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**8,70**	**17,40**

4.4.1.17 Ud Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**8,01**	**16,02**

4.4.1.18 Ud Cinturón portaherramientas, (amortizable en 4 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**10,12**	**20,24**

4.4.1.19 Ud Faja protección lumbar, (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	5,000				5,000	
					5,000	5,000
Total Ud .....:				**5,000**	**4,19**	**20,95**

4.4.1.20 Ud Muñequera de presión variable (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**2,55**	**5,10**

4.4.1.21 Ud Semi-mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	8,000				8,000	
					8,000	8,000
Total Ud .....:				**8,000**	**0,60**	**4,80**

4.4.1.22 Ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	40,000				40,000	
					40,000	40,000
Total Ud .....:				**40,000**	**0,64**	**25,60**

4.4.1.23 Ud Cinturón de seguridad de sujeción (Clase A)

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	20,000				20,000	
					20,000	20,000
Total Ud .....:				**20,000**	**11,25**	**225,00**

4.4.1.24 Ud Cinturón de seguridad de caída (clase c), con dispositivo deslizador paracaidas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	20,000				20,000	
					20,000	20,000
			Total Ud .....:	**20,000**	**13,37**	**267,40**

4.4.1.25 Ud Cinturón de seguridad antivibratorio

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	20,000				20,000	
					20,000	20,000
			Total Ud .....:	**20,000**	**14,77**	**295,40**

Total subcapítulo 4.4.1.- PROTECCIONES PERSONALES: ***1.490,95***

4.4.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS

4.4.2.1 Ud Señal de trafico normalizada, con soporte metalico, incluida colocacion y desmontaje

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1,000				1,000	
					1,000	1,000
			Total Ud .....:	**1,000**	**6,58**	**6,58**

4.4.2.2 Ud Señal de obra normalizada, con soporte metalico, incluso colocación y desmontaje.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1,000				1,000	
					1,000	1,000
			Total Ud .....:	**1,000**	**6,34**	**6,34**

4.4.2.3 Ud Rótulos de información y señalización

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1,000				1,000	
					1,000	1,000
			Total Ud .....:	**1,000**	**1,30**	**1,30**

4.4.2.4 Ud Cinta de balizamiento reflectante, incluso p.p. soportes

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	40,000				40,000	
					40,000	40,000
			Total Ud .....:	**40,000**	**7,32**	**292,80**

4.4.2.5 Ud Topes final recorrido vehículos, incluso colocación y desmontaje.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1,000				1,000	
					1,000	1,000
			Total Ud .....:	**1,000**	**0,26**	**0,26**

4.4.2.6 M2 Andamio tubular homologado, HD1000, de protección y trabajo; parte alícuota de protección; incluso p.p. de anclajes a estructura, aplomado, escalera interior, defensas y protecciones; montaje, desmontaje y retirada por personal especializado. Medida la superficie protegida hasta un metro por encima del alero.

Total m2 .....: 40,000 83,52 3.340,80

4.4.2.7 M2 Cubrición de andamiadas tubulares a base de red tupida reforzada con ribete perimetral, para evitar la caída de cascotes a la vía pública; incluídos cordaje, solapes, colocación y desmontaje. Medida la superficie protegida.

Total m2 .....: 80,000 1,14 91,20

4.4.2.8 Ml Barandilla de protección de 1 m de altura, con soporte tipo sargento y tres tablones, en perimetro de forjado, colocación y desmontaje.

Total Ml .....: 40,000 1,91 76,40

4.4.2.11 Ml Peldaño de 0.50m de anchura, ejecutados por fabrica de ladrillo o prefabicado metálico

Total Ml .....: 30,000 5,31 159,30

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

4.4.2.12 **H** **Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	120,000				120,000	
					120,000	120,000
Total h .....:				**120,000**	**21,61**	**2.593,20**

Total subcapítulo 4.4.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS: ***6.568,18***

4.4.3.- EXTINCIÓN DE INCENDIOS

4.4.3.1 **Ud** **Extintor portatil de polvo polivalente, 6 kg, incluso soporte y colocación**

Total Ud .....:				**5,000**	**39,56**	**197,80**

Total subcapítulo 4.4.3.- EXTINCIÓN DE INCENDIOS: ***197,80***

4.4.4.- PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELECTRICA

4.4.4.1 **Ud** **Instalación de puesta a tierra para casetas de obra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra, etc.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1,000				1,000	
					1,000	1,000
Total Ud .....:				**1,000**	**118,38**	**118,38**

4.4.4.2 **Ud** **Cuadro general provisional de obra para alimentación de casetasm, equipado con todos los mecanismos de mando y protección, incluso suministro, montaje y desmontaje.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1,000				1,000	
					1,000	1,000
Total Ud .....:				**1,000**	**1.857,29**	**1.857,29**

Total subcapítulo 4.4.4.- PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELECTRICA: ***1.975,67***

4.4.5.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD, HIGIENE Y BIENESTAR.

4.4.5.1 **Ud** **Alquiler de caseta prefabricada para vestuarios y aseos para toda la obra (18meses), de 20 m2, formada por estructura de perfiles laminados en frio, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada con aislamiento de espuma de poliuretano, carpinteria de aluminio anodizado, rejas de protección y suelo soporte de perfileria, tablero fenolico y pavimento, incluso aparatos sanitarios (1 retrete, 2 duchas y 1 lavabos) con gifería, instalados, preparación del terreno , soporte de hormigón H-20 armado con acero B-400S, placas de asiento, etc., etc, transporte y colocación y desmontaje posterior.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**196,47**	**392,94**

4.4.5.2 **Ud** **Alquiler de caseta prefabricada para oficina de obra para toda la obra (18meses) de 12m2, idem partida anterior.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**196,47**	**392,94**

4.4.5.3 **Ud** **Amueblado provisional para aseos, comprendido: perchas (7 ud), jaboneras (10 ud), secamanos automatico (2 ud), espejos (2 m2), portarrollos (2 ud), toalleros (10 ud), calentador electrico 100 l., etc.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**41,50**	**83,00**

4.4.5.4 **Ud** **Amueblado provisional para oficina, comprendiendo : perchas (10 ud), taquillas (10 ud), banco corrido de madera para 5 plazas (1 ud), radiador de infrarrojos de 1000 W (4 ud), papeleras (1 ud).etc.**

Presupuesto parcial nº 4 VARIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
			Total Ud .....:	**2,000**	**51,91**	**103,82**

4.4.5.5 Ud Amueblado provisional para vestuarios comprendiendo: perchas , taquillas , banco corrido de madera para 5 plazas , radiador de infrarrojos de 1000W , papeleras (1 Ud), etc.,

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
			Total Ud .....:	**2,000**	**51,91**	**103,82**

4.4.5.6 Ud Dotación de papel higienico para toda la obra

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
			Total Ud .....:	**2,000**	**20,71**	**41,42**

4.4.5.7 Ud Dotación de jabón para toda la obra

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
			Total Ud .....:	**2,000**	**8,58**	**17,16**

4.4.5.8 H Mano de obra para limpieza y conservación de instalaciones de personal, considerando 15 min diaria durante todo el transcurso de la obra.

			Total h .....:	**25,000**	**3,50**	**87,50**

4.4.5.9 Ud Linea electrica provisional de obra, desde el cuadro general de obra hasta los cuadros secundarios de las casetas, incluso suministro, montaje y desmontaje.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
			Total Ud .....:	**2,000**	**88,66**	**177,32**

4.4.5.10 Ud Línea de agua provisional de obra, para alimentación a los puntos de toma de las casetas, incluso suministro, montaje y desmontaje.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
			Total Ud .....:	**2,000**	**52,95**	**105,90**

4.4.5.11 Ud Instalación eléctrica con bases de enchufe, puntos de luz, etc., en servicio, para aseos y vestuarios y comedor, desde cuadro secundario correspondiente, incluso suministro, montaje y desmontaje.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
			Total Ud .....:	**2,000**	**52,95**	**105,90**

4.4.5.12 Ud Red de evacuación de aguas sucias de aseos y comedor con tuberia de P.V.C., incluso piezas especiales y distribución, en servicio.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000
			Total Ud .....:	**2,000**	**35,26**	**70,52**

4.4.5.13 Ud Instalación de fontaneria hasta los aparatos, en servicio, para oficinas, incluso el propio aparato.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2,000				2,000	
					2,000	2,000

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		Total Ud .....:	**2,000**	**36,31**	**72,62**
4.4.5.14	**Ud**	**Acometida de telefonía e instalación interior hasta aparatos en servicio , para oficinas, incluso el propio aparato.**			
		Uds. Largo Ancho Alto Parcial Subtotal			
		2,000 2,000			
		2,000 2,000			
		Total Ud .....:	**2,000**	**95,25**	**190,50**
4.4.5.15	**Ud**	**Mano de obra de peón para limpiezas periódicas de obra, considerando 1 limpieza cada semana durante todo el transcurso de la obra.**			
		Uds. Largo Ancho Alto Parcial Subtotal			
		25,000 25,000			
		25,000 25,000			
		Total Ud .....:	**25,000**	**3,86**	**96,50**
		Total subcapítulo 4.4.5.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD, HIGIENE Y BIENESTAR.:			***2.041,86***
		4.4.6.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS			
4.4.6.1	**Ud**	**Botiquín de obra, instalado en el local correspondiente.**			
		Uds. Largo Ancho Alto Parcial Subtotal			
		1,000 1,000			
		1,000 1,000			
		Total Ud .....:	**1,000**	**198,04**	**198,04**
4.4.6.2	**Ud**	**Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra.**			
		Uds. Largo Ancho Alto Parcial Subtotal			
		2,000 2,000			
		2,000 2,000			
		Total Ud .....:	**2,000**	**3,72**	**7,44**
4.4.6.3	**Ud**	**Reconocimiento médico obligatorio.**			
		Total Ud .....:	**20,000**	**5,20**	**104,00**
		Total subcapítulo 4.4.6.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS:			***309,48***
		4.4.7.- CAP. 7 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.			
4.4.7.1	**H**	**Formación de Seguridad y Salud en el trabajo.**			
		Total H .....:	**100,000**	**21,61**	**2.161,00**
		Total subcapítulo 4.4.7.- CAP. 7 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.:			***2.161,00***
		Total subcapítulo 4.4.- SEGURIDAD Y SALUD:			***14.744,94***
		4.5.- ALBAÑILERÍA			
4.5.1	**U**	**PA Trabajos varios de albañilería** **En esta partida se incluyen todos esos trabajos de albañilería que puedan surgir derivados de la obra y que no se hayan contemplado especificamente en partidas anteriores, por ejemplo:** **- Relleno y sellado de huecos abierto para pasos de instalaciones.** **- Pintura.** **- Traslado de escombros.** **- Raseo de paredes.** **- Etc.** **IMPORTANTE: Se deberá dejar la cubierta en las mismas condiciones, sin ningún tipo de desperfecto, anterior a la obra.**			
		Total u .....:	**1,000**	**1.727,55**	**1.727,55**
		Total subcapítulo 4.5.- ALBAÑILERÍA:			***1.727,55***
		4.6.- GESTIÓN DE RESIDUOS			

Presupuesto parcial nº 4 VARIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.6.1	U	**Aplicación de todas las medidas recogidas en el estudio de gestión de residuos, según Decreto 112/2012, de 26 de junio, de aplicación en la CAPV, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.**			
		Total u .....:	**1,000**	**5.287,23**	**5.287,23**
		Total subcapítulo 4.6.- GESTIÓN DE RESIDUOS:			***5.287,23***
		Total presupuesto parcial nº 4 VARIOS :			**48.044,07**

Presupuesto de ejecución material

1 CENTRAL DE PRODUCCIÓN		**426.481,68**
1.1.- EQUIPOS DE PRODUCCIÓN		282.758,52
1.2.- VALVULERÍA Y EQUIPOS DE SEGURIDAD		46.234,17
1.3.- TUBERÍA		51.630,75
1.4.- ELECTRICIDAD		21.592,37
1.5.- CONTROL Y REGULACIÓN		24.265,87
2 OBRA CIVIL		**106.927,17**
2.1.- ESTRUCTURAS DE SOPORTE		106.927,17
3 AIRE PRIMARIO		**205.604,42**
3.1.- UNIDADES TRATAMIENTO DE AIRE		129.306,46
3.2.- VALVULERÍA Y EQUIPOS SEGURIDAD		12.043,28
3.3.- CONDUCTOS		49.896,61
3.4.- TUBERÍA		11.739,26
3.5.- CONTROL Y REGLACIÓN		2.618,81
4 VARIOS		**48.044,07**
4.1.- AUTOGRÚA		19.086,81
4.2.- CONTROL DE CALIDAD		3.512,41
4.3.- LEGALIZACIÓN		3.685,13
4.4.- SEGURIDAD Y SALUD		14.744,94
4.4.1.- PROTECCIONES PERSONALES	1.490,95	
4.4.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS	6.568,18	
4.4.3.- EXTINCIÓN DE INCENDIOS	197,80	
4.4.4.- PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELECTRICA	1.975,67	
4.4.5.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD, HIGIENE Y BIENESTAR.	2.041,86	
4.4.6.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	309,48	
4.4.7.- CAP. 7 FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.	2.161,00	
4.5.- ALBAÑILERÍA		1.727,55
4.6.- GESTIÓN DE RESIDUOS		5.287,23
Total .....:		**787.057,34**

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL CINCUENTA Y SIETE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

11 ANEJO 1 CERTIFICADO ENERGÉTICO

CAETANO VERA DAVID - 52178781S

Firmado digitalmente por CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-52178781S, givenName=DAVID, sn=CAETANO VERA, cn=CAETANO VERA DAVID - 52178781S
Fecha: 2025.05.07 07:14:57 +02'00'

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

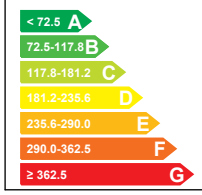
Nombre del edificio	Gipuzkoako Foru Ogasuna		
Dirección	Errotaburu Pasealekua, 2		
Municipio	San Sebastián	**Código Postal**	20018
Provincia	Guipúzcoa	**Comunidad Autónoma**	País Vasco
Zona climática	D1	**Año construcción**	1992
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8094057		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
○ Vivienda ○ Unifamiliar ○ Bloque ○ Bloque completo ○ Vivienda individual	● Terciario ● Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Mikel Barandiaran Anda	**NIF(NIE)**	44570303Y
Razón social	Gipuzkoako Foru Aldundia	**NIF**	P2000000F
Domicilio	Gipuzkoa Plaza, Z/G		
Municipio	Donostia	**Código Postal**	20004
Provincia	Guipúzcoa	**Comunidad Autónoma**	País Vasco
e-mail:	mbarandiaran@gipuzkoa.eus	**Teléfono**	943113353
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 30/04/2021

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

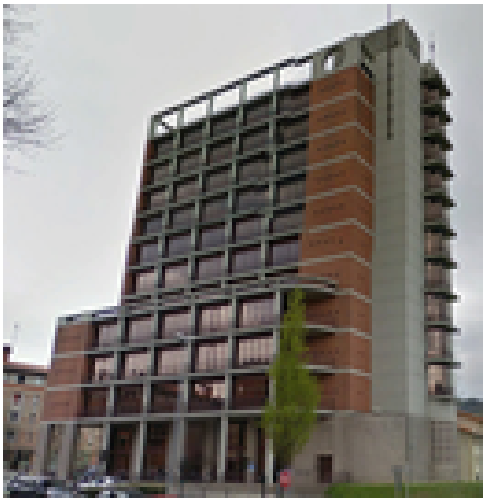
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	8331.58

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
PB_Fachada SE	Fachada	31.18	0.75	Estimadas
PB_Fachada NO	Fachada	31.18	0.75	Estimadas
PB_Fachada SO	Fachada	55.76	0.75	Estimadas
PB_Fachada NE	Fachada	40.63	0.75	Estimadas
PB_Fachada E	Fachada	18.11	0.75	Estimadas
PB_Fachada N	Fachada	18.11	0.75	Estimadas
E_Fachada SE	Fachada	33.88	0.75	Estimadas
E_Fachada NO	Fachada	33.88	0.75	Estimadas
E_Fachada SO	Fachada	47.18	0.75	Estimadas
E_Fachada NE	Fachada	33.54	0.75	Estimadas
E_Fachada E	Fachada	14.95	0.75	Estimadas
E_Fachada N	Fachada	14.95	0.75	Estimadas
P1_Fachada SE1	Fachada	17.83	0.75	Estimadas
P1_Fachada SE2	Fachada	17.04	0.75	Estimadas
P1_Fachada SE3	Fachada	11.89	0.75	Estimadas
P1_Fachada NE	Fachada	41.77	0.75	Estimadas
P1_Fachada NO1	Fachada	17.83	0.75	Estimadas
P1_Fachada NO2	Fachada	17.04	0.75	Estimadas
P1_Fachada NO3	Fachada	11.89	0.75	Estimadas
P1_Fachada SO	Fachada	4.5	0.75	Estimadas
E_Cubierta plana	Cubierta	21.6	1.40	Por defecto

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
P2_Fachada SE1	Fachada	17.83	0.75	Estimadas
P2_Fachada SE2	Fachada	17.04	0.75	Estimadas
P2_Fachada SE3	Fachada	11.89	0.75	Estimadas
P2_Fachada NE	Fachada	41.77	0.75	Estimadas
P2_Fachada NO1	Fachada	17.83	0.75	Estimadas
P2_Fachada NO2	Fachada	17.04	0.75	Estimadas
P2_Fachada NO3	Fachada	11.89	0.75	Estimadas
P2_Fachada SO	Fachada	4.5	0.75	Estimadas
P3_Fachada SE1	Fachada	17.83	0.75	Estimadas
P3_Fachada SE2	Fachada	17.04	0.75	Estimadas
P3_Fachada SE3	Fachada	11.89	0.75	Estimadas
P3_Fachada NE	Fachada	41.77	0.75	Estimadas
P3_Fachada NO1	Fachada	17.83	0.75	Estimadas
P3_Fachada NO2	Fachada	17.04	0.75	Estimadas
P3_Fachada NO3	Fachada	11.89	0.75	Estimadas
P3_Fachada SO	Fachada	4.5	0.75	Estimadas
P3_Cubierta plana	Cubierta	360.0	0.30	Conocidas
P4_Fachada SE1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P4_Fachada SE2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P4_Fachada NE	Fachada	51.19	0.75	Estimadas
P4_Fachada NO1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P4_Fachada NO2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P4_Fachada SO	Fachada	51.62	0.20	Conocidas
P5_Fachada SE1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P5_Fachada SE2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P5_Fachada NE	Fachada	51.19	0.75	Estimadas
P5_Fachada NO1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P5_Fachada NO2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P5_Fachada SO	Fachada	51.62	0.20	Conocidas
P6_Fachada SE1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P6_Fachada SE2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P6_Fachada NE	Fachada	51.19	0.75	Estimadas
P6_Fachada NO1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P6_Fachada NO2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P6_Fachada SO	Fachada	51.62	0.20	Conocidas
P7_Fachada SE1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P7_Fachada SE2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P7_Fachada NE	Fachada	51.19	0.75	Estimadas
P7_Fachada NO1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P7_Fachada NO2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P7_Fachada SO	Fachada	51.62	0.20	Conocidas
P8_Fachada SE1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P8_Fachada SE2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P8_Fachada NE	Fachada	51.19	0.75	Estimadas
P8_Fachada NO1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P8_Fachada NO2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
P8_Fachada SO	Fachada	51.62	0.20	Conocidas
P9_Fachada SE1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P9_Fachada SE2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P9_Fachada NE	Fachada	51.19	0.75	Estimadas
P9_Fachada NO1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P9_Fachada NO2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P9_Fachada SO	Fachada	51.62	0.20	Conocidas
P10_Fachada SE1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P10_Fachada SE2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P10_Fachada NE	Fachada	51.19	0.75	Estimadas
P10_Fachada NO1	Fachada	19.64	0.75	Estimadas
P10_Fachada NO2	Fachada	17.84	0.75	Estimadas
P10_Fachada SO	Fachada	51.62	0.20	Conocidas
P10_Cubierta plana	Cubierta	467.96	1.40	Por defecto
Partición superior	Partición Interior	162.29	1.36	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
v_pb_se	Hueco	58.59	2.88	0.45	Conocido	Conocido
Pv_pb_se	Hueco	14.65	1.90	0.37	Conocido	Conocido
v_pb_no	Hueco	73.24	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_pb_so	Hueco	10.39	2.88	0.45	Conocido	Conocido
v_e_se	Hueco	52.31	2.88	0.15	Conocido	Conocido
v_e_no	Hueco	52.31	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_e_so	Hueco	7.42	2.88	0.35	Conocido	Conocido
v_p1_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p1_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p1_so	Hueco	79.6	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p1_se2	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v2_p1_ne	Hueco	9.42	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p1_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p1_no2	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p2_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p2_se2	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p2_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p2_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p2_no2	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p2_so	Hueco	79.6	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v2_p2_ne	Hueco	9.42	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p3_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p3_se2	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p3_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v2_p3_ne	Hueco	9.42	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p3_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p3_no2	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
v_p3_so	Hueco	79.6	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p4_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v2_p4_se1	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p4_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p4_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v2_p4_no1	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p5_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v2_p5_se1	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p5_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p5_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v2_p5_no1	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p6_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v2_p6_se1	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p6_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p6_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v2_p6_no1	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p7_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v2_p7_se1	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p7_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p7_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v2_p7_no1	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p8_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v2_p8_se1	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p8_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p8_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v2_p8_no1	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p9_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v2_p9_se1	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p9_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p9_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v2_p9_no1	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p10_se1	Hueco	76.13	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v2_p10_se1	Hueco	0.8	2.88	0.25	Conocido	Conocido
v_p10_ne	Hueco	10.29	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p10_no1	Hueco	76.13	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v2_p10_no1	Hueco	0.8	2.88	0.54	Conocido	Conocido
v_p4_so	Hueco	9.57	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p5_so	Hueco	9.57	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p6_so	Hueco	9.57	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p7_so	Hueco	9.57	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p8_so	Hueco	9.57	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p9_so	Hueco	9.57	2.88	0.49	Conocido	Conocido
v_p10_so	Hueco	9.57	2.88	0.49	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera_01	Caldera Estándar	460.6	79.9	Gas Natural	Estimado
Caldera_02	Caldera Estándar	460.6	79.9	Gas Natural	Estimado
Caldera_03	Caldera Condensación	100	101.2	Gas Natural	Estimado
Caldera_04	Caldera Condensación	100	101.2	Gas Natural	Estimado
Bomba de Calor_01	Bomba de Calor		324.0	Electricidad	Conocido
Bomba de Calor_02	Bomba de Calor		314.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		396.3	Electricidad	Estimado
Bomba de Calor_01	Bomba de Calor		468.0	Electricidad	Conocido
Bomba de Calor_02	Bomba de Calor		429.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	145.0

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Ventilador_01	Ventilador de caudal constante	Calefacción	7826.50
Ventilador_02	Ventilador de caudal constante	Calefacción	10672.50
Ventilador_03	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	4070.00
Ventilador_04	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	5550.00
Bomba_01	Bomba de caudal constante	Calefacción	2134.50
Bomba_02	Bomba de caudal constante	Refrigeración	1628.00
Bomba_03	Bomba de caudal constante	Refrigeración	1628.00
Bomba_04	Bomba de caudal constante	Refrigeración	1628.00
Bomba_05	Bomba de caudal constante	Refrigeración	4070.00

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Bomba_06	Bomba de caudal constante	Refrigeración	4070.00
Bomba_07	Bomba de caudal constante	Refrigeración	4070.00
Bomba_08	Bomba de caudal constante	Refrigeración	4070.00
Bomba_09	Bomba de caudal constante	Calefacción	2134.50
Bomba_10	Bomba de caudal constante	Calefacción	2134.50
Bomba_11	Bomba de caudal constante	Calefacción	5692.00
Bomba_12	Bomba de caudal constante	Calefacción	5692.00
Bomba_13	Bomba de caudal constante	Calefacción	3130.60
TOTALES			70201.1

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Planta Baja	4.46	1.14	390.00	Conocido
Entreplanta	6.91	1.38	500.00	Conocido
Planta 1	5.22	1.04	500.00	Conocido
Planta 2	5.22	1.04	500.00	Conocido
Planta 3	5.19	1.04	500.00	Conocido
Planta 4	5.43	1.09	500.00	Conocido
Planta 6	5.38	1.35	400.00	Conocido
Planta 7	5.35	1.34	400.00	Conocido
Planta 8	5.35	1.34	400.00	Conocido
Planta 9	5.34	1.33	400.00	Conocido
Planta 10	5.34	1.34	400.00	Conocido
Planta 5	5.36	1.34	400.00	Conocido
TOTALES	5.32			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	8331.58	Intensidad Media - 8h

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D1	Uso	Intensidad Media - 8h

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 15.3 A 15.3-24.8 B 24.8-38.2 C 38.2-49.7 D 49.7-61.1 E 61.1-76.4 F ≥ 76.4 G	16.2 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año] 7.68	A	*Emisiones ACS [kgCO2/m² año]* 0.18	G
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]		*Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]* 1.19	A	*Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]* 4.41	A

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	12.83	106900.51
Emisiones CO2 por otros combustibles	3.41	28441.59

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 72.5 A 72.5-117.8 B 117.8-181.2 C 181.2-235.6 D 235.6-290.0 E 290.0-362.5 F ≥ 362.5 G	91.9 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²año] 41.29	B	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]* 1.04	G
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]* 7.04	A	*Energía primaria iluminación [kWh/m²año]* 26.03	A

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 18.9 A 18.9-30.7 B 30.7-47.3 C 47.3-61.4 D 61.4-75.6 E 75.6-94.5 F ≥ 94.5 G	54.8 D	< 8.6 A 8.6-14.0 B 14.0-21.5 C 21.5-28.0 D 28.0-34.4 E 34.4-43.0 F ≥ 43.0 G	14.4 C
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		*Demanda de refrigeración [kWh/m² año]*	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc…). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Sustitución de vidrios+Aislamiento por interior de fachada

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
< 72.5 A 72.5-117.8 B 117.8-181.2 C 181.2-235.6 D 235.6-290.0 E 290.0-362.5 F ≥ 362.5 G	85.1 B
< 15.3 A 15.3-24.8 B 24.8-38.2 C 38.2-49.7 D 49.7-61.1 E 61.1-76.4 F ≥ 76.4 G	15.0 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
< 18.9 A 18.9-30.7 B 30.7-47.3 C 47.3-61.4 D 61.4-75.6 E 75.6-94.5 F ≥ 94.5 G	49.9 D
< 8.6 A 8.6-14.0 B 14.0-21.5 C 21.5-28.0 D 28.0-34.4 E 34.4-43.0 F ≥ 43.0 G	8.2 A

ANÁLISIS TÉCNICO

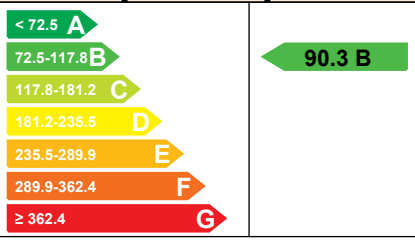
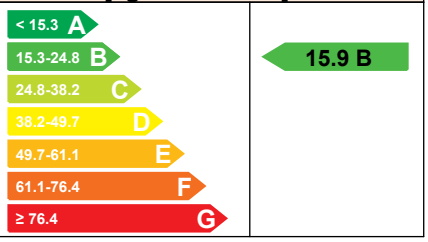
Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	24.07		8.9%	2.04		43.3%	0.53		0.0%	13.32		0.0%	48.39		7.5%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	37.61	B	8.9%	3.99	A	43.3%	1.04	G	0.0%	26.03	A	0.0%	85.13	B	7.3%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	6.99	A	8.9%	0.68	A	43.3%	0.18	G	0.0%	4.41	A	0.0%	15.04	A	7.4%
Demanda [kWh/m² año]	49.94	D	8.9%	8.16	A	43.3%									

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

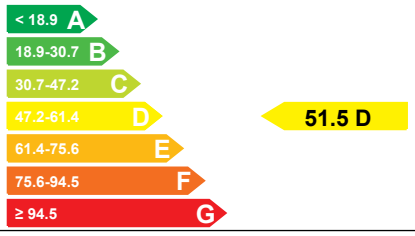
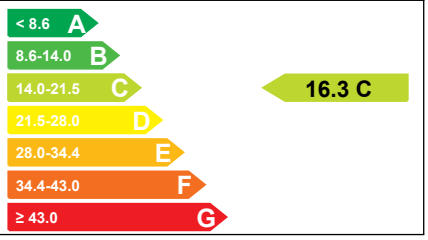
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida -
Otros datos de interés

Voladizo en fachada SE+Aislamiento por el interior de fachada

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	24.84		6.0%	4.08		-13.2%	0.53		0.0%	13.32		0.0%	51.20		2.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	38.81	B	6.0%	7.97	A	-13.2%	1.04	G	0.0%	26.03	A	0.0%	90.31	B	1.7%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	7.22	A	6.0%	1.35	A	-13.2%	0.18	G	0.0%	4.41	A	0.0%	15.94	B	1.9%
Demanda [kWh/m² año]	51.54	D	6.0%	16.28	C	-13.2%									

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

-

Otros datos de interés

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR