



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL
DESTINADA A UN TALLER
MECÁNICO**

Alumno: Abdellah Taib Chabbar

Tutor: Prof. D. Alfonso Rodríguez Quesada
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Febrero, 2019



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera

Don ALFONSO RODRIGUEZ QUESADA, tutor del Trabajo Fin de Grado titulado: PROYETO DE CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A UN TALLER MECÁNICO, que presenta ABDELLAH TAIB CHABBAR, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Linares.

Linares, febrero de 2019

El alumno:

El tutor:

ABDELLAH TAIB, CHABBAR

ALFONSO, RODRIGUEZ QUESADA

ÍNDICE GENERAL

Índice General

1.	MEMORIA	5
2.	ANEXOS.....	38
2.1.	ANEJO 1: CÁLCULO DE SOLICITACIONES TÉRMICAS	40
2.2.	ANEJO 2: CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE RENOVACIÓN DE AIRE	109
2.3.	ANEJO 3: CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE FAN COILS Y AEROTERMOS.....	126
2.4.	ANEJO 4: PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	156
3.	PLANOS	175
4.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	205
5.	MEDICIONES	236
6.	PRESUPUESTO.....	249

MEMORIA

Índice de la Memoria

1.	OBJETO DEL PROYECTO	8
2.	PROMOTOR.....	8
3.	AUTOR	8
4.	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA NAVE.....	8
5.	BASES DE CÁLCULO.....	10
5.1.	Datos de partida	10
5.2.	Condiciones climatológicas exteriores	11
5.3.	Condiciones del interior de los locales.....	11
5.4.	Datos de transmitancia U de los cerramientos	12
5.5.	Cálculo de las solicitaciones Térmicas	13
5.5.1.	Descripción de las partidas de las cargas térmicas.....	13
5.5.2.	Cargas de transmisión a través de los cerramientos.....	14
5.5.3.	Cargas de insolación a través de las ventanas	14
5.5.4.	Perdida de calor debido a la renovación de aire.....	14
5.5.5.	Cargas debidas a la ocupación de personas	15
5.5.6.	Cargas por iluminaria	15
5.5.7.	Cargas por equipos informáticos	15
6.	RESULTADOS OBTENIDOS DEL CÁLCULO DE CARGAS TERMICAS.....	15
7.	ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN	16
7.1.	Clasificación de los sistemas de calefacción	16
7.1.1.	Por el grado de concentración	17
7.1.2.	Según el tipo de energía	17
7.1.3.	Según la fuente de energía empleada	18
7.1.4.	En función del fluido portador de calor.....	19
7.1.5.	Por el tipo de aparato generador de calor	21
8.	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	23
8.1.	Descripción del sistema elegido.....	23
8.2.	Instalación de fan coils y aerotermos.....	24

8.2.1. Objetivo de la instalación	24
8.2.2. Centrales de producción de frío y calor	24
8.2.3. Redes de distribución de agua.....	25
8.2.4. Equipos fan coils en interior	26
8.2.5. Equipos aerotermos en interior	27
8.2.6. Equipos de bombeo	28
8.3. Instalación de renovación de aire	28
8.3.1. Objetivo de la instalación	28
8.3.2. Descripción de la instalación.....	28
8.3.1. Parámetros de la instalación	29
8.3.2. Red de conductos de los aseos	32
9. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	32
9.1. Según la IT.1.1.4.1 de RITE. Exigencia de calidad térmica del ambiente.	33
9.2. Según la IT.1.1.4.2 de RITE. Exigencia de calidad de aire interior.....	33
9.3. Según la IT. 1.1.4.3 de RITE. Exigencia de higiene.	34
9.4. Según la IT.1.2.4.2 de RITE. Redes de tuberías y conductos.	34
9.5. Según la IT 1.2.4.3 de RITE. Control.	34
9.6. Según la IT.1.2.4.4 de RITE. Contabilización de consumos.	34
9.7. Según la IT.1.2.4.5 de RITE. Recuperación de energía.	35
10. CONCLUSIÓN.....	35
11. BIBLIOGRAFÍA.....	35
12. PRESUPUESTO	36

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente documento tiene por objeto la descripción y justificación técnica y normativa de la instalación de climatización y calefacción diseñada para una nave industrial.

La finalidad de la instalación de climatización y calefacción es lograr una temperatura artificial en el interior de un recinto cerrado que sea más elevada que la temperatura exterior en invierno y más baja que la temperatura exterior en verano. En definitiva, buscar el confort en la instalación.

Para ello debemos calcular las cargas que producen el desequilibrio energético del edificio que queremos climatizar. Una vez averiguado qué perturba y cuando el nivel energético, hay que aportar unas cargas en sentido contrario a las que producen el desnivel. Para ello debemos tener la información necesaria para planificar los sistemas de distribución de aire y agua. Luego, se elegirá el equipo necesario para satisfacer la demanda de carga necesaria.

El estudio de la situación que padece la nave la vamos a dividir en dos épocas: invierno y verano.

2. PROMOTOR

El presente proyecto se realiza únicamente como Trabajo Fin de Grado.

3. AUTOR

El autor del proyecto es Abdellah Taib Chabbar estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Linares.

4. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La industria se ubicará en las parcelas 5, 6, 20 y 21 del Polígono Industrial San Luis Término Municipal de Málaga, al cual se accede por la Ctra. de Campanillas.

Aprovechando la situación de la parcela con fachadas a dos calles, se proyecta el edificio de manera que se podrá acceder por su fachada frontal, a través de la Calle Punta Alta, zona destinada a oficinas y exposición o bien por su otra fachada posterior, a través de la calle Veracruz.

La nave se encuentra ubicada en 2 parcelas de 12,50 m x 30,00 m cada una, lo que conforma una superficie de 25 m x 60 m, con un área total de 1.500 m², de los cuales la nave en planta ocupa una superficie 800,00 m² (40 m x 20 m).

El emplazamiento está urbanizado y dotado de los servicios de agua, alcantarillado, luz y teléfono por las compañías respectivas.

La nave consta de planta baja y de planta primera.

- La planta baja se compone de dos partes: una donde se encuentra el taller mecánico para la reparación de vehículos o venta de artículos, y la otra de un despacho del jefe del taller, la caja, sala de espera, recepción, archivo, aseos para los empleados y clientes y otro para minusválidos, silo para el almacenamiento de biomasa, cuarto de electricidad y sala de calderas.
- La planta primera estará destinada para las oficinas y los despachos que son: administración, secretaría, sala de juntas, archivo, gerencia, recursos humanos y dispondrá de aseos y vestuarios para los operarios.
- La planta baja y la planta primera están comunicadas por unas escaleras.

La nave es un edificio aislado, sin locales adosados, con fachadas en contacto con el exterior en todas sus direcciones.

Las superficies útiles de la nave industrial son las que se detallan a continuación:

- Planta baja:

Local	Superficie
Nave	588,55
Despacho jefe taller	20,02
Archivo	9,7
Recepción	68,25
Caja	8,14
Sala de espera	37,73
Sala de calderas	7,66
Silo de biomasa	10,90
Aseos	7,58
Aseos minusválidos	5,57

Tabla 4.1 Superficies útiles de la planta baja

- Planta primera:

Local	Superficie (m ²)
Administración	17,85
Secretaría	13,12
Archivo	9,01
Gerencia	23,42
Sala de juntas	21,65
Recursos Humanos	12,77
Vestuarios	33,94
Aseos	6,72

Tabla 4.2 Superficies útiles de la planta primera

El horario de apertura al público de la nave es de unas 8 horas diarias, en días laborables de lunes a viernes.

El número de trabajadores en la nave es de 11 personas.

5. BASES DE CÁLCULO

5.1. Datos de partida

A la hora de determinar el calor que debemos evacuar de nuestro edificio, debemos tener en cuenta las condiciones interiores y exteriores de éste. Hay que cuidar los saltos bruscos ya que pueden ser peligrosos para las personas que habitan en el edificio. En cuanto a las humedades, no debemos consumir demasiada energía para bajarla en verano y subirla en invierno, por eso en verano la humedad relativa no debe ser superior a 55%, mientras que en invierno no debe ser inferior al 30%.

En este apartado solo se describe superficialmente los parámetros más importantes que son comunes al cálculo de todas las instalaciones. Todos los demás parámetros utilizados en cada instalación en particular vienen detalladamente descritos en los anejos “Cálculo de solicitaciones térmicas” y “Cálculo de la transmitancia U de los cerramientos”.

5.2. Condiciones climatológicas exteriores

Los datos de condiciones climatológicas exteriores para los cálculos han sido tomados de acuerdo a la norma UNE 100014 y de la guía técnica “Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto” editada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Las condiciones exteriores dependen de la situación geográfica que estamos estudiando, altura sobre el nivel del mar, etc. En nuestro caso corresponde a la provincia de Málaga, y es la siguiente:

- Latitud: 36° 40' 00" Norte
- Longitud: 04° 29' 17" oeste
- Altitud: 7 metros sobre el nivel del mar

Las condiciones para el cálculo de refrigeración, para las 15 horas solares de un día del mes de julio, y que no han sido excedidas en más de un 90% de las horas totales de los meses de junio, julio, agosto y septiembre, son las siguientes:

- Temperatura exterior: 33,2°C
- Temperatura del terreno: 32,88°C

Las condiciones para el cálculo de calefacción, que cubren el 90% de las horas totales de los meses de diciembre, enero y febrero en la localidad de la obra son:

- Temperatura exterior: 5,8°C
- Temperatura del terreno: 6,3°C

5.3. Condiciones del interior de los locales

Tanto la temperatura como la humedad relativa que proporcionan condiciones de confort vienen definidas según la I.T.1.1.4.1.2 del RITE. Los valores tomados acorde a esta norma para los cálculos en el proyecto son:

Málaga	Verano	Invierno
Temperatura (°C)	24	21
Humedad relativa (%)	50	40

Tabla 5.1 Condiciones interiores

5.4. Datos de transmitancia U de los cerramientos

En este apartado se dan la composición de los distintos cerramientos de que se compondrá nuestra nave. Estos datos son de gran importancia para obtener de nuestro sistema de climatización un buen rendimiento. Así una vez conocidos estos elementos, calcularemos los Coeficientes de Transmisión Térmica de los cerramientos, U, utilizando la DB-HE1.

La transmitancia, representada por la letra mayúscula “U” y con unidades de $W/m^2 K$, es un valor que representa cuanta dificultad opone el cerramiento a ser atravesado por el flujo de calor.

La composición de los distintos cerramientos es la siguiente:

- Fachada:
 - Hormigón armado
 - Cámara de aire
 - Poliestireno expandido
 - Fábrica de ladrillo hueco sencillo
 - Enlucido de yeso
- Tabiques interiores:
 - Enlucido de yeso
 - Fábrica de ladrillo hueco doble
 - Enlucido de yeso
- Forjado piso oficinas:
 - Baldosa cerámica-porcelana
 - Mortero de cemento
 - Recrecido de gravilla
 - Fábrica de bloque de hormigón convencional
 - Enlucido de yeso
- Separación almacén-nave:
 - Mortero de cemento
 - Fábrica de bloque de hormigón convencional

- Poliestireno expandido
- Fábrica de ladrillo hueco doble
- Enlucido de yeso

Los coeficientes de transmisión térmica (U) calculados, para los cerramientos tratados son los siguientes:

Cerramiento	U (W/m ² K)
Fachada	0,6164
Tabiques interiores	1,2711
Forjado piso oficinas	2,1317
Separación almacén-nave	0,5667
Cubierta	0,490
Solera	1,920
Puerta de acceso a la nave	4,50
Puerta de entrada a la zona de oficinas	5,70
Puerta de "salida de emergencia"	5,70
Puertas aseos, oficinas, despachos	2,00
Puerta de la sala de calderas	5,70
Ventanas	3,50

Tabla 5.2 Coeficiente de transmisión térmica de los cerramientos

5.5. Cálculo de las solicitaciones Térmicas

5.5.1. Descripción de las partidas de las cargas térmicas

Como se mencionó anteriormente, una carga térmica es un tipo particular de transferencia de calor debida a algún hecho en concreto. Expuestas de forma esquemática, las cargas de calor consideradas en este proyecto son:

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos.
- Cargas de insolación a través de las ventanas.
- Cargas debidas al aire de renovación.
- Cargas debidas a la ocupación de personas.

- Cargas por iluminaria.
- Cargas por equipos informáticos.

Es necesario tener en cuenta todas estas cargas para el caso de verano, sin embargo, para invierno sólo es necesario considerar las cargas de transmisión y las de renovación, siendo ambas negativas (el calor escapa de la habitación).

5.5.2. Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Se da cuando existe una diferencia de temperatura entre el muro exterior y la temperatura ambiente fuera del edificio.

5.5.2.1. Factor de orientación

La situación del edificio es importante para la realización de los cálculos, ya que, durante el cálculo de la carga térmica de calefacción, se usa el coeficiente de orientación, que es un factor adimensional empleado para tener en cuenta la ausencia de radiación solar y la presencia de vientos dominantes sobre los muros.

5.5.3. Cargas de insolación a través de las ventanas

Se tiene en cuenta la energía que llega al local procedente de la radiación solar que atraviesa elementos transparentes a la radiación. Para el cálculo es necesario saber la orientación de la ventana, elegir una hora solar de cálculo y obtener la radiación solar unitaria R en Kcal/h m^2 .

5.5.4. Perdida de calor debido a la renovación de aire

Las cargas térmicas por aire exterior responden a la carga térmica que supone el calentamiento de este aire exterior hasta la temperatura ambiente del local.

En los locales acondicionados es necesario prever un cierto caudal de aire exterior para la regeneración del aire dentro del local. El volumen de aire de renovación varía principalmente con el número de ocupantes, su actividad, etc.

Para calcular el caudal mínimo de renovación de aire se ha seguido la IT.1.1.4.2.3 del RITE, la cual regula el caudal de renovación para edificios que no sean viviendas, hospitales o piscinas. El método elegido para el cálculo ha sido el método indirecto de caudal de aire exterior por persona en las oficinas y despachos, dónde hay ocupación permanente de personas y método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie para zonas de ocupación no permanente como archivos o vestuarios. Para recepción será

1 renovación/h, y para la nave 1,2 renovación/h. Los caudales de ventilación vienen agrupados en categorías en función de la calidad del aire interior que se desea conseguir.

La normativa IDA que clasifica a los edificios según su calidad de aire interior viene explicada en el anejo *“Cálculo de la Instalación de Ventilación”*.

5.5.5. Cargas debidas a la ocupación de personas

La ocupación y actividad desarrollada en el interior del edificio nos influirá a la hora del cálculo de las cargas, ya que el cuerpo humano desprende calor, tanto en forma latente como sensible. Por lo tanto, dependiendo de la actividad y número de personas que tengamos en los diferentes locales influirá más o menos a la hora de la climatización. El número de personas influye a la hora de introducir el aire de ventilación para que sea correcta. La actividad o trabajo que desarrolla el individuo generará mayor o menos aporte de calor al ambiente, que se ha de combatir con nuestros equipos de climatización.

5.5.6. Cargas por iluminaria

El nivel de iluminación promedio considerado en los espacios a climatizar es de 25 W/m². La nave industrial utiliza lámparas incandescentes, las cuales tienen un factor igual a la unidad.

5.5.7. Cargas por equipos informáticos

Los locales podrán disponer de diversos equipos como ordenadores, impresoras, etc. que aportarán cargas extras al edificio.

6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Las cargas térmicas se han calculado local a local, calculando por separado las de calefacción y las de refrigeración.

Los resultados se exponen a continuación, y los cálculos vienen explicados en el anejo *“Cálculo de las Cargas Térmicas”*.

Local	Superficie (m ²)	Carga térmica (W)	
		Verano	Invierno
Nave	588,55	51729,500	59098,488
Despacho jefe taller	20,02	2073,569	1129,300
Archivo	9,7	1434,544	1067,571
Recepción	68,25	5298,571	4305,211
Caja	8,14	1507,494	704,666
Sala de espera	37,73	3816,943	3583,454
Administración	17,85	2888,504	1205,612
Secretaría	13,12	1632,318	805,855
Archivo	9,01	662,518	634,270
Gerencia	23,42	2054,402	897,730
Sala de juntas	21,65	2696,952	2194,847
Recursos Humanos	12,77	1917,597	618,246
Vestuarios	33,94	2768,162	2676,046
		79930	78923

Tabla 6.1 Carga térmica de calefacción y refrigeración para toda la nave

7. ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN

Antes de elegir un sistema de calefacción para nuestro proyecto, exponemos los distintos tipos de sistemas de calefacción.

7.1. Clasificación de los sistemas de calefacción

Hay muchas formas de clasificar los sistemas de calefacción. Una forma puede ser la siguiente:

- Por el grado de concentración
- Según el tipo de energía

- En función del fluido portador de calor
- Por el tipo de aparato generador de calor

7.1.1. Por el grado de concentración

Por el grado de concentración puede ser:

- **Unitaria:** es aquella en la que el calor se emite desde un aparato que calienta total o parcialmente el recinto.
- **Individual:** la producción de calor se lleva a cabo por varios aparatos a diferentes locales pero que corresponden a una única unidad de consumo.
- **Centralizada o colectiva:** aquella que dispone de una fuente calorífica común para todo un edificio y mediante una instalación adecuada se reparte el calor por todas las dependencias y es transportado por medio de un fluido.
- **Urbana:** aquella en la que la central térmica se separa del edificio, ya que rebasa los límites del mismo, y es ubicada en sus proximidades, pero como edificación totalmente independiente de aquellas otras que habrían de recibir calor.

Desde el punto de vista general de un edificio, los sistemas colectivos son siempre mejores que los individuales; el sistema colectivo concentra toda la problemática y las servidumbres de los sistemas de calefacción en un solo punto, resolviendo su situación, disposición y funcionamiento de una forma más racional, para el propio edificio (situación de la caldera, evacuación de humos, distribución, etc.), mientras que en los sistemas individuales se reparte toda esa problemática en muchos puntos, con lo que se multiplican las dificultades, también se produce un uso de la energía mayor con menor aprovechamiento de los recursos energéticos.

El calentamiento del edificio con un sistema colectivo es uniforme y por igual, actuando como un único cuerpo caliente, mientras que los sistemas individuales, su calentamiento no es por igual. La utilización actual de los combustibles gaseosos, ha permitido la proliferación en los últimos años de los sistemas individuales, con la única ventaja por parte del usuario de poder utilizar su instalación de calefacción a su voluntad, pasando de ser una instalación de usos generales del edificio a ser una instalación individual privada para cada vivienda.

7.1.2. Según el tipo de energía

Según este criterio los sistemas se clasifican de la siguiente manera:

- **Calefacción termodinámica**

Este tipo de calefacción se centra en una bomba de calor. Consiste en un sistema de bombeo por energía, desde el exterior al interior del edificio a caldear, con una bomba (aire-aire) tomando la energía de un nivel térmico inferior (aire exterior) al utilizado en la calefacción interior del local a calefactar (aire interior).

El equipo consiste básicamente en un compresor (movido por un motor eléctrico) un condensador y un evaporador, constituyendo un equipo productor de frío con un líquido frigorífero que cambia el estado y que circula por la acción del compresor, desde el condensador al evaporador y viceversa.

- **Calefacción eléctrica:**

Corresponde a todos aquellos sistemas de calefacción que utilizan la disipación de la energía eléctrica mediante el efecto Joule como fuente de calor. Se conoce como efecto Joule el fenómeno de que una corriente eléctrica, al pasar por una resistencia, desprende calor. Se distinguen dos grandes sistemas: calefacción directa, mediante estufas, calentadores etc., y la calefacción por acumulación, mediante acumuladores.

- **Calefacción por energía solar:**

En esta clase de instalaciones se hace uso de la radiación electromagnética que procede del sol y que, mediante conversión foto térmica, se transforma en energía térmica que almacena un fluido (agua generalmente).

- **Calefacción convencional:**

Los sistemas de calefacción convencional son los que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico sólido, líquido o gaseoso. Es el tipo de calefacción más utilizado.

7.1.3. Según la fuente de energía empleada

- **Geotermia**

La energía térmica necesaria para realizar la climatización del lugar deseado se obtiene gracias a la inercia térmica del subsuelo. Se consigue obtener la energía mediante sondas de captación en un circuito cerrado, realizadas a unos 80-100 metros de profundidad. Gracias al calor latente bajo el subsuelo, las tuberías enterradas se mantienen a una temperatura constante a lo largo de todo el año. De este modo, se podría aprovechar la energía térmica existente.

- **Biomasa**

En este caso, la energía térmica requerida en el aporte de energía para la climatización se obtiene de una caldera, la cual, tiene como combustible biomasa. La biomasa puede ser de diferente tipo, ya sean astillas procedentes como residuo de la industria de la madera, desechos agrícolas como el hueso o cascara de algunos frutos, pellets fabricados para este fin o leña. De este modo, se produce la combustión de la biomasa y el calor producido en esta combustión es aprovechado como fuente de energía.

- **Gasóleo**

El gasóleo también puede funcionar como fuente de energía para la climatización. Funciona de un modo similar al empleado en la biomasa. Se hace combustionar el gasóleo para producir energía térmica, a fin de ser aprovechada para ser llevada al interior del local a climatizar.

- **Gas Natural**

Este combustible fósil es empleado de igual forma que el gasóleo, se aprovecha la energía térmica que produce su combustión.

- **Electricidad**

La electricidad es otra de las opciones como fuente de energía en una instalación de climatización. La energía térmica requerida se genera mediante unas resistencias eléctricas que calientan un sistema, normalmente un fluido, el cual transporta la energía al interior del habitáculo climatizado.

7.1.4. En función del fluido portador de calor

Según el tipo de fluido encargado de aportar el calor los sistemas se dividen en:

- **Calefacción por aire caliente**

En el campo industrial se utilizan generadores de aire caliente independientes, que impulsan el aire a lo largo y ancho de la nave, aunque a veces también se utiliza una red de distribución de conductos de aire.

En el campo de confort se trata el aire en un equipo que dispone de un intercambiador alimentado por agua o vapor, donde se calienta el aire. Este se distribuye por una red de conductos.

La calefacción por aire caliente es poco apropiada para el calentamiento de edificios de oficinas, ya que requiere una red de canalizaciones, larga, voluminosa y

compleja, que es por lo general cara y difícil de conseguir, por razones de espacio fundamentalmente.

Por el contrario, este tipo de calefacción tiene una gran aplicación en locales grandes (talleres, naves, auditorios, iglesias, etc.) obteniendo en estos casos un rápido calentamiento del local y un costo inicial relativamente bajo.

Las ventajas son:

- Corto periodo de encendido y puesta en marcha
- Apta para servicios discontinuos
- Regulación sencilla Ausencia de superficies de regulación
- Bajo costo inicial de calefacción

Los inconvenientes:

- Necesidad de gran volumen por la red de conductos
- Mayor complejidad del cálculo de la instalación
- Falta de uniformidad en el reparto de la temperatura
- Incidencia directa del aire, puede llegar a molestar

- **Calefacción por vapor**

La red de circulación lleva por las tuberías vapor de agua a presión generado en la caldera, hasta los elementos denominados intercambiadores, que por lo general son radiadores empleando un ventilador para acelerar la circulación y finalmente el agua condensada que resulta es devuelta de nuevo a la caldera en donde comenzará otra vez el ciclo.

Donde tiene una mayor aceptación es en instalaciones de locales de uso intermitente, logrando llegar rápidamente al ritmo normal de funcionamiento, tales como para escuelas, iglesias, talleres, etc.

Las ventajas son:

- Elevada entalpía que contiene el vapor de agua, resultando un fluido calorífico muy eficaz.
- Rápido aumento de la temperatura.
- Radiadores y tuberías más pequeños

Los inconvenientes:

- Mala regulación a nivel central (caldera), ya que es más fácil regular temperaturas que cantidades de calor.
- Alta temperatura de las superficies de calefacción, que puede influir en las condiciones higiénicas del local.
- Necesidad de mayor altura en sala de calderas.

- **Calefacción por agua**

Es el sistema más utilizado y preferido para edificios medianos, presentando como ventajas fundamentales su sencillez de funcionamiento, su gran seguridad y su fácil regulación térmica, mediante la variación de la temperatura de la caldera.

La disposición de la instalación establece dos sistemas diferenciados: instalación abierta e instalación cerrada.

La calefacción abierta es aquella en que la instalación está comunicada con la atmósfera, por su parte superior (depósito de expansión), alcanzando una temperatura máxima en el agua, de unos 90-95°C, admitiendo que en los retornos alcanza unos 70°C de temperatura media. Por el contrario, la instalación cerrada, es aquella en la que el agua no está en comunicación con la atmósfera. Puede alcanzar temperaturas por encima de los 100°C, y mantiene una determinada presión interior, teniendo un rendimiento térmico superior, denominándose calefacción por agua sobrecalentada. Para su funcionamiento precisa calderas presurizadas.

7.1.5. Por el tipo de aparato generador de calor

Por este concepto las instalaciones se clasifican en:

- **Instalaciones de radiadores**

Es, sin lugar a dudas, la superficie de calefacción más utilizada, aunque solamente emite un 20% aproximadamente de su calor por radiación y el resto básicamente por convección, por ello como mejor trabaja es aislado y libre. Su concepción es a base de elementos y columnas que definen su longitud y profundidad.

- **Instalaciones de convectores**

El convector cede todo su calor por convección al aire que se hace circular a través de sus superficies calientes (serpentes, placas, radiadores o tubos) dándole forma a su cubrición para canalizar el aire del local y hacerle pasar forzosamente a través

del foco de calor de una forma natural (convección natural) o forzada (convección forzada).

- **Instalación de fan-coils (ventilador y serpentín)**

El fan-coil es un serpentín formando un radiador (batería) por cuyo interior circula el agua de la calefacción, y lleva incorporado un ventilador eléctrico que fuerza a pasar el aire recirculado de la habitación a caldear a través del citado radiador o batería robándole su calor.

- **Instalaciones de aerotermos**

Estos emisores de calor, también denominados unitermos, consisten en una batería de tubos de cobre con aletas y un ventilador helicoidal colocado detrás de la batería, emitiendo una corriente de aire que se calienta al pasar por la batería, impulsándola a salir a través de unas persianas orientables en su frente, produciendo el movimiento del aire del local.

Los aerotermos emiten una gran cantidad de calor por unidad de volumen de aire, estando orientada su instalación al calentamiento industrial de naves y talleres. Tienen un fuerte nivel sonoro debido al ventilador y por ello no es idóneo para calefacciones de edificios de elevado confort.

- **Instalaciones de paneles radiantes**

Los paneles son placas huecas de muy poco espesor, por cuyo interior circula el fluido calefactor, presentando una gran superficie de cesión del calor por radiación, y también parte por convección del aire que circula entre las placas y la pared.

- **Instalaciones de tubos de aletas**

Los tubos de aletas son tubos de hierro fundido o de acero rodeados de unas aletas metálicas se sección disminuyente hacia el exterior, que se calientan en su contacto con el tubo y ceden calor al aire por convección y radiación. Se suelen combinar en una o varias filas y su utilización más corriente es en grandes locales.

Su mayor inconveniente es que precisan de una limpieza periódica, para evitar que las aletas queden atascadas con suciedades y el aire no circule bien entre ellas, bajando su rendimiento.

8. SOLUCIÓN ADOPTADA

El sistema está elegido en función de las características constructivas del edificio, de su uso y de su capacidad de adaptación a las necesidades térmicas y a la normativa vigente.

8.1. Descripción del sistema elegido

Dadas las características y uso de los locales, la instalación de climatización de la nave va a utilizar una caldera que emplea biomasa en forma de pellets de madera, pudiendo emplear huesos de aceitunas triturados, y de una máquina de absorción para producir agua fría mediante agua caliente proveniente de la caldera. Estos dos equipos van conectados mediante su propia red de tuberías a un depósito de inercia que mantiene agua almacenada a la temperatura deseada en cada época del año.

Por otra parte, desde el depósito de inercia sale otra red de tuberías que lleva el agua a cada fan coil y aerotermos, para que se produzca el intercambio de calor aire-agua aclimatando de esta manera la atmósfera del interior del local.

La biomasa se almacenará en un silo situados en un habitáculo contiguo a la sala de calderas, conectados con un tornillo sinfín flexible para la alimentación de la caldera.

Toda la distribución de tubería para transportar el fluido caloportador, en ese caso agua, se ejecuta en acero negro DIN-2440, unido mediante accesorios y soldadura. El agua será impulsada por las tuberías a través de tres bombas que estarán instaladas en la salida del depósito de inercia. Además, se colocará un vaso de expansión a la salida de la caldera, una bomba entre la caldera y la máquina de absorción para mantener una caudal constante en la época de refrigeración, además de filtros, antivibratorios, válvulas y demás elementos de seguridad e higiene. Este circuito se puede apreciar detallado en uno de los planos adjuntos al proyecto.

Para la regeneración del aire debemos prever un caudal de ventilación, que estará determinado por las dimensiones y por el número de ocupantes en el local. Se ha seguido la IT.1.1.4.2.3 del RITE, la cual regula el caudal de renovación para edificios que no sean viviendas, hospitales o piscinas. El caudal de aire que sea necesario para cada local de la nave viene adjunto en el anejo *“Cálculo de la Instalación de Ventilación”*.

La ventilación de los locales es generada por un recuperador de calor, ubicado en la cubierta. Impulsa aire exterior tratado y filtrado a los fan-coils, que están distribuidos por los diferentes locales. El aire viciado se extrae a través de rejillas ubicadas en los propios locales.

El aire de ventilación se distribuye a través de conductos rectangulares de aire hasta cada fan-coil. En estos conductos hay diferentes reguladores de caudal para garantizar los caudales de aporte de diseño. La extracción del aire viciado se lleva a cabo desde el propio local, mediante rejillas de retorno, hasta el recuperador de calor antes mencionado.

8.2. Instalación de fan coils y aerotermos

8.2.1. Objetivo de la instalación

Se diseña la instalación de Fan Coils y aerotermos con agua como refrigerante para mantener la temperatura de confort en el interior de las habitaciones compensando las cargas térmicas que aparecen tanto en verano como en invierno.

8.2.2. Centrales de producción de frío y calor

Como se ha comentado anteriormente, en la nave se emplea una caldera de biomasa, para la producción de agua caliente, y una máquina de absorción para la de agua fría. Estas dos máquinas se encuentran situadas en la sala de calderas, en la planta baja de la nave.

La caldera es de la marca GREENHEISS de biomasa, modelo GH-BI 225 Plus, y las características más importantes son:

Modelo	GREENHEISS, GH-BI 225
Pot. nominal alimentada/útil (Pellet de madera) KW	250/225
Pot. nominal alimentada/útil (Hueso de aceituna) KW	241/223
Rend. plena carga/parcial (Pellet de madera) %	85,1/84,9
Rend. plena carga/parcial (Hueso de aceituna) %	85/84
Tensión de trabajo (V)	380
Temperatura máxima de trabajo (°C)	90
Temperatura mínima de trabajo (°C)	50
Presión máxima de trabajo (bar)	3
Diámetro de conexiones ida/retorno	2 1/2" /2 1/2"
Potencia eléctrica instalada (KW)	2,81
Capacidad agua caldera (L)	580
Capacidad de tolva (Kg)	1385
Peso (Kg)	4,5

Tabla 8.1 Características de la caldera de biomasa

La máquina de absorción es de la marca THERMAX, serie COGNIE LT-3 y las características más importantes son:

Modelo		THERMAX,
Potencia nominal frigorífica (KW)		105
Circuito de agua refrigeración	Temperatura entrada/salida (°C)	12,2 / 6,7
	Caudal de agua (m³/h)	16,5
	Pérdida de carga (kPa)	31,4
	Medida de conexión (")	65 (2½)
Circuito de agua Enfriada	Temperatura entrada / salida (°C)	29,4/ 36,6
	Caudal de agua (m³/h)	30
	Pérdida de carga (kPa)	39,2
	Medida de conexión (")	80 (3)
Circuito de agua Calentada	Temperatura entrada / salida (°C)	90,6/85
	Caudal de agua (m³/h)	23,2
	Pérdida de carga (kPa)	31,4
	Medida de conexión (mm)	65
Datos eléctricos	Bomba de solución kW (A)	0,55 (1,7)
	Bomba de refrigerante kW (A)	0,3 (1,4)
	Bomba de vacío kW (A)	
	Consumo eléctrico total (kVA)	2,83
Dimensiones	Largo (L) (mm)	2.340
	Ancho (W) (mm)	1.230
	Alto (H) (mm)	2.020
Peso	Peso en transporte (kg)	2.500
	Peso en servicio (kg)	3.000

Tabla 8.2 Características de la máquina de absorción

8.2.3. Redes de distribución de agua

La red general y colectores se montará con tuberías de acero negro DIN-2440, unido mediante accesorios y soldadura. En función de los caudales obtenidos y de las pérdidas de carga (que serán inferiores a 40 mm.c.a en tramos rectos) se obtienen los diámetros de las tuberías a instalar y las velocidades del agua en estas tuberías, que no serán superiores a 2 m/s con el fin de mantener un nivel sonoro adecuado y una longevidad máxima de la instalación. Todo el dimensionado de la red de tuberías puede apreciarse en el anejo "Cálculo de la Instalación de fan-coils y aerotermos".

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 para un aislamiento mínimo con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 kcal/ (h m °C).

Se realizará el trazado de la red de tuberías a lo largo de la instalación, siendo una red para el caudal de impulsión y para el retorno tanto para agua fría como para agua caliente, por eso decimos que es una instalación a dos tubos.

Todos los circuitos de agua llevarán intercalados sus correspondientes filtros y están de acuerdo a los diámetros de las tuberías y conforme a la normativa vigente.

- Cálculo de la pérdida de carga:

Es la suma de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas secundarias. Las pérdidas por metro lineal se producen porque el agua circula generalmente en régimen turbulento, de forma que en los tramos rectos hay una pérdida de presión. Las pérdidas secundarias son las que se producen en los codos, curvas, estrechamientos y válvulas, que dependen de las características del elemento y de la velocidad del agua

8.2.4. Equipos fan coils en interior

Los fan-coils, o ventiloconvectores en español, son equipos que realizan un intercambio de calor entre el agua y el aire que los atraviesa. Descrito de manera simplista, se componen de una batería de tubos de agua (que es a lo que hace referencia la palabra inglesa “coil”) y de un ventilador que hace circular el aire a través de ella (que es el “fan”). En cuanto al funcionamiento, por la batería circula el agua procedente de la caldera o la máquina de absorción situados en la sala de calderas que será caliente o fría según la necesidad del momento, y que gracias a la disposición de la batería cede o recibe el calor del aire que circula por ella. Posteriormente se introduce el aire en la habitación climatizando ésta.

Se van a colocar fan-coils de tipo cassette de dos tubos, de la marca CARRIER. El tamaño y el número de fan-coils por local depende de las necesidades de cada local y se va a colocar lo siguiente:

Local	Modelo fan-coil	Uds	Prestaciones calor unidad(W)	Q _c (l/h)	Prestaciones frío unidad (W)	Q _f (l/h)
Despacho jefe taller	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Archivo	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Recepción	42GW 008	2	8480	648	8000	1375,68
Caja	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Sala de espera	42GW 004	2	7060	648	4800	825,408
Administración	42GW 008	1	4240	324	4000	687,840
Secretaría	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Archivo	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Gerencia	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Sala de juntas	42GW 008	1	4240	324	4000	687,840
Recursos Humanos	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Vestuarios	42GW 008	1	4240	324	4000	687,840

Tabla 8.3 Modelos de los fan-coils elegidos según habitación

8.2.5. Equipos aerotermos en interior

Para el taller mecánico se instalarán aerotermos en vez de fan-coils, puesto que tiene dimensiones muy grandes, los aerotermos son la mejor opción para superficies grandes. Utilizaremos aerotermos de la marca COOLWELL de techo para combatir las cargas de invierno y verano y alcanzar así las condiciones de confort deseadas.

Obtenemos los siguientes resultados de la elección de los aerotermos:

Local	Modelo Aerotermo	Uds.	Prestaciones calor unidad (W)	Q _c (l/h)	Prestaciones frío unidad (W)	Q _f (l/h)
Nave	93EF68	3	35400	1521,85	25000	4299

Tabla 8.4 Modelo de los aerotermos elegidos para el taller mecánico

8.2.6. Equipos de bombeo

El grupo de bombeo es el encargado de hacer circular el fluido por la red de tuberías. Cada parte de la red de tuberías tiene su propio grupo. Tres bombas estarán colocadas entre el depósito de inercia y las unidades terminales (fan-coils y aerotermos), y la cuarta bomba será de circulación entre la máquina de absorción y la caldera de biomasa. Todo su cálculo viene detallado en el anejo “Instalación de Fan Coils y Aerotermos”.

Las bombas elegidas son las siguientes:

Circuito	Modelo
Circuito planta baja	EBARA, modelo LPS 25/15 de 2,96 m.c.a
Circuito planta primera	EBARA, modelo LPS 25/15 de 2,89 m.c.a
Circuito taller mecánico	EBARA, modelo LPS 40/40 de 4,35 m.c.a
Circuito caldera-máquina de absorción	EBARA, modelo ETHERMA-E FLEX 6-95

Tabla 8.5 Modelos de bombas hidráulicas seleccionadas

8.3. Instalación de renovación de aire

8.3.1. Objetivo de la instalación

El objetivo de la instalación es, poco a poco y de forma continua, expulsar el aire del interior del local e introducir aire fresco del exterior. Gracias a esto, evitamos ambientes viciados, malos olores y mantenemos unas condiciones de confort en el interior.

8.3.2. Descripción de la instalación

8.3.2.1. Instalación de renovación de aire para oficinas y despachos

Desde el recuperador de calor, la impulsión del aire se realizará en baja velocidad, mediante conductos rectangulares contruidos en fibra de vidrio. Estos conductos serán de diferentes tamaños según las necesidades, y discurrirán por los lugares indicados en los planos adjuntos a este proyecto.

La instalación consta de dos tipos de conductos:

- Impulsión: los conductos de impulsión llevan aire del climatizador hasta los fancoils.
- Retorno: los conductos de retorno extraen aire usado desde los locales que estamos climatizando mediante rejillas.

El cálculo de tamaños de conductos, tanto en impulsión como de retorno, se ha basado en las condiciones de velocidad y pérdida de carga exigidas en la Norma UNE 100-102-88. Las velocidades de aire en los conductos serán inferiores de 6 m/s para evitar ruidos. En los conductos de impulsión y retorno más importantes, se colocarán reguladores de caudal constante para asegurar el caudal de diseño. También se colocarán compuertas cortafuego, una al inicio del circuito de impulsión y otra al inicio del de retorno.

8.3.2.2. Instalación de renovación de aire para taller mecánico

La renovación de aire para el taller mecánico será natural a través del portón basculante manual del taller mecánico.

Para la extracción del aire se utilizará aireador estático instalado en la cubierta de la nave de la marca TECZONE, serie G-500 fabricados en chapa de acero de alta calidad, con un caudal de extracción de 5014,45 m³/h.

8.3.1. *Parámetros de la instalación*

El método elegido para el cálculo ha sido el método indirecto de caudal de aire exterior por persona en las oficinas y despachos, dónde hay ocupación permanente de personas y método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie para zonas de ocupación no permanente como archivos o vestuarios. Para recepción será 1 renovación/h, y para la nave 1,2 renovación/h. Los caudales de ventilación vienen agrupados en categorías en función de la calidad del aire interior que se desea conseguir.

CATEGORÍA	TIPO DE EDIFICIO
IDA 1: Aire de óptima calidad	Hospitales Clínicas Laboratorios Guarderías
IDA 2: Aire de buena calidad	Oficinas Residencias de ancianos Residencias de estudiantes Locales comunes de hoteles y similares Salas de lectura Museos Salas de tribunales Aulas de enseñanza y asimilables Piscinas
IDA 3: Aire de calida media	Edificios comerciales Cines y teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías y bares Salas de fiestas Gimnasios Locales para deporte (salvo piscinas) Salas de ordenadores
IDA 4: Aire de calidad baja	No citados anteriormente

Tabla 8.6 Calidades del Aire de Renovación

Considero apropiado englobar a mi nave en la categoría IDA 2 junto con un edificio de oficinas o una residencia de ancianos, y para tal categoría se toma un valor de flujo de renovación de 12.5 l/s por persona para ocupación permanente, y en la categoría IDA 3 para ocupación no permanente con un valor de 0,55 l/s por m².

Los caudales de renovación obtenidos para cada habitación dependiendo de la actividad que se realice y el número de personas son los siguientes:

Local	Caudal (m ³ /h)
Nave	5014,45
Despacho jefe taller	45
Archivo	19,21
Recepción	211,58
Caja	45
Sala de espera	270
Administración	90
Secretaría	45
Archivo	17,84
Gerencia	45
Sala de juntas	270
Recursos Humanos	45
Vestuarios	67,20

Tabla 8.7 Caudal de renovación de aire para cada local

Según la IT 1.1.4.2.4 del RITE, el aire exterior de ventilación se introducirá debidamente filtrado en los edificios. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la siguiente tabla:

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3	F7+GF(*)+F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

Tabla 8.8 Clases de filtración de aire

La calidad del aire exterior donde se encuentra este edificio es de ODA 1, aire puro que se ensucia sólo temporalmente. Entonces la clase de filtración es F8.

Se tiene en cuenta la IT 1.3.4.3 que consta la protección contra incendios. Se cumplirá la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que sea de aplicación a la instalación térmica. Por eso se instala a la altura de los falsos techos una compuerta cortafuegos una al inicio del conducto de impulsión y otro al inicio del conducto de retorno de la marca TROX, serie FKA-3.8, para que en caso de incendio se detecte el humo y se cierre la compuerta impidiendo la circulación del humo por todas las plantas

Se utilizará un recuperador de calor de la marca SODECA, RIS-H 1900S, que cubre un caudal máximo de 2030 m³/h y una presión estática de 40 mm.c.a y estará colocado en la cubierta conectado a los conductos de impulsión y extracción. El recuperador estará incorporado con el filtro F8 en la impulsión.

Para el retorno del aire, se utilizan rejillas de la marca KOOLAIR, de la serie 20.2 y de tipo 20-45H. Están hechas de aluminio, con aletas fijas a 45°. El tamaño depende de la habitación, su distribución viene detallada en el anejo “Cálculo de la instalación de renovación de aire”.

Todos los detalles de cálculo vienen explicados en el anejo “Cálculo de la instalación de renovación de aire”.

8.3.2. Red de conductos de los aseos

Los conductos de extracción de aire de los aseos tienen que ser separados de los conductos de extracción de la nave según la normativa. Estos conductos estarán conectados a una caja de extracción de aire para conductos, con bajo nivel sonoro. El extractor debe ser capaz de extraer un caudal de aire por hora 10 veces superior al volumen del baño.

Se instalará dos cajas de extracción al final de cada conducto principal que llevarán el aire hasta el exterior, distribuidos de la siguiente manera:

Plantas	Modelo
Planta baja	SODECA, serie SV-125/H
Planta primera	SODECA, serie SVE/PLUS-125/H

Tabla 8.9 Modelos de extractores de aire de los aseos

Cada uno de los WC tendrá en el techo una boca de ventilación circulares de la marca TROX, que llevan incorporado un disco central que permite equilibrar el caudal de aire, los cuales se adaptarán a los conductos mediante tolvas concéntricas.

Para la salida del aire al exterior, se colocará dos rejillas de intemperie de la marca TROX, modelo Serie WG-AL, con marco y lamas en perfiles de aluminio.

Todos los detalles de cálculo vienen explicados en el anejo “Cálculo de la instalación de renovación de aire”.

9. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones objeto del presente Proyecto se han diseñado y ejecutado teniendo especialmente en cuenta las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) RD 238/2013.

A continuación, se hace referencia a los puntos más relevantes que tienen que ver con el presente proyecto ya que se han tenido muy presentes en diseño y dimensionado de la instalación.

9.1. Según la IT.1.1.4.1 de RITE. Exigencia de calidad térmica del ambiente.

Las temperaturas y humedades relativas de cálculo y diseño están de acuerdo con lo expuesto en esta instrucción. Se establecen unos valores de temperatura operativa y humedad relativa para unas condiciones estándar.

Estación	Temperatura Operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23 ... 25	45 ... 60
Invierno	21 ... 23	40 ... 50

Tabla 9.1 Condiciones interiores

9.2. Según la IT.1.1.4.2 de RITE. Exigencia de calidad de aire interior

La nave dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevados contaminantes.

Se establecen categorías de calidad de aire interior en función del uso de los edificios, en nuestro caso (edificio oficinas, residencia):

- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias, sala de lecturas, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, salones de acto, cafeterías.

Para calcular el aire mínimo de ventilación se ha optado por el método indirecto de caudal de aire exterior por persona para ocupación permanente (oficinas y despachos) y el método indirecto de caudal de aire exterior por superficie para ocupación no permanente (archivos, aseos) y en la que el caudal será el siguiente:

- Categoría: IDA 2-----12,5 l/s persona
- Categoría: IDA 3-----0,55 l/s m²

El aire exterior se introducirá debidamente filtrado según el nivel de calidad, que en nuestro caso:

- ODA 1: aire puro que puede contener partículas sólidas de forma temporal.

Así pues, la clase de filtración será en función de la calidad del aire exterior (ODA), y de la calidad del aire interior requerida (IDA). En nuestro caso

- ODA 1, IDA 2-----F8

Los aparatos de recuperación de calor deben siempre estar protegidos con una sección de filtros de la clase F6 o más elevada.

9.3. Según la IT. 1.1.4.3 de RITE. Exigencia de higiene.

El agua de aportación que se emplee para la humectación o el enfriamiento adiabático deberá tener calidad sanitaria (IT 1.1.4.3.3).

Las redes de conductos están equipadas de aperturas de servicio para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

Los elementos instalados en una red de conductos son desmontables y tienen una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto que permiten las operaciones de mantenimiento.

Los falsos techos tienen registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos. (IT 1.1.4.3.4).

9.4. Según la IT.1.2.4.2 de RITE. Redes de tuberías y conductos.

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire disponen de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia que transportan y para evitar condensaciones. (IT 1.2.4.2.2).

9.5. Según la IT 1.2.4.3 de RITE. Control.

Todas las instalaciones térmicas están dotadas de un sistema de control automático para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica. (IT 1.2.4.3.1)

Los sistemas de ventilación y climatización se han diseñado para controlar el ambiente interior, desde el punto de vista de la calidad del aire interior (IT 1.2.4.3.3).

9.6. Según la IT.1.2.4.4 de RITE. Contabilización de consumos.

La instalación térmica dispone de dispositivos que permiten efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica ya que nuestra potencia nominal es de más de 70 KW, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

Los generadores de calor y frío disponen de un dispositivo que permite registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

9.7. Según la IT.1.2.4.5 de RITE. Recuperación de energía.

El sistema de climatización está diseñado para recuperar energía del aire expulsado mediante un recuperador aire/aire.

10. CONCLUSIÓN

Con lo reflejado en esta memoria y en los demás documentos, se considera que la instalación objeto de proyecto ha quedado convenientemente definida. No obstante, someto a juicio al tribunal correspondiente para toda aquella ampliación, aclaración y/o modificación que estimen pertinente.

11. BIBLIOGRAFÍA

Carrier. Manual de Aire Acondicionado. Ed. 2009.

Fontanals. Cálculo de conductos de aire. Ed. CEAC, 1997.

Conocimientos técnicos de climatización: Ed. Ceysa, 2007.

Martí i Casals. Instalaciones de calefacción. Editorial UOC. 2003

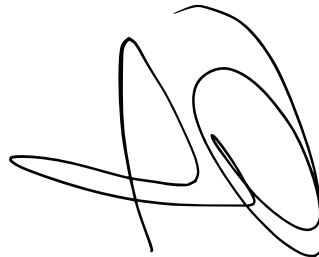
Código Técnico de la Edificación en sus Documentos Básicos:

- SI Seguridad en caso de incendio.
- HS Salubridad.
- HR Protección frente al ruido.
- HE Ahorro de Energía.
- HE Ahorro de Energía.

12. PRESUPUESTO

El presupuesto del presente proyecto, incluido el IVA, asciende a la cantidad de CIENTO SESENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS SESENTA Y UNO Euros Y Veinte Céntimos (166.561,20 €)

Linares, Jaén, febrero de 2019

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, representing the name Abdellah Taib Chabbar.

Abdellah Taib, Chabbar

ANEXOS

Índice de los Anexos

1. Anejo 1: Cálculo de Solicitaciones Térmicas	40
2. Anejo 2: Cálculo de la Instalación de Renovación de Aire	108
3. Anejo 3: Cálculo de la Instalación de Fan Coils y Aerotermos	126
4. Anejo 4: Plan de Seguridad y Salud	156

Anejo 1

Cálculos de Solicitaciones Térmicas

Índice del Anejo: Cálculo de Solicitaciones Térmicas

1. BASES DE CÁLCULO	43
1.1. Datos de partida.....	43
1.2. Condiciones exteriores	43
1.3. Condiciones del interior de los locales	44
1.4. Descripción del edificio	44
1.5. Régimen de utilización.....	44
2. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES TÉRMICOS “U” DE LOS CERRAMIENTOS ..	44
2.1. Características de los cerramientos	44
2.2. Calidad de los cerramientos	44
2.2.1. Cerramientos con el exterior: fachada.....	46
2.2.2. Tabiques interiores	46
2.2.3. Forjado piso oficinas	47
2.2.4. Separación almacén-nave	47
2.2.5. Cubierta.....	48
2.2.6. Solera	48
2.2.7. Puertas exteriores	48
2.2.8. Puertas interiores	49
2.2.9. Ventanas	49
3. CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES TÉRMICAS.....	49
3.1. Descripción de las partidas de las cargas térmicas.....	49
3.2. Carga térmica de calefacción (invierno).....	50
3.3. Cálculo de cargas térmicas de calefacción	52
3.3.1. Planta Baja	52
3.3.1.1. Nave (Taller Mecánico)	52
3.3.1.2. Despacho Jefe de Taller	53
3.3.1.3. Archivo.....	54
3.3.1.4. Recepción.....	55
3.3.1.5. Caja	57
3.3.1.6. Sala de Espera	58
3.3.2. Planta Primera	59
3.3.2.1. Administración.....	59
3.3.2.2. Secretaría	61

3.3.2.3. Archivo	62
3.3.2.4. Gerencia	63
3.3.2.5. Sala de juntas	64
3.3.2.6. Recursos Humanos	66
3.3.2.7. Vestuarios	67
3.3.3. Resumen carga térmica de calefacción	68
3.4. Carga térmica de refrigeración (verano)	69
3.5. Cálculo de cargas térmicas de refrigeración	72
3.5.1. Planta Baja	72
3.5.1.1. Nave (Taller Mecánico)	72
3.5.1.2. Despacho Jefe de Taller	75
3.5.1.3. Archivo	78
3.5.1.4. Recepción	80
3.5.1.5. Caja	83
3.5.1.6. Sala de Espera	86
3.5.2. Planta Primera	89
3.5.2.1. Administración	89
3.5.2.2. Secretaría	92
3.5.2.3. Archivo	95
3.5.2.4. Gerencia	97
3.5.2.5. Sala de juntas	100
3.5.2.6. Recursos Humanos	102
3.5.2.7. Vestuarios	105
3.5.3. Resumen carga térmica de refrigeración	107

1. BASES DE CÁLCULO

1.1. Datos de partida

A la hora de determinar el calor que debemos evacuar de nuestro edificio, debemos tener en cuenta las condiciones interiores y exteriores de éste. Hay que cuidar los saltos bruscos ya que pueden ser peligrosos para las personas que habitan en el edificio. En cuanto a las humedades, no debemos consumir demasiada energía para bajarla en verano y subirla en invierno, por eso en verano la humedad relativa no debe ser superior a 55%, mientras que en invierno no debe ser inferior al 30%.

1.2. Condiciones exteriores

Las condiciones exteriores de cálculo se fijarán según la ITE 03.3, que nos remite a las tablas climáticas de la norma UNE 100001-85 sobre condiciones para proyectos.

La elección de las condiciones exteriores se hará en base al criterio de niveles percentiles como se indica en la norma ITE 02.3. Para la elección de los niveles percentiles aplicaremos las indicaciones de la norma 100014-84. Las condiciones exteriores dependen de la situación geográfica que estamos estudiando, altura sobre el nivel del mar, etc. En nuestro caso corresponde a la provincia de Málaga, y es la siguiente:

- Latitud: 36° 40' 00" Norte
- Longitud: 04° 29' 17" oeste
- Altitud: 7 metros sobre el nivel del mar.

Las condiciones para el cálculo de refrigeración, para las 15 horas solares de un día del mes de julio, y que no han sido excedidas en más de un 90% de las horas totales de los meses de junio, julio, agosto y septiembre, son las siguientes:

- Temperatura exterior: 33,2°C
- Temperatura de locales no climatizados: 28°C
- Temperatura del terreno: 32,88°C

Las condiciones para el cálculo de calefacción, que cubren el 90% de las horas totales de los meses de diciembre, enero y febrero en la localidad de la obra son:

- Temperatura exterior: 5,8°C
- Temperatura de locales no climatizados: 8°C
- Temperatura del terreno: 6,3°C

1.3. Condiciones del interior de los locales

Málaga	Verano	Invierno
Temperatura (°C)	24	21
Humedad relativa (%)	50	40

Tabla 1.1

Tanto la temperatura como la humedad relativa que proporcionan condiciones de confort vienen definidas según la I.T.1.1.4.1.2 del RITE. Los valores tomados acorde a esta norma para los cálculos en el proyecto son:

1.4. Descripción del edificio

Se trata de una nave rectangular, que consta de planta baja y de planta primera. La superficie total construida es de 1000 m².

1.5. Régimen de utilización

Al tratarse de una nave industrial, el régimen de utilización será continuo, con climatización durante todo el año en la planta primera (donde se encuentran las oficinas y los despachos), y en la planta baja (nave industrial y despachos)

2. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES TÉRMICOS “U” DE LOS CERRAMIENTOS

2.1. Características de los cerramientos

Definiremos cerramientos como los objetos físicos y materiales que utilizaremos para evitar el flujo de energía desde un foco caliente a un foco frío, debido a una diferencia de temperaturas.

Para el cálculo de los Coeficientes de Transmisión Térmica de los cerramientos, U, utilizaremos la actual DB-HE 1.

2.2. Calidad de los cerramientos

El coeficiente de transmisión térmica “U” nos cuantifica el comportamiento térmico del edificio y su ajuste de aislamiento térmico que vamos a utilizar. La expresión a utilizar para el cálculo de los coeficientes de transmisión tanto para un cerramiento de caras

planoparalelas, formado por un material homogéneo, como para un cerramiento formado por una serie de láminas planoparalelas de materiales diferentes es:

$$U = 1/R_T \quad (1)$$

Donde R_T es la resistencia térmica total del componente constructivo; se mide en m^2K/W .

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n +. \quad (2)$$

Donde:

- R_{si} : Resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio ($m^2 K/W$).
- R_{se} : Resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio ($m^2 K/W$).
- $R_1, R_2 \dots R_n$: Resistencias térmicas de cada capa que viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (3)$$

Donde:

- e : espesor de la capa (m)
- λ : conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos. Se mide en
- $W/m K$.

2.2.1. Cerramientos con el exterior: fachada

Cerramientos con el exterior (Fachada)	λ (W/m K)	e (m)	$R = e/\lambda$ (m ² K/W)
R_{si}	-	-	0,1300
Hormigón armado	2,300	0,20	0,0870
Cámara de aire	0,170	0,02	0,1176
Poliestireno expandido	0,038	0,04	1,0526
Fábrica de ladrillo hueco sencillo	0,444	0,07	0,1577
Enlucido de yeso	0,400	0,015	0,0375
R_{se}	-	-	0,0400
			$R_T = 1,6224$

Tabla 2.1

$$U = 1/R_T = 1/1,6224 = 0,6164$$

$$U = 0,6164 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.2.2. Tabiques interiores

Tabiques Interiores	λ (W/m K)	e (m)	$R = e/\lambda$ (m ² K/W)
R_{si}	-	-	0,1300
Enlucido de yeso	0,400	0,20	0,0500
Fábrica de ladrillo hueco doble	0,375	0,16	0,4267
Enlucido de yeso	0,400	0,02	0,0500
R_{se}	-	-	0,1300
			$R_T = 0,7867$

Tabla 2.2

$$U = 1/R_T = 1/0,7867 = 1,2711$$

$$U = 1,2711 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.2.3. Forjado piso oficinas

Forjado Piso Oficinas	λ (W/m K)	e (m)	R= e/ λ (m ² K/W)
R_{si}	-	-	0,100
Baldosa cerámica-porcelana	1,300	0,015	0,0115
Mortero de cemento	1,300	0,03	0,0231
Recrecido de gravilla	0,810	0,03	0,0370
Fábrica de bloque de hormigón convencional	0,909	0,2	0,2200
Enlucido de yeso	0,400	0,015	0,0375
R_{se}	-	-	0,0400
			$R_T = 0,4691$

Tabla 2.3

$$U = 1/R_T = 1/0,4691 = 2,1317$$

$$U = 2,1317 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.2.4. Separación almacén-nave

Separación Almacén - Nave	λ (W/m K)	e (m)	R= e/ λ (m ² K/W)
R_{si}	-	-	0,1300
Mortero de cemento	1,300	0,01	0,0077
Fábrica de bloque de hormigón convencional	0,909	0,20	0,2200
Poliestireno expandido	0,038	0,04	1,0526
Fabrica de ladrillo hueco doble	0,375	0,07	0,1867
Enlucido de yeso	0,400	0,015	0,0375
R_{se}	-	-	0,1300
			$R_T = 1,7645$

Tabla 2.4

$$U = 1/R_T = 1/1,7645 = 0,5667$$

$$U = 0,5667 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.2.5. Cubierta

Panel metálico tipo sándwich de chapa de acero galvanizada. Aislamiento de espuma de poliuretano de 35mm.

$$U = 0,490 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.2.6. Solera

La composición de la solera es: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Hormigón en masa: 20 cm.} \\ \text{Fibras plásticas: 25 cm.} \\ \text{Encachado de grava: 15cm.} \end{array} \right.$

$$U = 1,920 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.2.7. Puertas exteriores

- Puerta de acceso a la nave

La puerta de acceso a la nave será metálica de vidrio con acristalamiento doble con cámara de 6 mm en 30 a 70%.

$$U = 4,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

- Puerta de entrada a la zona de oficinas

La puerta de entrada a las oficinas, situada en la fachada frontal, será una puerta abatibles metálica y opaca.

$$U = 5,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

- Puertas de “salida de emergencia”

Las puertas de salida de emergencia serán metálicas opacas.

$$U = 5,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.2.8. Puertas interiores

Hay de dos tipos:

- Puertas de acceso a aseos, oficinas, despachos...

Serán puertas de madera y opacas.

$$U = 2,00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

- Puertas de acceso a la sala de calderas

Será puertas metálicas y opacas

$$U = 5,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.2.9. Ventanas

Las ventanas de la nave son de acristalamiento doble, su espesor nominal de la cámara de aire de 12 mm y carpintería metálica.

$$U = 3,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

3. CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES TÉRMICAS

3.1. Descripción de las partidas de las cargas térmicas

Como se mencionó anteriormente, una carga térmica es un tipo particular de transferencia de calor debida a algún hecho en concreto. Expuestas de forma esquemática, las cargas de calor consideradas en este proyecto son:

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos.
- Cargas de insolación a través de las ventanas.
- Cargas debidas al aire de renovación.
- Cargas debidas a la ocupación de personas.
- Cargas por iluminaria.
- Cargas por equipos informáticos.

Es necesario tener en cuenta todas estas cargas para el caso de verano, sin embargo, para invierno sólo es necesario considerar las cargas de transmisión y las de renovación, siendo ambas negativas (el calor escapa de la habitación).

3.2. Carga térmica de calefacción (invierno)

Para estimar la carga térmica de calefacción de un edificio es preciso tener en cuenta los siguientes puntos:

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Se da cuando existe una diferencia de temperatura entre el muro exterior y la temperatura ambiente fuera del edificio.

La carga térmica por transmisión viene dada por:

$$Q_T = S \cdot U \cdot Co \cdot (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}}) \quad (4)$$

Donde:

- Q_T : carga térmica por transmisión (W)
- S: superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas (m²)
- U: coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (W / m² °C)
- Co: coeficiente de orientación del cerramiento
- T_{interior} : temperatura proyectada en el local calefactado (°C)
- T_{exterior} : temperatura del exterior o local no calefactado (°C)

Factor de orientación

El coeficiente de orientación es un factor adimensional empleado para tener en cuenta la ausencia de radiación solar y la presencia de vientos dominantes sobre los muros, en función de su orientación. En los muros de separación con otros locales o en los cerramientos no verticales no se tiene en cuenta. Habitualmente se emplean los siguientes valores para los coeficientes de orientación:

- Norte: 1,2
 - Noreste: 1,1
 - Este: 1,10
 - Sureste: 1,5
 - Sur: 1,00
 - Suroeste: 1,5
 - Oeste: 1,1
 - Noroeste: 1,15
-
- Cargas debidas al aire de renovación

Las cargas térmicas por aire exterior responden a la carga térmica que supone el calentamiento de este aire exterior hasta la temperatura ambiente del local.

En los locales acondicionados es necesario prever un cierto caudal de aire exterior para la regeneración del aire dentro del local. El volumen de aire de renovación varía principalmente con el número de ocupantes, su actividad, etc.

La carga térmica por entrada de aire exterior viene dada por:

$$Q_A = V \cdot C_e \cdot \delta \cdot (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}}) \quad (5)$$

Donde:

- Q_A : carga térmica por renovación de aire (kcal/h)
- V : caudal de aire aportado (m^3/h)
- C_e : calor específico del aire (kcal/kg °C)
- δ : densidad del aire (kg/m^3)
- T_{interior} : temperatura proyectada en el local calefactado (°C)
- T_{exterior} : temperatura del exterior o local no calefactado (°C)

El calor específico del aire es 0,24 kcal/kg °C, y la densidad del aire (a 10 °C) es de 1,24 kg/m³. Por tanto:

$$C_e \cdot \delta = 0,24 \cdot 1,24 = 0,2976 \text{ kcal/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

3.3. Cálculo de cargas térmicas de calefacción

3.3.1. Planta Baja

3.3.1.1. Nave (Taller Mecánico)

- Tipo de local: Nave de producción
- Superficie: 588,55 m²
- Ocupación: 3 personas
- Ventilación: 1671,48 m³/ h persona * 3 personas = 5014,45 m³/ h
- Temperatura exterior: 5,8°C
- Temperatura interior: 21°C
- Temperatura local no climatizado: 8°C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2°C
- Temperatura suelo: 6,3°C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Fachada exterior Noroeste	93	0,6164	1,15	15,2	1002,044
Fachada exterior Suroeste	34,41	0,6164	1,5	15,2	483,595
Fachada exterior Sureste	88,04	0,6164	1,5	15,2	1237,307
Solera	588,55	1,920	-	14,7	16611,235
Cubierta	588,55	0,490	-	15,2	4383,520
Separación nave-oficinas	55,46	0,5667	-	0	0
Puertas de acceso a la nave	31,15	4,500	1,5	15,2	3195,99
Puertas de oficinas	3,91	2,000	-	0	0
Puerta de "salida de	3,36	5,700	1,5	15,2	436,665

Tabla 3.1

Transmisión nave: 27350,358 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
5014,45	0,2976	15,2	22682,965	26375,541

Tabla 3.2

Ventilación nave: 26375,541 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	53725,899 W
Factor de seguridad 10%	5372,590 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	59098,488 W

3.3.1.2. Despacho Jefe de Taller

- Tipo de local: oficina
- Superficie: 20,02 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³/ (h · persona) * 1 persona = 45 m³/ h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _t (W)
Solera	20,02	1,920	-	14,7	565,044
Forjado piso oficinas	20,02	2,1317	-	0	0
Separación nave-oficinas	10,73	0,5667	-	0	0
Puerta de oficina	1,95	2,000	-	0	0
Puerta de oficina corredera	3,13	2,000	-	0	0
Tabique interior	9,58	1,2711	-	0	0
Tabique interior	13,61	1,2711	-	13	224,896
Tabique interior	9,36	1,2711	-	0	0

Tabla 3.3

Transmisión despacho jefe de taller: 789,940 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	15,2	203,558	236,696

Tabla 3.4

Ventilación despacho jefe de taller: 236,696 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	1026,636 W
Factor de seguridad 10%	102,664 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	1129,300 W

3.3.1.3. Archivo

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 9,7 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 1,98 m³/ (h · m²) * 9,7 m² = 19,21 m³/h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	9,7	1,920	-	14,7	273,772
Forjado piso oficinas	9,7	2,1317	-	13	268,807
Separación nave-oficinas	6,6	0,5667	-	0	0
Fachada exterior Sureste	15,5	0,6164	1,5	15,2	217,835
Tabique interior	9,52	1,2711	-	0	0
Tabique interior	6,6	1,2711	-	13	109,060

Tabla 3.5

Transmisión archivo: 869,476 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
19,21	0,2976	15,2	86,897	101,043

Tabla 3.6

Ventilación archivo: 101,043 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	970,519 W
Factor de seguridad 10%	97,052 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	1067,571 W

3.3.1.4. Recepción

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 68,25 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 211,58 m³ / (h · persona) * 1 persona = 211,58 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3°C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	68,25	1,920	-	14,7	1926,288
Forjado piso oficinas	68,25	2,1317	-	0	0
Separación nave-oficinas	14,29	0,5667	-	0	0
Fachada exterior Noreste	15,84	0,6164	1,1	15,2	163,250
Tabique interior	11,72	1,2711	-	0	0
Tabique interior	10,35	1,2711	-	13	171,026
Tabique interior	13,18	1,2711	-	0	0
Puerta de oficina	3,91	2,000	-	0	0
Puerta de oficina corredera	3,13	2,000	-	0	0
Puerta de "salida de	5,67	5,700	1,1	15,2	540,373
Ventana oficina	2,4	3,500	-	0	0

Tabla 3.7

Transmisión recepción: 2800,937 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
211,58	0,2976	15,2	957,086	1112,891

Tabla 3.8

Ventilación recepción: 1112,891

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	3913,828 W
Factor de seguridad 10%	391,383 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	4305,211 W

3.3.1.5. Caja

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 8,14 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 1 persona = 45 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	8,14	1,920	-	14,7	229,743
Forjado piso oficinas	8,14	2,1317	-	0	0
Separación nave-oficinas	5,49	0,5667	-	0	0
Tabique interior	12,25	1,2711	-	0	0
Tabique interior	3,26	1,2711	-	0	0
Tabique interior	10,54	1,2711	-	13	174,166
Puerta de oficina	1,95	2,000	-	0	0
Ventana oficina	2,4	3,500	-	0	0

Tabla 3.9

Transmisión caja: 403,909 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	15,2	203,558	236,696

Tabla 3.10

Ventilación caja: 236,696 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	640,605 W
Factor de seguridad 10%	64,061 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	704,666 W

3.3.1.6. Sala de Espera

- Tipo de local: Sala de espera
- Superficie: 37,73 m²
- Ocupación: 6 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 6 persona = 270 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3°C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	37,73	1,920	-	14,7	1064,891
Forjado piso oficinas	37,73	2,1317	-	0	0
Fachada exterior Noroeste	23,62	0,6164	1,15	15,2	254,498
Fachada exterior Noreste	18,41	0,6164	1,1	15,2	189,737
Tabique interior	3,26	1,2711	-	0	0
Tabique interior	5,08	1,2711	-	13	83,943
Tabique interior	8,09	1,2711	-	13	133,681
Puerta de aseos	4,26	2,000	-	13	110,76

Tabla 3.11

Transmisión sala de espera: 1837,51 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
270	0,2976	15,2	1221,350	1420,175

Tabla 3.12

Ventilación sala de espera: 1420,175 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL 3257,685 W

Factor de seguridad 10% 325,769 W

CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL 3583,454 W

3.3.2. Planta Primera

3.3.2.1. Administración

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 17,85 m²
- Ocupación: 2 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 2 personas = 90 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	17,85	0,490	-	15,2	132,946
Forjado piso oficinas	17,85	2,1317	-	0	0
Tabique interior	8,9	1,2711	-	13	147,066
Tabique interior	14,66	1,2711	-	13	242,246
Tabique interior	8,9	1,2711	-	0	0
Puertas de oficina	3,86	2,000	-	13	100,36
Separación nave-oficinas	20,54	0,5667	-	0	0

Tabla 3.13

Transmisión administración: 622,619 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
90	0,2976	15,2	407,117	473,392

Tabla 3.14

Ventilación administración: 473,392 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	1096,011 W
Factor de seguridad 10%	109,601 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	1205,612 W

3.3.2.2. Secretaría

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 13,12 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 1 persona = 45 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	13,12	0,490	-	15,2	97,718
Forjado piso oficinas	13,12	2,1317	-	0	0
Tabique interior	8,9	1,2711	-	0	0
Tabique interior	12,16	1,2711	-	13	200,935
Tabique interior	8,9	1,2711	-	13	147,066
Puerta de oficina	1,93	2,000	-	13	50,180
Separación nave-oficinas	15,10	0,5667	-	0	0

Tabla 3.15

Transmisión secretaría: 495,900 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	15,2	203,558	236,696

Tabla 3.16

Ventilación secretaría: 236,696 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	732,596 W
Factor de seguridad 10%	73,260 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	805,855 W

3.3.2.3. Archivo

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 9,01 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 1,98 m³/ (h · m²) * 9,01 m² = 17,84 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	9,01	0,490	-	15,2	67,106
Forjado piso oficinas	9,01	2,1317	-	0	0
Tabique interior	10,72	1,2711	-	13	177,140
Tabique interior	5,66	1,2711	-	13	93,528
Tabique interior	10,72	1,2711	-	0	0
Puerta de oficina	1,93	2,000	-	13	50,180
Fachada exterior Noroeste	8,8	0,6164	1,15	15,2	94,817

Tabla 3.17

Transmisión archivo: 482,772 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal	C _e · δ	ΔT	Q _A	Q _A
17,84	0,2976	15,2	80,700	93,837

Tabla 3.18

Ventilación archivo: 93,837 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	576,609 W
Factor de seguridad 10%	57,661 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	634,270 W

3.3.2.4. Gerencia

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 23,42 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 1 persona = 45 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	23,42	0,490	-	15,2	174,432
Forjado piso oficinas	23,42	2,1317	-	0	0
Tabique interior	11,62	1,2711	-	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	-	0	0
Tabique interior	1,06	1,2711	-	13	17,516
Fachada exterior Noroeste	16	0,6164	1,15	15,2	172,395
Fachada exterior Noreste	16	0,6164	1,1	15,2	164,899
Puerta de oficina	1,93	2,000	-	13	50,180

Tabla 3.19

Transmisión gerencia: 579,422 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	$C_e \cdot \delta$ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q_A (Kcal/h)	Q_A (W)
45	0,2976	15,2	203,558	236,696

Tabla 3.20

Ventilación gerencia: 236,696 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	816,118 W
Factor de seguridad 10%	81,612 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	897,730 W

3.3.2.5. Sala de juntas

- Tipo de local: Sala de reuniones
- Superficie: 21,65 m²
- Ocupación: 6 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 6 personas = 270 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	21,65	0,490	-	15,2	161,249
Forjado piso oficinas	21,65	2,1317	-	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	-	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	-	0	0
Tabique interior	12	1,2711	-	13	198,292
Fachada exterior Noreste	16	0,6164	1,1	15,2	164,899
Puerta de oficina	1,95	2,000	-	13	50,700

Tabla 3.21

Transmisión sala de juntas: 575,140 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal	C _e · δ	ΔT	Q _A	Q _A
270	0,2976	15,2	1221,350	1420,175

Tabla 3.22

Ventilación sala de juntas: 1420,175 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	1995,315 W
Factor de seguridad 10%	199,532 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	2194,847 W

3.3.2.6. Recursos Humanos

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 12,77 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 1 persona = 45 m³ /h
- Temperatura exterior: 5,8 °C
- Temperatura interior: 21 °C
- Temperatura local no climatizado: 8 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
- Temperatura suelo: 6,3 °C

- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	12,77	0,490	-	15,2	95,111
Forjado piso oficinas	12,77	2,1317	-	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	-	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	-	0	0
Tabique interior	5,57	1,2711	-	13	92,040
Fachada exterior Noreste	8,54	0,6164	1,1	15,2	88,015
Puerta de oficina	1,93	2,000	-	13	50,180

Tabla 3.23

Transmisión recursos humanos: 325,346 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	15,2	203,558	236,696

Tabla 3.24

Ventilación recursos humanos: 236,696 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	562,042 W
Factor de seguridad 10%	56,204 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	618,246 W

3.3.2.7. Vestuarios

- Tipo de local: Servicios
 - Superficie: 33,94 m²
 - Ocupación: 3 persona
 - Ventilación: $1,98 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2) \cdot 33,94 \text{ m}^2 = 67,2 \text{ m}^3 / \text{h}$
 - Temperatura exterior: 5,8 °C
 - Temperatura interior: 21 °C
 - Temperatura local no climatizado: 8 °C
 - Diferencia de temperatura con el exterior: 15,2 °C
 - Temperatura suelo: 6,3 °C
- Cargas de transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	C _o	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	33,94	0,490	-	15,2	252,785
Forjado piso oficinas	33,94	2,1317	-	13	940,549
Tabique interior	15,36	1,2711	-	0	0
Tabique interior	22,62	1,2711	-	13	373,780
Fachada exterior Sureste	16	0,6164	1,5	15,2	224,863
Fachada exterior Noreste	23,01	0,6164	1,1	15,2	237,146
Puerta de oficina	1,93	2,000	-	13	50,180

Tabla 3.25

Transmisión vestuarios: 2079,303 W

- Cargas debidas al aire de renovación

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
67,2	0,2976	15,2	303,981	353,466

Tabla 3.26

Ventilación vestuarios: 353,466 W

CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN PARCIAL	2432,769 W
Factor de seguridad 10%	243,277 W
CARGA TERMICA DE CALEFACCION TOTAL	2676,046 W

3.3.3. Resumen carga térmica de calefacción

- CARGA TÉRMICA DE CALEFACCION TOTAL PLANTA BAJA: **69,89 KW**

Local	Superficie (m ²)	Carga térmica (W)
Nave	588,55	59098,488
Despacho jefe taller	20,02	1129,300
Archivo	9,7	1067,571
Recepción	68,25	4305,211
Caja	8,14	704,666
Sala de espera	37,73	3583,454

Suma= 69888,690 W

Tabla 3.27

- CARGA TÉRMICA DE CALEFACCION TOTAL PLANTA PRIMERA: **9,033 KW**

Local	Superficie (m ²)	Carga térmica (W)
Administración	17,85	1205,612
Secretaría	13,12	805,855
Archivo	9,01	634,270
Gerencia	23,42	897,730
Sala de juntas	21,65	2194,847
Recursos Humanos	12,77	618,246
Vestuarios	33,94	2676,046

Suma= 9032,606 W

Tabla 3.28

- CARGA TÉRMICA DE CALEFACCION TOTAL: **78,923 KW**

3.4. Carga térmica de refrigeración (verano)

Se trata de calcular la carga de refrigeración del edificio. El cálculo de las cargas debe hacerse para cada local individualmente.

La carga térmica es el calor por unidad de tiempo que por diferentes conceptos entra o se genera en un local cuando se mantiene una temperatura inferior a la del exterior y una humedad diferente. En la época de demanda de frío se prevé la existencia de cargas térmicas sensibles, debidas a la diferencia de temperatura y a la radiación térmica, y cargas latentes, debidas a la aportación de humedad al aire.

⇒ Carga sensible

- Cargas de insolación a través de las ventanas

Se tiene en cuenta la energía que llega al local procedente de la radiación solar que atraviesa elementos transparentes a la radiación. Para el cálculo es necesario saber la orientación de la ventana, elegir una hora solar de cálculo y obtener la radiación solar unitaria R en Kcal/h m². Se calcula:

$$Q = S \cdot R \cdot f \quad (7)$$

Donde:

- Q: carga térmica por radiación solar (kcal/h)
- S: superficie traslucida expuesta a la radiación (m²)
- R: radiación solar que atraviesa un vidrio sencillo (kcal/h m²)
- f: factor de corrección de la radiación en función del tipo de vidrio, efecto de sombras, etc.

En nuestro caso no lo tendremos en cuenta porque las únicas ventanas que tiene la nave se encuentran en los aseos y el pasillo, y estos locales no van a ser climatizados.

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

La carga térmica por transmisión a través de cerramientos traslucidos no se corrige en función de la orientación dado que la radiación solar se cuantifica como carga aparte. Se obtiene como:

$$Q = S \cdot U \cdot (T_{\text{exterior}} - T_{\text{interior}}) \quad (8)$$

- Q: carga térmica por transmisión (kcal/h)
- S: superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas (m²)
- U: coeficiente de transmisión térmica del muro (kcal/h m² °C)
- T_{interior} : temperatura proyectada en el local calefactado (°C)
- T_{exterior} : temperatura del exterior (°C)

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

Las personas que ocupan un local generan calor sensible debido a que su temperatura es mayor (unos 37 °C) que la del local, y calor latente debido al sudor. Estos dos calores serán mayores o menores dependiendo de su actividad. Cuando se refiere a las personas que ocupan el local debe hacerse la ocupación media, y no la que pueda haber en un momento determinado.

- Calor generado por la iluminación del local

El alumbrado constituye una fuente de calor sensible. Este calor se emite por radiación, convección y conducción. Un porcentaje del calor emitido por radiación es absorbido por los materiales que rodean el local pudiendo también producirse estratificación del calor emitido por convección.

Para nuestro caso se hará una estimación de cargas térmicas debidas al alumbrado de 25 W/m². El calor se calcula como:

$$Q = S \cdot 25 \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (9)$$

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_A = V_v \cdot C_e \cdot \delta \cdot (T_{\text{exterior}} - T_{\text{interior}}) \quad (10)$$

Donde:

- Q_A : carga térmica por renovación de aire (Kcal/h)
- V_v : caudal volumétrico de ventilación (m^3/h)
- C_e : calor específico del aire (Kcal/kg °C)
- δ : densidad del aire (kg/m^3)
- T_{interior} : temperatura proyectada en el local climatizado (°C)
- T_{exterior} : temperatura del exterior (°C)

El calor específico del aire es 0,24 Kcal/kg °C, y la densidad del aire (a 10°C) es de 1,24 kg/m^3 . Por tanto:

$$C_e \cdot \delta = 0,24 \cdot 1,24 = 0,2976 \text{ kcal}/\text{m}^3 \text{ °C} \quad (11)$$

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

En nuestro caso, los únicos equipos que emitirán calor serán ordenadores e impresoras. Las potencias térmicas que disiparán estos equipos son las siguientes:

- Ordenadores: 300 W
- Impresoras: 400 W
- Cafetera pequeña: 290 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

Es el calor radiado por las personas. Para calcularlo, basta multiplicar la ocupación media por el valor que se obtiene de la tabla según la actividad desarrollada.

3.5. Cálculo de cargas térmicas de refrigeración

3.5.1. Planta Baja

3.5.1.1. Nave (Taller Mecánico)

- Tipo de local: Nave de producción
- Superficie: 588,55 m²
- Ocupación: 3 personas
- Ventilación: 1671,48 m³/h persona * 3 personas = 5014,45 m³/h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Fachada exterior Noroeste	93	0,6164	9,2	527,392
Fachada exterior Suroeste	34,41	0,6164	9,2	195,135
Fachada exterior Sureste	88,04	0,6164	9,2	499,264
Solera	588,55	1,920	8,9	10057,142
Cubierta	588,55	0,490	9,2	2653,183
Separación nave-oficinas	55,46	0,5667	0	0
Puertas de acceso a la nave	31,15	4,500	9,2	1289,610
Puertas de oficinas	3,91	2,000	0	0
Puerta de "salida de emergencia"	3,36	5,700	9,2	176,198

Tabla 3.29

Transmisión nave: 15397,925 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	$C_e \cdot \delta$ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q_A (Kcal/h)	Q_A (W)
5014,45	0,2976	9,2	13729,163	15964,143

Tabla 3.30

Ventilación nave: 15964,143 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 588,55 = 14713,75 \text{ W}$$

Iluminación nave: 14713,750 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 70 W/persona.

$$Q = 70 \text{ W/persona} \cdot 3 \text{ personas} = 210 \text{ W}$$

Ocupación nave: 210,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de ordenadores: 2

$$Q = 300 \text{ W/ordenador} \cdot 2 \text{ ordenadores} = 600 \text{ W}$$

Máquinas nave: 600,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL: 46885,818 W

Factor de seguridad 10%: 4688,582 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL: 51574,400 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor latente es de 47 W/persona.

$$Q = 47 \text{ W/persona} * 3 \text{ persona} = 141 \text{ W}$$

Ocupación nave: 141,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL:	141,000 W
Factor de seguridad 10%:	14,100 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	155,100 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	51729,500 W
-----------------------------	--------------------

3.5.1.2. Despacho Jefe de Taller

- Tipo de local: oficina
- Superficie: 20,02 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³/ (h · persona) * 1 persona = 45 m³/ h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	20,02	1,920	8,9	342,102
Forjado piso oficinas	20,02	2,1317	0	0
Separación nave-oficinas	10,73	0,5667	0	0
Puerta de oficina	1,95	2,000	0	0
Puerta de oficina corredera	3,13	2,000	0	0
Tabique interior	9,58	1,2711	0	0
Tabique interior	13,61	1,2711	4	69,199
Tabique interior	9,36	1,2711	0	0

Tabla 3.31

Transmisión despacho jefe de taller: 411,300 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	9,2	123,2064	143,263

Tabla 3.32

Ventilación despacho jefe de taller: 143,263 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 20,02 = 500,5 \text{ W}$$

Iluminación despacho jefe de taller: 500,500 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ personas} = 71 \text{ W}$$

Ocupación despacho jefe de taller: 71,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de ordenadores: 1

$$Q = 300 \text{ W/ordenador} \cdot 1 \text{ ordenador} + 400 \text{ W/impresora} \cdot 1 \text{ impresora} = 700 \text{ W}$$

Máquinas despacho jefe de taller: 700,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	1825,063 W
Factor de seguridad 10%	182,506 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	2007,569 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} * 1 \text{ persona} = 60 \text{ W}$$

Ocupación despacho jefe de taller: 60,000

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	60,000 W
Factor de seguridad 10%	6,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	66,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	2073,569 W
-----------------------------	-------------------

3.5.1.3. Archivo

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 9,7 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: $1,98 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2) \cdot 9,7 \text{ m}^2 = 19,21 \text{ m}^3/\text{h}$
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	9,7	1,920	8,9	273,772
Forjado piso oficinas	9,7	2,1317	4	268,807
Separación nave-oficinas	6,6	0,5667	0	0
Fachada exterior Sureste	15,5	0,6164	9,2	217,835
Tabique interior	9,52	1,2711	0	0
Tabique interior	6,6	1,2711	4	109,060

Tabla 3.33

Transmisión archivo: 869,474 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
19,21	0,2976	9,2	52,595	61,157

Tabla 3.34

Ventilación archivo: 61,157 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 9,7 = 242,5 \text{ W}$$

Iluminación archivo: 242,500 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ personas} = 71 \text{ W}$$

Ocupación archivo: 71,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	1244,131 W
Factor de seguridad 10%	124,413 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	1368,544 W

⇒ **CARGA LATENTE**

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ persona} = 60 \text{ W}$$

Ocupación archivo: 60,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	60,000 W
Factor de seguridad 10%	6,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	66,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	1434,544 W
-----------------------------	-------------------

3.5.1.4. Recepción

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 68,25 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 211,58 m³ / (h · persona) * 1 persona = 211,58 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	68,25	1,920	8,9	1166,256
Forjado piso oficinas	68,25	2,1317	0	0
Separación nave-oficinas	14,29	0,5667	0	0
Fachada exterior Noreste	15,84	0,6164	9,2	89,827
Tabique interior	11,72	1,2711	0	0
Tabique interior	10,35	1,2711	4	52,624
Tabique interior	13,18	1,2711	0	0
Puerta de oficina	3,91	2,000	0	0
Puerta de oficina corredera	3,13	2,000	0	0
Puerta de "salida de emergencia"	5,67	5,700	9,2	297,335
Ventana oficina	2,4	3,500	0	0

Tabla 3.35

Transmisión recepción: 1606,041 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	$C_e \cdot \delta$ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q_A (Kcal/h)	Q_A (W)
211,58	0,2976	9,2	579,289	673,592

Tabla 3.36

Ventilación recepción: 673,592 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 68,25 = 1706,25 \text{ W}$$

Iluminación recepción: 1706,250 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ personas} = 71 \text{ W}$$

Ocupación recepción: 71,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de ordenadores: 1

$$Q = 300 \text{ W/ordenador} \cdot 1 \text{ ordenador} + 400 \text{ W/impresora} \cdot 1 \text{ impresora} = 700 \text{ W}$$

Máquinas recepción: 700,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	4756,883 W
Factor de seguridad 10%	475,688 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	5232,571 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} * 1 \text{ persona} = 60 \text{ W}$$

Ocupación recepción: 60,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	60,000 W
Factor de seguridad 10%	6,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	66,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	5298,571 W
-----------------------------	-------------------

3.5.1.5. Caja

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 8,14 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 1 persona = 45 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	8,14	1,920	8,9	139,096
Forjado piso oficinas	8,14	2,1317	0	0
Separación nave-oficinas	5,49	0,5667	0	0
Tabique interior	12,25	1,2711	0	0
Tabique interior	3,26	1,2711	0	0
Tabique interior	10,54	1,2711	4	53,590
Puerta de oficina	1,95	2,000	0	0
Ventana oficina	2,4	3,500	0	0

Tabla 3.37

Transmisión caja: 192,686 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	9,2	123,206	143,263

Tabla 3.38

Ventilación caja: 143,263 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 8,14 = 203,5 \text{ W}$$

Iluminación caja: 203,500 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ personas} = 71 \text{ W}$$

Ocupación caja: 71,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de ordenadores: 1

$$Q = 300 \text{ W/ordenador} \cdot 1 \text{ ordenador} + 400 \text{ W/impresora} \cdot 1 \text{ impresora} = 700 \text{ W}$$

Máquinas caja: 700,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	1310,449 W
Factor de seguridad 10%	131,045 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	1441,494 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ persona} = 60 \text{ W}$$

Ocupación caja: 60,000

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	60,000 W
Factor de seguridad 10%:	6,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL:	66,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	1507,494 W
-----------------------------	-------------------

3.5.1.6. Sala de Espera

- Tipo de local: Sala de espera
- Superficie: 37,73 m²
- Ocupación: 6 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 6 persona = 270 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Solera	37,73	1,920	8,9	644,730
Forjado piso oficinas	37,73	2,1317	0	0
Fachada exterior Noroeste	23,62	0,6164	9,2	133,946
Fachada exterior Noreste	18,41	0,6164	9,2	104,401
Tabique interior	3,26	1,2711	0	0
Tabique interior	5,08	1,2711	4	25,829
Tabique interior	8,09	1,2711	4	41,133
Puerta de aseos	4,26	2,000	4	34,080

Tabla 3.39

Transmisión sala de espera: 984,119 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
270	0,2976	9,2	739,238	859,580

Tabla 3.40

Ventilación sala de espera: 859,580

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 37,73 = 943,25 \text{ W}$$

Iluminación sala de espera: 943,250 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 3 \text{ personas} = 213 \text{ W}$$

Ocupación sala de espera: 213,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de cafeteras: 1

$$Q = 290 \text{ W/cafétera} \cdot 1 \text{ cafetera} = 290 \text{ W}$$

Máquinas sala de espera: 290 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	3289,948 W
---------------------------------	------------

Factor de seguridad 10%:	328,995 W
--------------------------	-----------

CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	3618,943 W
--------------------------------------	-------------------

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} \cdot 3 \text{ persona} = 180 \text{ W}$$

Ocupación sala de espera: 180,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	180,000 W
Factor de seguridad 10%:	18,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	198,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	3816,943 W
-----------------------------	-------------------

3.5.2. Planta Primera

3.5.2.1. Administración

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 17,85 m²
- Ocupación: 2 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 2 personas = 90 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	17,85	0,490	9,2	80,468
Forjado piso oficinas	17,85	2,1317	0	0
Tabique interior	8,9	1,2711	4	45,251
Tabique interior	14,66	1,2711	4	74,537
Tabique interior	8,9	1,2711	0	0
Puertas de oficina	3,86	2,000	4	30,880
Separación nave-oficinas	20,54	0,5667	0	0

Tabla 3.41

Transmisión administración: 231,136 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
90	0,2976	9,2	246,413	286,527

Tabla 3.42

Ventilación administración: 286,527 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 17,85 = 446,25 \text{ W}$$

Iluminación administración: 446,250 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 2 \text{ personas} = 142 \text{ W}$$

Ocupación administración: 142,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de ordenadores: 2

Nº de impresoras: 2

$$Q = 300 \text{ W/ordenador} \cdot 2 \text{ ordenador} + 400 \text{ W/impresora} \cdot 2 \text{ impresora} = 1400 \text{ W}$$

Máquinas administración: 1400,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	2505,913 W
Factor de seguridad 10%:	250,591 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	2756,504 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} * 2 \text{ persona} = 120 \text{ W}$$

Ocupación administración: 120,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	120,000 W
Factor de seguridad 10%:	12,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	132,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	2888,504 W
-----------------------------	-------------------

3.5.2.2. Secretaría

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 13,12 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 1 persona = 45 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	13,12	0,490	9,2	59,145
Forjado piso oficinas	13,12	2,1317	0	0
Tabique interior	8,9	1,2711	0	0
Tabique interior	12,16	1,2711	4	61,826
Tabique interior	8,9	1,2711	4	45,251
Puerta de oficina	1,93	2,000	4	15,440
Separación nave-oficinas	15,10	0,5667	0	0

Tabla 3.43

Transmisión secretaría: 181,662 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	9,2	123,206	143,263

Tabla 3.44

Ventilación secretaría: 143,263 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 13,12 = 328 \text{ W}$$

Iluminación secretaría: 328,000 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ personas} = 71 \text{ W}$$

Ocupación secretaría: 71,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de ordenadores: 1

Nº de impresoras: 1

$$Q = 300 \text{ W/ordenador} \cdot 1 \text{ ordenador} + 400 \text{ W/impresora} \cdot 1 \text{ impresora} = 700 \text{ W}$$

Máquinas secretaría: 700,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	1423,926 W
Factor de seguridad 10%	142,393 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	1566,318 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona

$$Q = 60 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ persona} = 60 \text{ W}$$

Ocupación secretaría: 120,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	60,000 W
Factor de seguridad 10%:	6,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL:	66,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	1632,318 W
-----------------------------	-------------------

3.5.2.3. Archivo

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 9,01 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 1,98 m³/ (h · m²) * 9,01 m² = 17,84 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	9,01	0,490	9,2	40,617
Forjado piso oficinas	9,01	2,1317	0	0
Tabique interior	10,72	1,2711	4	54,505
Tabique interior	5,66	1,2711	4	28,778
Tabique interior	10,72	1,2711	0	0
Puerta de oficina	1,93	2,000	4	15,440
Fachada exterior Noroeste	8,8	0,6164	9,2	49,904

Tabla 3.45

Transmisión archivo: 189,243 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
17,84	0,2976	9,2	48,844	56,796

Tabla 3.46

Ventilación archivo: 56,796 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 9,01 = 225,25 \text{ W}$$

Iluminación archivo: 225,250 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ personas} = 71 \text{ W}$$

Ocupación archivo: 71,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	542,289 W
Factor de seguridad 10%	54,229 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	596,518 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ persona} = 60 \text{ W}$$

Ocupación archivo: 120,000

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	60,000 W
Factor de seguridad 10%:	6,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL:	66,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	662,518 W
-----------------------------	------------------

3.5.2.4. Gerencia

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 23,42 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 1 persona = 45 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	23,42	0,490	9,2	105,577
Forjado piso oficinas	23,42	2,1317	0	0
Tabique interior	11,62	1,2711	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	0	0
Tabique interior	1,06	1,2711	4	5,389
Fachada exterior Noroeste	16	0,6164	9,2	90,734
Fachada exterior Noreste	16	0,6164	9,2	90,734
Puerta de oficina	1,93	2,000	4	15,440

Tabla 3.47

Transmisión gerencia: 307,875 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	9,2	123,206	143,263

Tabla 3.48

Ventilación gerencia: 143,263 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 23,42 = 585,5 \text{ W}$$

Iluminación gerencia: 585,500 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ personas} = 71 \text{ W}$$

Ocupación gerencia: 71,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de ordenadores:

Nº de impresoras: 1

$$Q = 300 \text{ W/ordenador} \cdot 1 \text{ ordenador} + 400 \text{ W/impresora} \cdot 1 \text{ impresora} = 700 \text{ W}$$

Máquinas gerencia: 700,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	1807,638 W
Factor de seguridad 10%	180,764 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	1988,402 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ persona} = 60 \text{ W}$$

Ocupación gerencia: 120,000

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	60,000 W
Factor de seguridad 10%:	6,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL:	66,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	2054,402 W
-----------------------------	-------------------

3.5.2.5. Sala de juntas

- Tipo de local: Sala de reuniones
- Superficie: 21,65 m²
- Ocupación: 6 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 6 personas = 270 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	21,65	0,490	9,2	97,598
Forjado piso oficinas	21,65	2,1317	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	0	0
Tabique interior	12	1,2711	4	61,013
Fachada exterior Noreste	16	0,6164	9,2	90,734
Puerta de oficina	1,95	2,000	4	15,600

Tabla 3.49

Transmisión sala de juntas: 264,945 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
270	0,2976	9,2	739,238	859,580

Tabla 3.50

Ventilación sala de juntas: 859,580 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 21,65 = 541,25 \text{ W}$$

Iluminación sala de juntas: 541,250

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 6 \text{ personas} = 426 \text{ W}$$

Ocupación sala de juntas: 426,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	2091,775 W
Factor de seguridad 10%:	209,177 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	2300,952 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} \cdot 6 \text{ persona} = 360 \text{ W}$$

Ocupación sala de juntas: 360,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	360,000 W
Factor de seguridad 10%	36,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	396,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	2696,952 W
-----------------------------	-------------------

3.5.2.6. Recursos Humanos

- Tipo de local: Oficina
- Superficie: 12,77 m²
- Ocupación: 1 persona
- Ventilación: 45 m³ / (h · persona) * 1 persona = 45 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	12,77	0,490	9,2	57,567
Forjado piso oficinas	12,77	2,1317	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	0	0
Tabique interior	15,36	1,2711	0	0
Tabique interior	5,57	1,2711	4	28,320
Fachada exterior Noreste	8,54	0,6164	9,2	48,429
Puerta de oficina	1,93	2,000	4	15,440

Tabla 3.51

Transmisión recursos humanos: 149,757 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
45	0,2976	9,2	123,206	143,263

Tabla 3.52

Ventilación recursos humanos: 143,263 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 12,77 = 319,25 \text{ W}$$

Iluminación recursos humanos: 319,250 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 71 W/persona.

$$Q = 71 \text{ W/persona} \cdot 1 \text{ personas} = 71 \text{ W}$$

Ocupación recursos humanos: 71,000 W

- Calor generado por las máquinas presentes en el local

Nº de ordenadores: 1

Nº de impresoras: 1

$$Q = 300 \text{ W/ordenador} \cdot 1 \text{ ordenador} + 400 \text{ W/impresora} \cdot 1 \text{ impresora} = 700 \text{ W}$$

Máquinas recursos humanos: 700,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	1383,270 W
Factor de seguridad 10%	138,327 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	1521,597 W

⇒ Carga latente

- Calor latente generado por las personas que ocupan el local

En las oficinas, a 24°C, el calor latente es de 60 W/persona.

$$Q = 60 \text{ W/persona} * 1 \text{ persona} = 60 \text{ W}$$

Ocupación recursos humanos: 120,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	60,000 W
Factor de seguridad 10%	6,000 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	66,000 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	1917,597 W
-----------------------------	-------------------

3.5.2.7. Vestuarios

- Tipo de local: Servicios
- Superficie: 33,94 m²
- Ocupación: 3 persona
- Ventilación: 1,98 m³ / (h · m²) * 33,94 m² = 67,2 m³ /h
- Temperatura exterior: 33,2 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Temperatura local no climatizado: 28 °C
- Diferencia de temperatura con el exterior: 9,2 °C
- Temperatura suelo: 32,88°C

⇒ Carga sensible

- Calor debido a la transmisión a través de los cerramientos

Descripción cerramientos	S (m ²)	U (W/m ² °C)	ΔT (°C)	Q _T (W)
Cubierta	33,94	0,490	9,2	153,002
Forjado piso oficinas	33,94	2,1317	4	289,400
Tabique interior	15,36	1,2711	0	0
Tabique interior	22,62	1,2711	4	115,009
Fachada exterior Sureste	16	0,6164	9,2	90,734
Fachada exterior Noreste	23,01	0,6164	9,2	130,487
Puerta de oficina	1,93	2,000	4	15,440

Tabla 3.53

Transmisión vestuarios: 794,071 W

- Calor sensible procedente de renovación de aire

Caudal (m ³ /h)	C _e · δ (Kcal / m ³ °C)	ΔT (°C)	Q _A (Kcal/h)	Q _A (W)
67,2	0,2976	9,2	183,988	213,940

Tabla 3.54

Ventilación vestuarios: 213,940 W

- Calor generado por la iluminación del local

$$Q = 25 \text{ W/m}^2 \cdot S = 25 \cdot 33,94 = 848,5 \text{ W}$$

Iluminación vestuarios: 848,500 W

- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

En la nave, a 24°C, el calor sensible es de 86 W/persona.

$$Q = 86 \text{ W/persona} \cdot 3 \text{ personas} = 258 \text{ W}$$

Ocupación vestuarios: 258,000 W

CARGA SENSIBLE EFECTIVA PARCIAL	2114,511 W
Factor de seguridad 10%	211,451 W
CARGA SENSIBLE EFECTIVA TOTAL	2325,962 W

⇒ Carga latente

- *Calor latente generado por las personas que ocupan el local*

En los vestuarios, a 24°C, el calor latente es de 134 W/persona.

$$Q = 134 \text{ W/persona} \cdot 3 \text{ persona} = 402 \text{ W}$$

Ocupación vestuarios: 402,000 W

CARGA LATENTE EFECTIVA PARCIAL	402,000 W
Factor de seguridad 10%	40,200 W
CARGA LATENTE EFECTIVA TOTAL	442,200 W

CARGA EFECTIVA TOTAL	2768,162 W
-----------------------------	-------------------

3.5.3. Resumen carga térmica de refrigeración

- CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACION TOTAL PLANTA BAJA: **65,31 KW**

Local	Superficie (m ²)	Carga térmica (W)
Nave	588,55	51729,500
Despacho jefe taller	20,02	2073,569
Archivo	9,7	1434,544
Recepción	68,25	5298,571
Caja	8,14	1507,494
Sala de espera	37,73	3816,943

Tabla 3.55

Suma= 65311,111 W

- CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACION TOTAL PLANTA PRIMERA: **14,620KW**

Local	Superficie (m ²)	Carga térmica (W)
Administración	17,85	2888,504
Secretaría	13,12	1632,318
Archivo	9,01	662,518
Gerencia	23,42	2054,402
Sala de juntas	21,65	2696,952
Recursos Humanos	12,77	1917,597
Vestuarios	33,94	2768,162

Tabla 3.56

Suma= 14620,453 W

- CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACION TOTAL: **79,93 KW**

Anejo 2

Cálculo de la Instalación de Renovación de Aire

Índice del Anejo: Instalación de renovación de aire

1.	OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN	111
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	111
3.	PARÁMETROS DE CÁLCULO	111
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	113
5.	CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS DE LAS OFICINAS	115
5.1.	Procedimiento de cálculo	115
5.1.1.	Conducto principal.....	115
5.1.2.	Derivaciones	116
5.2.	Dimensionado de conductos	117
5.3.	Selección de otros elementos:	120
6.	CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS DE LOS ASEOS.....	121
7.	CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN PARA EL TALLER MECÁNICO:.....	124

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

El objetivo de la instalación es, poco a poco y de forma continua, expulsar el aire del interior del local e introducir aire fresco del exterior. Gracias a esto, evitamos ambientes viciados, malos olores y mantenemos unas condiciones de confort en el interior.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Desde el recuperador de calor, la impulsión del aire se realizará en baja velocidad, mediante conductos rectangulares contruidos en fibra de vidrio. Estos conductos serán de diferentes tamaños según las necesidades, y discurrirán por los lugares indicados en los planos adjuntos a este proyecto.

La instalación consta de dos tipos de conductos:

- Impulsión: los conductos de impulsión llevan aire del climatizador hasta los fancoils.
- Retorno: los conductos de retorno extraen aire usado desde los locales que estamos climatizando mediante rejillas.

El cálculo de tamaños de conductos, tanto en impulsión como de retorno, se ha basado en las condiciones de velocidad y pérdida de carga exigidas en la Norma UNE 100-102-88. Las velocidades de aire en los conductos serán inferiores de 6 m/s para evitar ruidos. En los conductos de impulsión y retorno más importantes, se colocarán reguladores de caudal constante para asegurar el caudal de diseño. También se colocarán compuertas cortafuego, una al inicio del circuito de impulsión y otra al inicio del de retorno.

3. PARÁMETROS DE CÁLCULO

El principal parámetro a considerar en el cálculo de esta instalación es el caudal mínimo de renovación de aire, el cuál dependerá de la calidad del aire interior deseada.

Para calcular el caudal mínimo de renovación de aire se ha seguido la IT.1.1.4.2.3 del RITE, la cual regula el caudal de renovación para edificios que no sean viviendas, hospitales o piscinas. El método elegido para el cálculo ha sido el método indirecto de caudal de aire exterior por persona en las oficinas y despachos, dónde hay ocupación permanente de personas y método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie para zonas de ocupación no permanente como archivos o vestuarios. Para recepción será 1 renovación/h, y para la nave 1,2 renovación/h. Los caudales de ventilación vienen agrupados en categorías en función de la calidad del aire interior que se desea conseguir. Cabe nombrar que tales cargas térmicas han sido tenidas en cuenta en el cálculo de cargas térmicas y viene explicado en su correspondiente anejo.

CATEGORÍA	TIPO DE EDIFICIO
IDA 1: Aire de óptima calidad	Hospitales Clínicas Laboratorios Guarderías
IDA 2: Aire de buena calidad	Oficinas Residencias de ancianos Residencias de estudiantes Locales comunes de hoteles y similares Salas de lectura Museos Salas de tribunales Aulas de enseñanza y asimilables Piscinas
IDA 3: Aire de calida media	Edificios comerciales Cines y teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías y bares Salas de fiestas Gimnasios Locales para deporte (salvo piscinas) Salas de ordenadores
IDA 4: Aire de calidad baja	No citados anteriormente

Tabla 3.1 Calidades del Aire de Renovación

- Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Categoría	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 3.2 Calidades del Aire de Renovación por persona

- Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie

Categoría	l/s por m ²
IDA1	No aplicable
IDA2	0,83
IDA3	0,55
IDA4	0,28

Tabla 3.3 Calidades del Aire de Renovación por m²

Considero apropiado englobar a mi nave en la categoría IDA 2 junto con un edificio de oficinas o una residencia de ancianos, y para tal categoría se toma un valor de flujo de renovación de 12.5 l/s por persona para ocupación permanente, y en la categoría IDA 3 para ocupación no permanente con un valor de 0,55 l/s por m².

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO

La red de conductos se diseña para conseguir llevar un determinado caudal de aire a los puntos de impulsión deseados. El cálculo se puede realizar por tres métodos: reducción de velocidad; igualdad de pérdidas por rozamiento o pérdida de carga constante; recuperación estática. A continuación, se resolverá por el método de pérdida de carga constante.

Este método es empleado desde hace mucho tiempo por los proyectistas de redes de distribución de aire, y consiste en diseñar la red de conductos de tal forma que la pérdida de carga lineal (mm.c.a/m), en cada ramal de la red, sea la misma.

Antes de entrar en el diseño de la red de conductos, vamos a introducir algunos conceptos básicos sobre circulación de aire en redes de conductos:

⇒ Diámetro equivalente: Sirve para transformar un conducto de sección rectangular en otro de sección circular equivalente, que nos facilita el cálculo de la red. Se define *diámetro equivalente* a aquel con el que un conducto tiene la misma pérdida de carga por fricción del aire que el conducto de sección rectangular que estemos estudiando. Su fórmula es la siguiente:

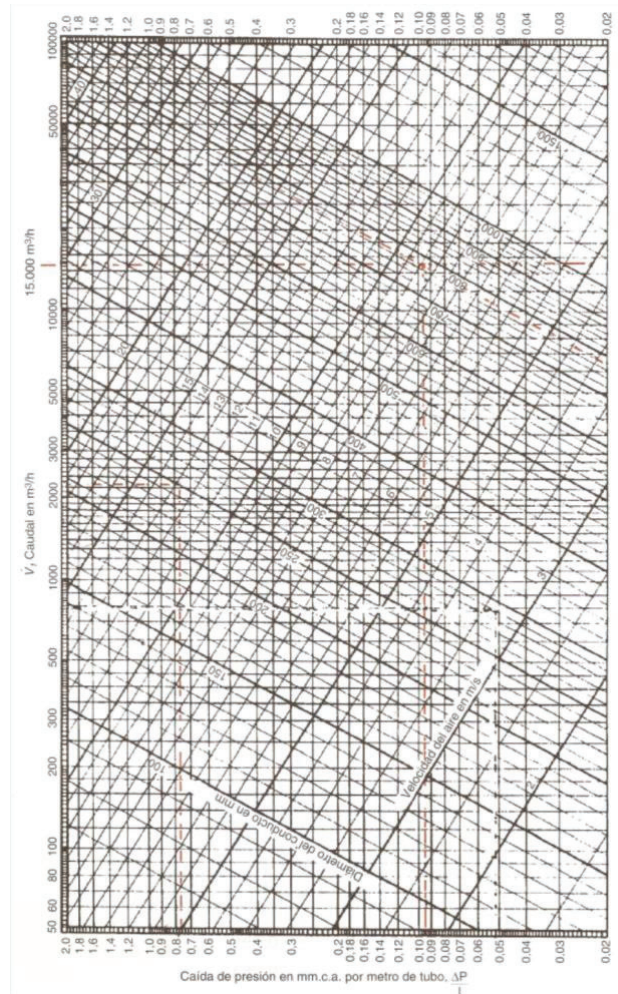
$$D_{eq} = 1,3 \cdot \frac{(H \cdot W)^{0,625}}{(H + W)^{0,25}} \quad (12)$$

- D_{eq} = diámetro equivalente
- H = altura del conducto
- W = anchura del conducto

⇒ Pérdidas de carga unitarias (mm.c.a/m): Son las pérdidas de presión por metro lineal debidas a la fricción entre el aire y las paredes de los conductos, que dependen del material del conducto, y para la fibra de vidrio, pueden calcularse gráficamente (Figura 1) o mediante la siguiente fórmula:

$$h_f = 2,09 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\dot{V}^{1,82}}{D_{eq}^{4,86}} \quad (13)$$

- $\dot{V}$ = el caudal de aire (m³/s)
- D_{eq} = el diámetro equivalente (m)



Gráfica 1 . Gráfico para el cálculo de la pérdida de carga en conductos de fibra de vidrio

- ⇒ Longitud equivalente, L_{eq} (m): Longitud modificada del conducto, que incluye también las singularidades (codos, curvas y accesorios). Suele tomarse habitualmente como la longitud de tramo recto de conducto mayorada en un 50 %, es decir, $L_{eq} = 1,5 L$
- ⇒ Recuperación estática (mm.c.a): Es la presión estática que se recupera en el conducto principal después de cada descarga a un ramal, debido a la caída de velocidad. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H_r = 0,75 \cdot \frac{v_1^2 - v_2^2}{16} \quad (14)$$

- v_1 = la velocidad antes de la descarga de aire (m/s)
- v_2 = la velocidad después de la descarga de aire (m/s)

⇒ Caudal vs Sección: Para un conducto de aire, conocido el caudal y la velocidad del aire, se puede calcular la sección de conducto a partir de la *ecuación de continuidad*:

$$\dot{V} = v \cdot S \quad (15)$$

- $\dot{V}$ = el caudal volumétrico de aire (m³/s)
- v = la velocidad del aire (m/s)
- S = la sección útil del conducto (m²)

5. CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS DE LAS OFICINAS

Una vez que se tiene una configuración del plano de la red de conductos con el caudal de aire que transporta cada uno se procede a calcular la sección transversal de cada conducto.

5.1. Procedimiento de cálculo

Se explicará el método de cálculo de la red para dos tramos del conducto principal y una derivación, el resto de conductos se hará de la misma manera.

En primer lugar, vamos a establecer las longitudes y caudales de cada tramo. Como hemos comentado, mayoraremos la longitud de cada tramo en un 50 % en concepto de pérdidas de carga en singularidades.

5.1.1. Conducto principal

El conducto principal es, por definición, aquel que tiene una mayor pérdida de carga (habitualmente el de mayor longitud), de manera que, dimensionando el ventilador para este conducto, tendremos también presión y caudal suficientes en los ramales

secundarios. En redes de distribución complejas, a veces es difícil reconocer el conducto principal, y puede ser necesario hacer algunas comprobaciones previas. No obstante, para la red que vamos a analizar, se puede ver que el conducto principal es el comprendido entre el ventilador y el punto 14 (fan-coil).

- ⇒ Tramo ventilador-G: Puesto que conocemos el caudal que pasa por el Tramo ventilador-G, si fijamos la velocidad del aire, podremos obtener la sección del tramo mediante la ecuación de continuidad (15). Fijaremos por ejemplo la velocidad máxima en el conducto principal en 6 m/s para evitar ruidos excesivos.

Vamos a seleccionar un conducto rectangular que tenga como sección mínima la calculada. Una vez hecho esto, intentaremos mantener una altura de conducto constante o menor para toda la red, por adaptarse adecuadamente a la altura útil disponible en los falsos techos. Ahora que hemos seleccionado las dimensiones del conducto rectangular tendremos una sección y una velocidad del conducto rectangular. Ahora hallamos el diámetro circular equivalente del conducto rectangular elegido aplicando la Ecuación 1.

Por último, conocido el diámetro equivalente y el caudal del tramo, podemos hallar la pérdida de carga unitaria empleando gráfica (1) o la ecuación (13). Fijaremos esta pérdida de carga para todo el conducto principal, como establece el método de pérdida de carga constante.

- ⇒ Tramo GA: Fijada la pérdida de carga unitaria, y puesto que conocemos el caudal del tramo, podemos obtener el diámetro equivalente de la gráfica (1). Seleccionaremos un conducto rectangular con la misma altura o menor y que tenga aproximadamente ese diámetro equivalente (para ello usamos la Ecuación (12)). El resto de parámetros se sacan de la misma forma que el tramo anterior.

Por otra parte, puesto que acabamos de realizar una descarga de aire a un ramal, tendremos una recuperación de presión estática en el conducto principal que se calcula con la ecuación (14). Esta recuperación de presión es un extra que se tiene en el Tramo GH debido a la descarga de aire que se realizó en el Punto A.

5.1.2. Derivaciones

Puesto que hemos establecido una pérdida de carga constante para toda la red, seguiremos con este criterio también en los ramales. Así pues, si tomamos el caudal del tramo, desde la gráfica, podemos dimensionar el tramo al igual que hicimos con el conducto principal.

Los ramales tendrán más presión de la necesaria, por lo que debemos regularlas para crear una pérdida de carga adicional, reduciendo así el caudal para que quede ajustado al de proyecto. Para eso se colocará reguladores de caudal en las derivaciones para que estén equilibradas y así asegurar nuestro caudal de proyecto

5.2. Dimensionado de conductos

La red de conductos será de fibra de vidrio aislada en sus tramos de impulsión y retorno según normativa.

A continuación, se muestra la tabla de cálculo de conductos en donde se aplican las formulas indicadas en el anterior apartado

Tramo	Longitud tramo (m)	Longitud equivalente, L_{eq} (m)	Caudal, (m ³ /h)	Diámetro (mm)	Anchura W (mm)	Altura H (mm)	Superficie conducto rectangular, S (m ²)	Velocidad conducto rectangular, v (m/s)	Diámetro equivalente real, D_{eq} (mm)	Pérdidas de carga unitaria, H_f (mm.c.a/m)	Recuperación de presión estática H_r (mm.c.a)	Pérdidas de carga compuerta cortafuego (mm.c.a)	Pérdidas de carga compuerta de regulación (mm.c.a)	Pérdidas a compensar, H_f (mm.c.a)
vent-G	4,0	6,00	1170,83	263	300	200	0,060	5,42	266	0,168	0	3,5		4,505
GH	2,1	3,20	580,04	205	250	150	0,038	4,30	210	0,168	0,512		5	5,025
HJ	5,2	7,83	517,2	195	250	150	0,038	3,83	210	0,168	0,177			1,138
JL	3,8	5,73	202,2	136	200	100	0,020	2,8	152	0,168	0,318			0,644
LM	5,3	8,01	157,2	130	200	100	0,020	2,2	152	0,168	0,146		5	6,199
M14	7,3	11,01	67,2	94	100	100	0,010	1,9	109	0,168	0,060			1,790
GA	5,3	7,98	590,79	210	250	150	0,038	4,38	210	0,168	0,480			1,341
AC	4,2	6,30	320,79	164	250	100	0,025	3,56	169	0,168	0,302			1,058
CD	3,8	5,76	275,79	155	250	100	0,025	3,06	169	0,168	0,155			0,968
DF	5,3	7,95	64,21	89	100	100	0,010	1,78	109	0,168	0,291		5	6,336
F6	4,8	7,19	45	83	100	100	0,01	1,3	109	0,168	0,076			1,207
F7	8,0	12,00	19,21	57	100	50	0,005	1,07	76	0,168	0,096			2,016
HI	5,1	7,61	62,84	87	100	100	0,010	1,75	109	0,168	0,723		5	6,278
I8	2,2	3,32	17,84	57	100	50	0,005	0,99	76	0,168	0,097			0,557
I9	5,4	8,06	45	83	100	100	0,010	1,25	109	0,168	0,070			1,353
JK	3,0	4,46	315	162	200	150	0,030	2,92	189	0,168	0,289		5	5,748
K10	1,3	1,92	45	83	100	100	0,010	1,3	109	0,168	0,326			0,323
K11	7,6	11,36	270	153	200	150	0,030	2,5	189	0,168	0,106			1,908
L12	10,4	15,60	45	83	100	100	0,010	1,3	109	0,168	0,296		5	7,621
M13	1,7	2,52	90	102	150	100	0,015	1,7	133	0,168	0,093			0,423
AB	5,9	8,91	270	153	200	150	0,03	2,5	189	0,168	0,605		5	6,497
B1	1,4	2,12	135	118	150	150	0,0225	1,7	164	0,168	0,163			0,355
B2	4,6	6,95	135	118	150	150	0,0225	1,7	164	0,168	0,163			1,167
C3	4,9	7,41	45	83	100	100	0,01	1,3	109	0,168	0,522		5	6,245
DE	3,7	5,61	211,58	139	200	100	0,02	2,9	152	0,168	0,035		5	5,942
E4	1,4	2,03	105,79	106	200	100	0,02	1,5	152	0,168	0,048			0,340
E5	6,3	9,42	105,79	106	200	100	0,02	1,5	152	0,168	0,304			1,583

Tabla 5.1 Conductos de impulsión de aire de las oficinas

Tramo	L (m)	Longitud equivalente, L _{eq} (m)	Q (m³/h)	D (mm)	W (mm)	H (mm)	Superficie, S (m²)	Velocidad, v (m/s)	Diámetro equivalente real, D _{eq} (mm)	Perdidas de carga unitaria, H _r (mm.c.a/m)	Recuperación de presión estática H _r (mm.c.a)	Pérdidas de carga compuerta cortafuego (mm.c.a)	Pérdidas de carga compuerta de regulación (mm.c.a)	Pérdidas de carga rejilla (mm.c.a)	Perdidas a compensar, H _r (mm.c.a)
vent-J	4,0	6,00	1170,83	263	300	200	0,060	5,42	266	0,168	0	3,5			4,505
JK	6,7	10,05	580,04	205	250	150	0,038	4,30	210	0,168	0,512		5		6,176
KM	2,0	3,00	562,2	198	250	150	0,038	4,16	210	0,168	0,052				0,452
MO	1,8	2,63	517,2	195	250	150	0,038	3,83	210	0,168	0,125		5		5,316
OQ	2,0	3,00	247,2	147	200	100	0,020	3,43	152	0,168	0,135				0,369
QS	1,8	2,63	202,2	136	200	100	0,020	2,81	152	0,168	0,183				0,258
SU	0,7	0,98	157,2	130	200	100	0,020	2,18	152	0,168	0,146		5		5,018
UW	6,9	10,35	67,2	94	100	100	0,010	1,87	109	0,168	0,060			0,7	2,379
KL	1,0	1,50	17,84	57	100	50	0,005	0,99	76	0,168	0,819			0,55	0,802
MN	5,0	7,50	45	83	100	100	0,010	1,25	109	0,168	0,740			0,4	1,660
OP	1,8	2,70	270	153	200	150	0,030	2,50	189	0,168	0,395		5	1,12	6,574
QR	1,3	1,95	45	83	100	100	0,010	1,25	109	0,168	0,479			0,4	0,728
ST	1,8	2,75	45	83	100	100	0,010	1,25	109	0,168	0,296			0,4	0,861
UV	1,4	2,10	90	102	150	100	0,015	1,67	133	0,168	0,093			0,52	0,873
JA	6,4	9,60	590,79	210	250	150	0,038	4,38	210	0,168	0,480				1,613
AB	4,7	7,05	270	153	200	150	0,030	2,50	189	0,168	0,605		5	1,12	7,304
AC	2,8	4,20	320,79	164	250	100	0,025	3,56	169	0,168	0,302		5		5,706
CD	1,3	1,95	45	83	100	100	0,010	1,25	109	0,168	0,522			0,4	0,728
CE	5,4	8,10	275,79	155	250	100	0,025	3,06	169	0,168	0,155				1,361
EF	1,3	1,95	211,58	139	200	100	0,020	2,94	152	0,168	0,035			0,8	1,128
EG	5,8	8,70	64,21	89	100	100	0,010	1,78	109	0,168	0,291		5		6,462
GH	1,3	1,88	45	83	100	100	0,010	1,25	109	0,168	0,076			0,4	0,715
GI	1,3	1,88	19,21	57	100	50	0,005	1,07	76	0,168	0,096			0,4	0,715

Tabla 5.2 Conductos de retorno de aire de las oficinas

5.3. Selección de otros elementos:

⇒ *Reguladores de caudal*

En los conductos de impulsión y retorno más importantes, se colocarán reguladores de caudal constante de la marca KOOLAIR, serie KCRK. Dependiendo del trazado tendrán diferentes tamaños:

- Impulsión
 - Tramo GH: regulador de caudal KOOLAIR, serie KCRK-250
 - Tramo AB, DE y JK: regulador de caudal KOOLAIR, serie KCRK-200
 - Tramo C3, DF, HI y L12: regulador de caudal KOOLAIR, serie KCRK-100
 - Tramo LM : regulador de caudal KOOLAIR, serie KCRK-125
- Retorno
 - Tramo JK, MO, AC: regulador de caudal KOOLAIR, serie KCRK-250
 - Tramo OP, AB: regulador de caudal KOOLAIR, serie KCRK-160
 - Tramo SU, EG: regulador de caudal KOOLAIR, serie KCRK-125

⇒ *Compuertas cortafuegos:*

Se colocarán dos compuertas cortafuego, una al inicio del circuito de impulsión y otra al inicio del de retorno, de la marca TROX, serie FKA-3.8 y tamaño 300*250 mm.

⇒ *Rejillas de retorno:*

Para el retorno del aire, se utilizan rejillas de la marca KOOLAIR, de la serie 20.2 y de tipo 20-45H. Están hechas de aluminio, con aletas fijas a 45°.

El tamaño depende de la habitación, distribuyéndose de la siguiente manera:

- 200*100 mm: vestuarios, archivos, gerencia, secretaría, recursos humanos, caja, despacho jefe taller.
- 400*150 mm: sala de juntas, sala de espera, recepción.
- 200*150 mm: administración.

⇒ *Selección del recuperador de aire:*

Se va a colocar un recuperador de aire. Este recuperador de calor funciona mediante la combinación de dos ventiladores centrífugos de bajo nivel sonoro,

donde uno de ellos realiza la extracción del aire viciado del interior de la nave hacia la calle, y el otro impulsa aire fresco del exterior hacia el interior de la nave. Los dos circuitos se cruzan sin mezclarse, en un intercambiador de placas, donde el calor del aire saliente, se transfiere al aire fresco del exterior y lo calienta. De esta forma conseguimos recuperar un alto porcentaje de la energía utilizada para calentar o enfriar el aire del interior del local, y reutilizarla.

En la selección del recuperador hay que tener en cuenta el caudal viciado que se debe extraer de la nave y la pérdida de carga en el tramo más desfavorable que debe vencer el ventilador. En nuestro caso el caudal es de 1170 m³/h, caudal que ha sido calculado anteriormente y la pérdida de carga calculada anteriormente para ese caudal de 24,47 mm.c.a. Para cubrir este caudal, elegimos un recuperador de calor por placas de flujo cruzado de la marca SODECA. El modelo es el RIS-H 1900S, que cubre un caudal máximo de 2030 m³/h y una presión estática de 40 mm.c.a, para un nivel de filtración de aire de F8.

Las características más importantes del recuperador son:

Modelo	SODECA, RIS-H 1900S
Velocidad (r/min)	2830
Caudal máximo F7, (m ³ /h)	2030
Eficiencia térmica (%)	60
Pérdida de carga F7, (mm.c.a)	40
Peso (Kg)	308
Largo (mm)	1800
Ancho (mm)	790
Alto (mm)	1120

Tabla 5.3 Características del recuperador de aire

6. CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS DE LOS ASEOS

En este apartado vamos a dimensionar los conductos de extracción de aire de los aseos, que tienen que ser separados de los conductos de extracción de la nave según la normativa. Estos conductos estarán conectados a una caja de extracción de aire para conductos, con bajo nivel sonoro.

El extractor debe ser capaz de extraer un caudal de aire por hora 10 veces superior al volumen del baño.

Cada uno de los 5 WC tendrá en el techo una boca de ventilación circulares de la marca TROX, que llevan incorporado un disco central que permite equilibrar el caudal de aire, los cuales se adaptarán a los conductos mediante tolvas concéntricas.

El tamaño depende del caudal de extracción de los aseos, distribuyéndose de la siguiente manera:

- Tramo O-1 y P-2: Boca de ventilación de la marca, TROX, serie LVS-125.
- Tramo P-3: Boca de ventilación de la marca, TROX, serie LVS-200.
- Tramo R-4, R-5: Boca de ventilación de la marca, TROX, serie LVS-100.

A continuación, se muestra la tabla de cálculo de conductos de extracción en donde se aplica el mismo método de cálculo indicado en el apartado de los conductos de la nave.

Tramo	Longitud tramo (m)	Longitud equivalente, L_{eq} (m)	Caudal, (m ³ /h)	Diámetro (mm)	Anchura W (mm)	Altura H (mm)	Superficie conducto rectangular, S (m ²)	Velocidad conducto rectangular, v (m/s)	Diámetro equivalente real, D_{eq} (mm)	Perdidas de carga unitaria, H_f (mm.c.a/m)	Recuperación de presión estática H_r (mm.c.a)	Pérdidas de carga rejilla (mm.c.a)	Perdidas a compensar, H_f (mm.c.a)
N-O	0,8	1,19	328,8	140	200	100	0,020	4,57	152	0,251	0	-	0,298
O-P	0,3	0,45	234,05	133	150	100	0,015	4,33	133	0,251	0,097	-	0,016
P-3	3,6	5,37	139,3	110	150	100	0,015	2,58	133	0,251	0,569	1,43	2,209
O-1	0,8	1,20	94,75	97	100	100	0,010	2,63	109	0,251	0,653	3,8	4,101
P-2	1,0	1,46	94,75	97	100	100	0,010	2,63	109	0,251	0,556	3,8	4,165
Q-R	0,7	1,07	174,7	105	150	100	0,015	3,24	133	0,153	0	-	0,163
R-5	1,1	1,65	87,35	102	100	100	0,010	2,43	109	0,153	0,215	5,31	5,562
R-4	0,8	1,19	87,35	102	100	100	0,010	2,43	109	0,153	0,215	5,31	5,491

Tabla 6.1 Conductos de extracción de aire para los aseos

Se instalará dos cajas de extracción al final de cada conducto principal que llevarán el aire hasta el exterior, distribuidos de la siguiente manera:

- Planta baja: Extractores en línea para conductos de la marca SODECA, modelo SV-125/H con bajo nivel sonoro montados dentro de una envolvente acústica
- Primera planta: : Extractores en línea para conductos de la marca SODECA, modelo SVE/PLUS-125/H con bajo nivel sonoro montados dentro de una envolvente acústica de 40 mm de aislante acústico fonoabsorbente.

Para la salida del aire al exterior, se colocará dos rejillas de intemperie de la marca TROX, modelo Serie WG-AL, con marco y lamas en perfiles de aluminio, de dimensiones 400 x 330 mm.

7. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN PARA EL TALLER MECÁNICO:

Para el taller mecánico la ventilación será natural a través del portón basculante manual del taller mecánico abierto de dimensiones 3,5 x 4,45 m.

Para la extracción del aire se utilizará aireador estático instalado en la cubierta de la nave de la marca TECZONE, serie G-500 fabricados en chapa de acero de alta calidad, con un caudal de extracción de 5014,45 m³/ h.

Anejo 3

Cálculo de la Instalación de Fan Coils y Aerotermos

Índice del Anejo: Cálculo de la Instalación de Fan Coils y Aerotermos

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN	128
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	128
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	128
4. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN	129
4.1. Selección de la enfriadora	129
4.2. Selección de la caldera	130
4.2.1. Cálculo de la demanda energética de ACS	131
4.2.2. Cálculo de la demanda energética de la máquina de absorción	134
4.2.3. Cálculo de la demanda energética total de la caldera	134
4.3. Selección del silo para el almacenamiento de pellet de madera	135
4.3.1. Cantidad de kilogramos de biomasa (pellets y huesos de aceitunas)	137
4.3.2. Volumen del silo de obra	138
4.3.3. Alimentación de la caldera:	138
4.3.4. Acceso al silo	139
4.3.5. Llenado y ventilación del silo	139
4.4. Selección de los fancoils	139
4.5. Selección de los aerotermos	142
4.6. Cálculo de las redes de tuberías de agua	143
4.7. Selección de las válvulas, filtros y antivibratorios	148
4.8. Cálculo del Depósito de Inercia	148
4.9. Cálculo del vaso de expansión.	149
4.10. Selección de las bombas hidráulicas	151

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

El objetivo de la instalación es dotar la nave de equipos capaces de aportar la potencia calorífica o frigorífica necesaria para alcanzar la habitabilidad y condiciones de confort dentro de las habitaciones del mismo.

Conocidas las necesidades térmicas de cada local, vamos a continuar con el cálculo de las características de los elementos terminales, que aportarán el calor necesario para vencer las cargas internas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación se compone de una caldera que emplea biomasa en forma de pellets de madera, pudiendo emplear huesos de aceitunas triturados y de una máquina de absorción para producir agua fría mediante agua caliente proveniente de la caldera. Estos dos equipos van conectados mediante su propia red de tuberías a un depósito de inercia que mantiene agua almacenada a la temperatura deseada en cada época del año.

Por otra parte, desde el depósito de inercia sale otra red de tuberías que lleva el agua a cada fan coil y aerotermo, para que se produzca el intercambio de calor aire-agua aclimatando de esta manera la atmósfera del interior del local.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO

- De forma esquemática, se expone el orden en que se ha calculado las diferentes partes que forman la instalación:
- Cálculo de las cargas térmicas por habitación
- Dotación del fan coil de potencia adecuada en cada habitación para contrarrestar tales cargas
- Recuento de potencia instalada por planta y en la nave en total para selección de los equipos.
- Red de tuberías: cálculo del flujo de agua, disposición de las tuberías y cálculo de su diámetro
- Cálculo del volumen del depósito de inercia
- Cálculo del vaso de expansión

- Selección de grupo de bombeo: cálculo de altura total a vencer más pérdidas de carga

Primeramente, se calculó las cargas térmicas por cada reciento. Trás saber la demanda en cada habitación, se dotó a cada habitación de un fan coil y aerotermo con la potencia adecuada y se hizo balance de la potencia total instalada en la nave para seleccionar la caldera y la máquina de absorción. Posteriormente, se calculará la red de tuberías y, por último, se elije el grupo de bombeo que haga circular el agua por la instalación, para lo cual se hallan las pérdidas de carga.

4. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

Los elementos que componen la instalación vienen nombrados a continuación:

- Equipos: máquina de absorción, calderas (cubre la demanda de calor, la máquina de absorción y el ACS (agua caliente sanitario)), fancoil y aerotermos.
- Redes de tuberías
- Depósito de inercia
- Vaso de expansión
- Grupos de bombeo

En este apartado se explica el procedimiento de cálculo de cada uno de los elementos.

4.1. Selección de la enfriadora

Para el cálculo de la potencia necesaria que tiene que suministrar la enfriadora, se debe saber la potencia necesaria para vencer todas las cargas térmicas de la instalación. En nuestro caso, la potencia resultante para vencer las cargas térmicas es de 79,93 KW.

Mirando los tipos de enfriadoras de la marca THERMAX, la primera que cumple las necesidades frigoríficas requeridas es el modelo COGNIE LT-3, suministrada por Absorsistem e instalada por L. Solé, S.A. Esta enfriadora da una potencia de 105 KW, basada en una temperatura de entrada de agua al evaporador de 12,2°C y temperatura de salida de 6,7°C. El cálculo de los 79,93 KW necesarios para cubrir la demanda de la instalación está basado en las condiciones de proyecto, que son 33,2°C y agua a 7/12°C,

por lo que esta enfriadora cubre perfectamente las necesidades requeridas por la instalación.

Las características más importantes de la enfriadora THERMAX serie COGNIE LT-3 son:

Modelo		THERMAX, COGNIE LT-3
Potencia nominal frigorífica (KW)		105
Circuito de agua refrigeración	Temperatura entrada/salida (°C)	12,2 / 6,7
	Caudal de agua (m³/h)	16,5
	Pérdida de carga (kPa)	31,4
	Medida de conexión (")	65 (2½)
Circuito de agua Enfriada	Temperatura entrada / salida (°C)	29,4/ 36,6
	Caudal de agua (m³/h)	30
	Pérdida de carga (kPa)	39,2
	Medida de conexión (")	80 (3)
Circuito de agua Calentada	Temperatura entrada / salida (°C)	90,6/85
	Caudal de agua (m³/h)	23,2
	Pérdida de carga (kPa)	31,4
	Medida de conexión (mm)	65
Datos eléctricos	Bomba de solución kW (A)	0,55 (1,7)
	Bomba de refrigerante kW (A)	0,3 (1,4)
	Bomba de vacío kW (A)	
	Consumo eléctrico total (kVA)	2,83
Dimensiones	Largo (L) (mm)	2.340
	Ancho (W) (mm)	1.230
	Alto (H) (mm)	2.020
Peso	Peso en transporte (kg)	2.500
	Peso en servicio (kg)	3.000

Tabla 4.1 Características de la máquina de absorción

4.2. Selección de la caldera

Para calcular la potencia total que tiene que suministrar la caldera, se necesita saber la potencia necesaria de calefacción, la necesaria de ACS y de la enfriadora, ya que la caldera debe suministrar las tres potencias.

La potencia de calefacción es 78,923 kW, calculados anteriormente. A esto se le suma la potencia calorífica necesaria para la producción de ACS. Aunque el ACS tenga apoyo solar, como manda CTE DB-HE4, se dimensionará la caldera para satisfacer el 100% de la demanda y la potencia para cubrir la demanda de la máquina de absorción de 105 KW.

4.2.1. Cálculo de la demanda energética de ACS

Se va a calcular la demanda energética en base a la acumulación estimada y número de usuarios. Primero procederemos a calcular el consumo diario según el CTE DB-HE4. Y finalmente calcularemos la demanda energética dependiendo del volumen de acumulación elegido.

De la tabla 3.1 del Código Técnico de la Edificación en su documento HE4 “Ahorro de energía: contribución solar mínima” calcularemos la demanda.

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

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

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

Tabla 4.2 Cantidad de litros de ACS consumidas según categoría

El criterio para escoger la demanda va a ser una fábrica, ya que los servicios principales para ACS son las duchas y lavabos de los vestuarios que existen para los empleados de la fábrica. En la nave hay 11 trabajadores diarios. Según la tabla 3.1 del CTE DB-HE4 habrá que estimar 15 litros por persona al día. Por lo tanto, el consumo será:

$$\text{Consumo}_{60^{\circ}\text{C}} = 11 \text{ personas} * 15 \text{ litros} / \text{persona} * \text{día} = 165 \text{ litros} / \text{día.} \quad (16)$$

La energía útil que proporcione el sistema debe ser capaz de cubrir la demanda en la punta que es:

$$E_{hp} \text{ (Wh)} = Q_{punta} \text{ (l)} * (T_{ACS} - T_{AFCH}) \text{ (}^{\circ}\text{C)} * 1,16 \text{ Wh / l}^{\circ}\text{C} \quad (17)$$

Donde:

- T_{ACS} = Temperatura de utilización del ACS
- T_{AFCH} = Temperatura del agua de la red

La energía proporcionada por el sistema es la suma de la que aporta la producción (intercambiador) más la almacenada en los depósitos de acumulación.

La energía que aporta la producción referida a 1 hora, resulta:

$$E_{producción} \text{ (Wh)} = P_{calderas} \text{ (W)} * 1h * \eta_{prdACS} \quad (18)$$

Donde:

- $P_{calderas}$ = Potencia Útil de las calderas
- η_{prdACS} = Rendimiento del sistema de producción de ACS. Incluye las pérdidas por intercambio, acumulación, distribución y recirculación.

La energía acumulada en los depósitos, que puede ser utilizada durante la punta de consumo es:

$$E_{acum} \text{ (Wh)} = V_{acum} \text{ (l)} * (T_{acum} - T_{AFCH}) \text{ (}^{\circ}\text{C)} * 1,16 \text{ Wh / l}^{\circ}\text{C} * F_{uso acum} \quad (19)$$

Donde:

- V_{acum} = Volumen total de los depósitos (acumulación o interacumuladores).
- T_{acum} = Temperatura de acumulación del agua. Puede ser igual o superior a la de uso (T_{ACS}).
- $F_{uso acum}$ = Factor de uso del volumen acumulado. Depende de la geometría (esbeltez) y del número de depósitos de acumulación, ya que en el interior de los mismos existe una zona de mezcla entre las aguas fría y caliente, en la cual

la temperatura resulta inferior a la de uso, por lo que dicho volumen no puede ser utilizado.

- $F_{uso\ acum} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D$. (H y D: altura y diámetro del depósito, respectivamente).

Para dimensionar la instalación de producción de ACS debe considerarse que la energía aportada (producción más acumulación) ha de igualar a la consumida en la punta; por ello si los volúmenes de acumulación son menores las potencias deberán ser mayores (sistemas de semiacumulación, o semiinstantáneos) y si los volúmenes de acumulación son mayores las potencias podrán ser inferiores (sistemas de acumulación). La potencia a instalar resulta:

$$P_{calderas} = (Q_{punta} \cdot (T_{ACS} - T_{AFCH}) - V_{acum} \cdot (T_{acum} - T_{AFCH}) \cdot F_{uso\ acum}) \cdot 1,16 / \eta_{prdACS}. \quad (20)$$

Se tiene una ecuación con tres incógnitas: el caudal durante la punta, el volumen de acumulación y la potencia a instalar. La potencia será mayor cuanto mayor sea el consumo en punta y cuanto menor sea el volumen de acumulación.

El problema fundamental es conocer el caudal punta, tanto en valor como en duración de la misma, para lo cual no existen datos oficiales publicados ni normas establecidas. Hay algunos métodos de cálculo que determinan la punta y la duración de la misma, pero todos son métodos empíricos, basados en estimaciones. Hipótesis conservadoras, que conllevan sistemas que no presentan problemas de funcionamiento, son tomar como consumo en la hora punta el 50% del consumo medio diario en edificios como viviendas y hoteles, mientras que en polideportivos el consumo presenta más puntas, por lo que se puede considerar que en la hora punta se tiene un consumo del 30% del medio diario. En este caso se va a considerar que el consumo punta corresponde a un tercio del consumo total.

Por lo tanto:

$$Q_{punta} = Q_{total} \cdot 1/3 = 165 \text{ (l)} \cdot 1/3 = 55 \text{ (l)} \quad (21)$$

Este consumo no se dará todos los días, sino en la hora punta del año, y evidentemente la instalación debe ser capaz de hacer frente a la misma. Los sistemas

con acumuladores (semiacumulación o acumulación) se dimensionan con la pareja de valores acumulación/potencia.

La capacidad de acumulación elegida para nuestra instalación es de un 80% del consumo punta $55 \cdot 0,8 \sim 44$ l. Bastaría con un depósito de 50 litros de dimensiones $835 \text{ (mm)} \cdot 380 \text{ (mm)}$.

$$F_{\text{uso acum}} = 0,63 + 0,14 \cdot 835/380 = 0,938 \text{ (93,76 \%)} \quad (22)$$

η_{prdACS} : Estimado del 75%.

Para simplificar el cálculo de la potencia necesaria en calderas se supone que la temperatura de uso es de 60°C ; los resultados apenas van a variar, ya que si se toma otra temperatura en primer lugar se debe modificar el consumo, pero las necesidades de energía son idénticas. Como temperatura de acumulación se toma 60°C .

$$P_{\text{calderas}} = (Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acum}} \cdot (T_{\text{acum}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acum}}) \cdot 1,16 / \eta_{\text{prdACS}} \quad (23)$$

$$P_{\text{calderas}} = (55 \cdot (60 - 12) - 50 \cdot (60 - 12) \cdot 0,938) \cdot 1,16 / 0,75 = 601,344 \text{ W.}$$

Para el dimensionado de la caldera, destinaremos 0,601 KW de la producción de la misma para el consumo de ACS.

4.2.2. Cálculo de la demanda energética de la máquina de absorción

Para la máquina de absorción de simple efecto con un COP de 0,8, la potencia que tiene que suministrar la caldera a la máquina de absorción será:

$$P_{\text{caldera}} = 105 \text{ (KW)} / 0,8 \text{ (COP)} = 131,25 \text{ KW.} \quad (24)$$

4.2.3. Cálculo de la demanda energética total de la caldera

Por tanto, la potencia total de calefacción, ACS y máquina de absorción será:

$$P_{\text{caldera}} = 131,25 + 0,601 + 78,923 = 210,774 \text{ KW.} \quad (25)$$

Para cubrir la demanda se va a instalar una caldera de la marca GREENHEISS, modelo GH-BI 225 Basic de biomasa adaptada para pellet de madera y hueso de aceitunas, que cubre las demandas de ACS, calefacción y máquina de absorción. Esta caldera tiene una potencia nominal 90/50°C de 225 KW. Si consideramos unas pérdidas de distribución del 4% (no pueden ser superiores por normativa, según RITE IT 1.2.4.2.1.1.), tenemos un total disponible de:

$$P_{\text{caldera disponible}} = 225 - 9 = 216 \text{ KW} \quad (26)$$

Las características más importantes de la caldera GREENHEISS de biomasa, modelo GH-BI 225 Plus son:

Modelo	GREENHEISS, GH-BI 225 Plus
Pot. nominal alimentada/útil (Pellet de madera) KW	250/225
Pot. nominal alimentada/útil (Hueso de aceituna) KW	241/223
Rend. plena carga/parcial (Pellet de madera) %	85,1/84,9
Rend. plena carga/parcial (Hueso de aceituna) %	85/84
Consumo combustible pellet nominal/parcial (Kg/h)	39,5/12,3
Consumo combustible hueso aceituna nominal/parcial (Kg/h)	49,8/20
Tensión de trabajo (V)	380
Temperatura máxima de trabajo (°C)	90
Temperatura mínima de trabajo (°C)	50
Presión máxima de trabajo (bar)	3
Diámetro de conexiones ida/retorno	2 1/2" / 2 1/2"
Potencia eléctrica instalada (KW)	2,81
Capacidad agua caldera (L)	580
Capacidad de tolva (Kg)	1385
Peso (Kg)	4,5

Tabla 4.3 Características de la caldera de biomasa

4.3. Selección del silo para el almacenamiento de pellet de madera

Los silos son depósitos que permiten almacenar grandes cantidades de materia de biomasa (pellets, hueso de aceituna, cascara de almendra...) para ir suministrando combustible a la caldera a medida que ésta lo demande.

Su principal ventaja es que proporcionan una gran autonomía a la instalación ya que evitan tener que andar cada poco tiempo llenando el equipo.

Para el dimensionamiento del silo hay que tener en cuenta la cantidad de kilos de biomasa que consumiremos durante la temporada. Aquí influyen factores como el rendimiento de la caldera o la estufa, el tipo de combustible... y evidentemente el uso que vayamos a hacer. No obstante, si nos vamos a datos medios, podemos obtener una orientación si multiplicamos los kW de nuestro equipo por 250 kg de biomasa por temporada. De esta manera, nos saldrá un número que se acercará a la cantidad de kilogramos de combustible que gastaremos en total.

El silo será de una sala existente con suelo inclinado de dos lados, que es el idóneo para silos cuadrados. Se colocan dos falsos suelos inclinados para que el pellet almacenado entre ellos se deslice por gravedad hasta el tornillo sinfín que transporta el combustible a la caldera o hasta el sistema de alimentación neumática que permite que el silo esté situado hasta a 30 m de la caldera. La inclinación será entre 35 y 45° para facilitar el vaciado del silo

El volumen tiene que ser equivalente a una de las siguientes condiciones, según el caso de aplicación más razonable de acuerdo con la situación específica de la instalación:

- 1 temporada de funcionamiento de la instalación: así sólo es necesario recargar el silo una vez al año.
- 1,5 veces el volumen del camión de suministro: de esta manera es posible recargar el silo con un camión completo antes de que se acabe el combustible.
- 2 semanas de consumo máximo de combustible: éste es el volumen mínimo exigido por el RITE para edificios de nueva construcción.

El volumen total que alcanza el silo en cada uno de estos casos depende directamente de la densidad de la biomasa elegida para el sistema de calefacción, ACS y en esta instalación hay que sumarle la máquina de absorción.

Según la guía técnica de Instalaciones de Biomasa térmica en edificios. En el caso concreto de los pellets, los huesos de aceitunas y las astillas de madera es más factible la indicación de dimensiones orientativas gracias a su mayor grado de estandarización. Como ratio estimativa, para 1 kW de potencia instalada son necesarios alrededor de 250 kg de pellets o huesos de aceituna por temporada.

4.3.1. Cantidad de kilogramos de biomasa (pellets y huesos de aceitunas)

Para calcular el volumen total del silo, primero calcularemos la cantidad de biomasa que consumiremos durante una temporada que durará 22 semanas de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta la temporada de invierno para la calefacción, la temporada de verano para la máquina de absorción y el ACS para todo el año.

- Temporada de invierno de calefacción:

$$\begin{aligned} (\text{potencia de calefacción}) 78,923 \text{ kW} \cdot 250 \text{ kg de biomasa por temporada} &= & (27) \\ & 19.731 \text{ kg de biomasa} \end{aligned}$$

- Temporada de verano, alimentando la máquina de absorción

$$\begin{aligned} (\text{máquina de absorción}) 131,25 \text{ kW} \cdot 250 \text{ kg de biomasa por temporada} & & (28) \\ & = 32.813 \text{ kg de biomasa} \end{aligned}$$

- ACS para todo el año (48 semanas)

$$\begin{aligned} (\text{ACS}) 0,601 \text{ kW} \cdot 250 \text{ kg de biomasa por temporada} / 22 \text{ semanas} &= & (29) \\ & 6,83 \text{ kg de biomasa por semana} \end{aligned}$$

$$6,83 \text{ kg de biomasa por semana} \cdot 48 \text{ semanas} = 327,84 \text{ kg de biomasa por año} \quad (30)$$

- La cantidad total de biomasa que necesitamos en todo el año será:

$$\begin{aligned} (\text{potencia de calefacción}) 19.731 \text{ kg} + (\text{máquina de absorción}) 32.813 \text{ kg} & & (31) \\ + (\text{ACS}) 327,84 \text{ kg} & = 52.872 \text{ kg de biomasa al año} \end{aligned}$$

4.3.2. Volumen del silo de obra

Para calcular el volumen del silo dividiremos la cantidad de Kg que necesitamos cubrir entre la densidad de la biomasa, así tendremos la cantidad de metros cúbicos necesarios que como mínimo debe ser capaz de almacenar el silo.

$$52.872 \text{ kg de biomasa al año} / 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 81 \text{ m}^3 (\text{volumen del silo}) \quad (32)$$

Debido a la colocación de dos suelos inclinados, se desaprovecha los espacios muertos existentes debajo de las rampas inclinadas, lo que hace que sólo alrededor de 2/3 del total del volumen del silo sea útil como almacenamiento. Por lo tanto, hay que sumar al volumen calculado el tercio que no se aprovecha quedando el volumen del silo como sigue:

$$81 \text{ m}^3 / 3 + 81 \text{ m}^3 = 108 \text{ m}^3 \quad (33)$$

Según la guía técnica de Instalaciones de Biomasa térmica en edificios, la altura del silo de nueva construcción debe tener una altura mínima de 2,5 m. Entonces para calcular el área del silo para una altura de 3 m nos daría una superficie de:

$$108 \text{ m}^3 / 3 \text{ m} = 36 \text{ m}^2 \quad (34)$$

Como el área que hemos obtenido es muy grande en comparación de la superficie total de la nave, se alimentará el silo de obra cuatro veces al año en vez de una vez, cada inicio y mitad de la temporada . Redimensionando el área del silo nos quedaría la superficie final como sigue:

$$36 \text{ m}^2 / 4 = 9 \text{ m}^2 \quad (35)$$

4.3.3. Alimentación de la caldera:

El sistema de alimentación de la caldera deberá ser por gravedad y con kit básico de extractor flexible para pellets. Este último irá desde la caldera hasta la boca de aspiración instalada en la parte inferior del silo y debe haber una distancia mínima entre la caldera y el silo de 1,8 m según indica el fabricante.

4.3.4. Acceso al silo

El silo debe estar equipado con una puerta, escotilla o ventana de acceso, resistente a la presión y a prueba de polvo (con un sellado apropiado). El acceso se debe poder abrir desde el exterior del silo y permitir el paso a una persona adulta sin problemas. Por lo tanto, el silo contará con una puerta rectangular de 0,93 m x 2 m.

4.3.5. Llenado y ventilación del silo

El silo contará con dos bocas de llenado y que servirán también de ventilación. Por motivos de seguridad, de accesibilidad y de logística, la posición de las bocas de carga no debe quedar más allá del alcance de una persona adulta (2 m máx.).

4.4. Selección de los fancoils

Según las cargas y los resultados obtenidos en las tablas de cargas térmicas, seleccionaremos los diferentes modelos de los fancoils para las oficinas, que utilizaremos del catálogo de la marca CARRIER y que instalaremos para combatir las cargas de invierno y verano y alcanzar así las condiciones de confort deseadas.

Los fan-coils pueden ser de dos o de cuatro tubos. Los fan-coils de dos tubos deberán estar todos en régimen de refrigeración ó calefacción a la vez, ya que únicamente cuentan con un conducto de entrada y otro de salida de agua. Los fan-coils serán de tipo de cassette.

La tabla sobre la que vamos a trabajar es la siguiente:

Local	Carga térmica calor (invierno) (W)	Carga térmica frío (verano) (W)
Despacho jefe taller	1129,300	2073,569
Archivo	1067,571	1434,544
Recepción	4305,211	5298,571
Caja	704,666	1507,494
Sala de espera	3583,454	3816,943
Administración	1205,612	2888,504
Secretaría	805,855	1632,318
Archivo	634,270	662,518
Gerencia	897,730	2054,402
Sala de juntas	2194,847	2696,952
Recursos Humanos	618,246	1917,597
Vestuarios	2676,046	2768,162

Tabla 4.4 Cargas Térmicas de calefacción y refrigeración

Los datos de partida para el cálculo de potencia frigorífica del fan-coil, sumados a las necesidades requeridas son:

- Temperatura seca del aire: 27°C
- Temperatura húmeda del aire: 19°C
- Temperatura de entrada del agua (con el ventilador en alta velocidad): 7°C
- Incremento de temperatura del agua: 5°C

Los datos de partida para el cálculo de potencia calorífica del fan-coil, sumados a las necesidades requeridas son:

- Temperatura del aire: 20°C
- Temperatura de entrada del agua (con el ventilador en alta velocidad): 50°C

Disponemos de unas tablas del fabricante en donde vienen reflejadas las capacidades frigoríficas dependiendo de la temperatura de entrada del agua a la batería, el incremento de temperatura del agua y la temperatura del aire interior del local.

En el cálculo de los fan-coils, vamos a poner como ejemplo el cálculo para el despacho jefe del taller. Todas las demás habitaciones se harán de la misma manera.

Para calcular el modelo de fan-coil adecuado, primero se comprobará que las prestaciones frigoríficas de dicho fan-coil complacen las necesidades creadas en la

Autor: **ANEJO 3** Climatización de una Nave Industrial
Abdellah Taib Chabbar Cálculo de Instalación de FanCoils y Aerotermos Universidad de Linares
habitación, en este caso el despacho jefe del taller. Con los datos de partida dados, para elegir los fancoils de cassette, vamos a la línea:

Temperatura de entrada del agua °C	Diferencia de temp. de agua, K	Temperatura del aire, °C		42GW 004		42GW 008		42GW 010		42GW 012		42GW 016		42GW 020	
		bh	bs	Total	Sensible	Total	Sensible	Total	Sensible	Total	Sensible	Total	Sensible	Total	Sensible
7	3	19	27	3,31	2,76	5,09	3,77	5,95	4,46	7,29	5,37	9,89	7,01	13,13	9,44
7	5	19	27	2,40	2,35	4,00	3,28	4,70	3,90	5,90	4,76	8,30	6,27	11,00	8,47
7	7	19	27	1,89	1,89	2,91	2,79	3,45	3,33	4,73	4,17	6,51	5,53	8,62	7,47

Tabla 4.5

Carga térmica frigorífica despacho jefe del taller: 2073,569 W. Cogemos de la tabla el valor 2,40 KW, del fan-coil 42GW 004. Como 2400 KW es mayor que 2073,569 KW, cubre la demanda.

Para obtener los caudales de la batería de frío en l/h, se divide la potencia frigorífica de las prestaciones del fan-coil (kcal/h) entre el incremento de temperatura del agua a su entrada y salida de la batería (°C).

En nuestro ejemplo, tenemos:

$$(2400 * 0,8598) / 5 = 412,704 \text{ l/h.}$$

Entonces, el caudal en la batería de frío será de 412,704 l/h.

Ahora hay que calcular que cumpla la demanda calorífica. Con los datos de partida dados, vamos al grupo de la tabla:

Water flow rate		Available temp. difference K	42GW 004	42GW 008	42GW 010	42GW 012	42GW 016	42GW 020
l/h	l/s							
324	0.09	30	3.53	4.24	4.71	6.23	6.29	7.03
410	0.11	30	3.80	4.70	5.28	6.88	7.17	8.18
486	0.14	30	3.99	4.99	5.65	7.29	7.78	9.01
684	0.19	30	4.33	5.50	6.31	7.97	8.90	10.65
803	0.22	30	4.47	5.72	6.60	8.22	9.37	11.44
1012	0.28	30	4.65	5.98	6.96	8.52	10.01	12.34
1404	0.39	30	4.86	6.28	7.38	8.86	10.60	13.53
1868	0.52	30	4.99	6.47	7.66	9.07	11.10	14.43
2000	0.56	30	5.02	6.51	7.72	9.11	11.20	14.53
3000	0.83	30	5.18	6.70	7.99	9.32	11.59	15.42
4000	1.11	30	5.26	6.79	8.13	9.42	11.79	15.82

Tabla 4.6

Carga térmica calorífica despacho jefe del taller: 1129,300 W.

Elegimos el primer valor, ya que 3530 W es superior a la demanda solicitada. Para que el 42GW 004 cubra la demanda de calor habrá que impulsar un caudal de agua por la batería de 324 l/h.

Siguiendo el mismo procedimiento en todos los locales, obtenemos la siguiente elección de fan-coils

Local	Modelo fan-coil	Uds	Prestaciones calor unidad(W)	Q _c (l/h)	Prestaciones frío unidad (W)	Q _f (l/h)
Despacho jefe taller	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Archivo	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Recepción	42GW 008	2	8480	648	8000	1375,68
Caja	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Sala de espera	42GW 004	2	7060	648	4800	825,408
Administración	42GW 008	1	4240	324	4000	687,840
Secretaría	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Archivo	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Gerencia	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Sala de juntas	42GW 008	1	4240	324	4000	687,840
Recursos Humanos	42GW 004	1	3530	324	2400	412,704
Vestuarios	42GW 008	1	4240	324	4000	687,840

Tabla 4.7 Modelos de los fan-coils elegidos según habitación

4.5. Selección de los aerotermos

Para el taller mecánico se instalarán aerotermos en vez de fan-coils, puesto que tiene dimensiones muy grandes, los aerotermos son la mejor opción para superficies grandes.

Utilizaremos aerotermos de la marca COOLWELL de techo para combatir las cargas de invierno y verano y alcanzar así las condiciones de confort deseadas.

La tabla sobre la que vamos a trabajar es la siguiente:

Local	Carga térmica calor (W)	Carga térmica frío (W)
Nave	59098,488	51729,5

Tabla 4.8 Carga térmica de calefacción y refrigeración del taller mecánico

En las tablas del fabricante vienen reflejadas las capacidades frigoríficas y caloríficas dependiendo de la temperatura de entrada del agua a la batería y salida con las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Calefacción: Temperatura de agua 80/60°C
- Refrigeración: Temperatura de agua 7/12°C

Para obtener los caudales de la batería de frío y calor en l/h, se sigue el mismo procedimiento anterior empleado para los fan-coils.

Al final obtenemos los siguientes resultados de la elección de los aerotermos.

Local	Modelo Aerotermino	Uds.	Prestaciones calor unidad (W)	Q _c (l/h)	Prestaciones frío unidad (W)	Q _f (l/h)
Nave	93EF68	3	35400	1521,85	25000	4299

Tabla 4.9 Modelo de los aerotermos elegidos para el taller mecánico

Los tres aerotermos se instalarán en el techo puesto que ese modelo se podría instalar hasta una altura de 11 metros y cubren una superficie de hasta 200 m² cada uno.

Se ha comprobado que todas las cargas en verano son mayores que en invierno, y a su vez que todos los equipos usados tienen menor potencia frigorífica que calorífica. Por ello, con centrarse en cumplir las cargas veraniegas, se cumplirán sobradamente las invernales.

4.6. Cálculo de las redes de tuberías de agua

La red de distribución enlaza los elementos terminales con el generador de calor. Una vez elegidos los fan-coils, hace falta llevar a ellos el fluido de la forma más eficaz posible.

El dimensionado de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito.

La red general y colectores se montarán con tuberías de Acero Negro DIN 2440, unidas mediante accesorios.

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 para un aislamiento mínimo con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 kcal/ (h m °C).

Se realizará el trazado de la red de tuberías a lo largo de la instalación, siendo una red para el caudal de impulsión y para el retorno tanto para agua fría como para agua caliente, por eso decimos que es una instalación a dos tubos.

En función de los caudales obtenidos y de las pérdidas de carga, se obtienen los diámetros de las tuberías a instalar y las velocidades del agua en estas tuberías.

El método de cálculo manual para el dimensionado de la red general de distribución de calefacción y refrigeración se realizará de la siguiente manera:

Iniciamos el cálculo partiendo del caudal de cada elemento terminal obtenido en apartados anteriores, que se ha calculado en base a la carga térmica (Q) que transcurre por dicho tramo:

⇒ Caudal

El dimensionado de las tuberías hay que realizarlo atendiendo a la cantidad de calor que es necesario transportar por medio de un caudal determinado de agua fría o caliente en cada uno de los tramos de la red de tubería.

La expresión que determina el caudal volumétrico es:

$$\dot{m} = \frac{P}{\delta \cdot C_p \cdot \Delta T} \quad (36)$$

Donde:

- P = Potencia que tiene que suministrar (Kcal/h)
- δ = Densidad del agua (Kg/m³)
- C_p = Calor específico del agua = 1 Kcal / kg °C.
- ΔT = Salto térmico del agua entre la ida y el retorno (5 °C para la red de agua fría)

Para pasarlos a l/h, hay que multiplicar el valor resultante por 1000.

⇒ Velocidad

La velocidad de cada tramo se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = v \cdot S \rightarrow S = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad (37)$$

Donde:

- Q = Caudal volumétrico, expresado en m³/s.
- v = velocidad del tramo, expresada en m/s.
- D = Diámetro interior de la tubería, expresado en m.

⇒ Pérdidas de carga

Para calcular las pérdidas de carga existentes en cada uno de los tramos de las tuberías por las que circula el fluido caloportador, se emplea la siguiente fórmula de Flamant

La Fórmula de Flamant (38) se usa para calcular las pérdidas de carga en tuberías rugosas con diámetros inferiores a 1.5 metros y agua a presión. La fórmula es la siguiente:

$$J_i = K \cdot \frac{V^{7/4}}{D^{5/4}} \quad (38)$$

Siendo:

- J_i = pérdida de carga en m.c.a./m de tubería.
- K = coeficiente de cada material de tubería, para el acero es 0,0007
- V = velocidad en m/s.
- D = Diámetro interior en m.

Se conoce el caudal de agua necesario para las baterías de los fancoils, ya que se ha calculado anteriormente, por lo que se elige ahora el diámetro de las tuberías. Se escogerá el menor diámetro posible, teniendo en cuenta:

- Pérdida de carga inferior a 40 mm·c.a./m de longitud equivalente.
- Velocidad inferior a 2 m/s, evitando así el ruido y la producción de erosiones en las tuberías según el RITE. Se pueden ver los valores resumen en la tabla 4.10

Tub. Metálicas.	< 2 m/s
Tub. Termoplásticas	< 2,5 m/s
Tub. Int. Viviendas	< 1 m/s
Tub. Resto Locales	< 1,2 m/s

Tabla 4.10 Velocidad de agua recomendada según tipo de tuberías

En cuanto a las longitudes de las tuberías, se le aplica un coeficiente de mayoración, en este caso 1.3, para obtener una longitud equivalente donde se incluyen las pérdidas de carga localizadas en los accesorios de cada tramo como codos,

válvulas, etc. Por tanto, se multiplica cada uno de los tramos por el coeficiente de mayoración y se obtiene la longitud equivalente en pérdidas de carga.

La pérdida de carga total se obtiene mediante la multiplicación de la pérdida obtenida mediante la ecuación y la longitud equivalente de la tubería.

Para saber el diámetro en milímetros, se utiliza la siguiente tabla:

Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Diametro Nominal DN [mm]	Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Nominal Diameter DN [mm]	Nominal Pipe Size NPS [pulgadas]	Nominal Diameter DN [mm]
1/8	6	6	150	48	1200
1/4	8	8	200	52	1300
3/8	10	10	250	56	1400
1/2	15	12	300	60	1500
3/4	20	14	350	64	1600
1	25	16	400	68	1700
1 1/4	32	18	450	72	1800
1 1/2	40	20	500	76	1900
2	50	24	600	80	2000
2 1/2	65	28	700	88	2200
3	80	32	800	96	2400
3 1/2	90	36	900	104	2600
4	100	40	1000	112	2800
4 1/2	115	42	1050	120	3000
5	125	44	1100	128	3200

Tabla 4.11 Conversión de mm a diámetros comerciales en pulgadas

Para facilitar el cálculo, se ha dividido la instalación en varios tramos, designados por letras en el plano.

Con todo lo descrito anteriormente, realizamos los cálculos y obtenemos la siguiente distribución de tubería

	Tramo	Caudal (l/h)	Caudal (m³/h)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Coefficiente de mayoración	Longitud equivalente (m)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (mm.c.a/m)	Pérdida de carga total (m.c.a)
CIRCUITO HIDRÁULICO PLANTA BAJA	AB	3439,2	3,44	1 1/2	40	4,63	1,3	6,02	0,76	24,220	0,146
	B7	412,704	0,41	3/4	20	5,33	1,3	6,93	0,36	15,945	0,110
	BC	3026,496	3,03	1 1/2	40	3,8	1,3	4,94	0,67	19,365	0,096
	C6	412,704	0,41	3/4	20	5,52	1,3	7,18	0,36	15,945	0,114
	CD	2613,792	2,61	1 1/4	32	6,07	1,3	7,89	0,90	43,244	0,341
	D5	687,84	0,69	3/4	20	1,6	1,3	2,08	0,61	38,983	0,081
	DE	1925,952	1,93	1 1/4	32	0,63	1,3	0,82	0,67	25,341	0,021
	E4	687,84	0,69	3/4	20	4,85	1,3	6,31	0,61	38,983	0,246
	EF	1238,112	1,24	1	25	2,77	1,3	3,60	0,70	37,781	0,136
	F3	412,704	0,41	3/4	20	4,14	1,3	5,38	0,36	15,945	0,086
	FG	825,408	0,83	1	25	4,71	1,3	6,12	0,47	18,583	0,114
	G2	412,704	0,41	3/4	20	2,15	1,3	2,80	0,36	15,945	0,045
	G1	412,704	0,41	3/4	20	2,75	1,3	3,58	0,36	15,945	0,057
CIRCUITO HIDRÁULICO NAVE	OP	12897	12,90	2 1/2	65	25,78	1,3	33,51	1,08	24,388	0,817
	P1	4299	4,30	1 1/2	40	0,49	1,3	0,64	0,95	35,791	0,023
	PQ	8598	8,60	2	50	7,53	1,3	9,79	1,22	41,711	0,408
	Q2	4299	4,30	1 1/2	40	0,49	1,3	0,64	0,95	35,791	0,023
	Q3	4299	4,30	1 1/2	40	8,76	1,3	11,39	0,95	35,791	0,408
CIRCUITO HIDRÁULICO PRIMERA PLANTA	HI	3714,336	3,71	1 1/2	40	9,59	1,3	12,47	0,82	27,712	0,345
	I14	687,84	0,69	3/4	20	1,73	1,3	2,25	0,61	38,983	0,088
	IJ	3026,496	3,03	1 1/2	40	3,72	1,3	4,84	0,67	19,365	0,094
	J13	687,84	0,69	3/4	20	5,37	1,3	6,98	0,61	38,983	0,272
	JK	2338,656	2,34	1 1/4	32	2,12	1,3	2,76	0,81	35,595	0,098
	K12	412,704	0,41	3/4	20	1,92	1,3	2,50	0,36	15,945	0,040
	KL	1925,952	1,93	1 1/4	32	3,64	1,3	4,73	0,67	25,341	0,120
	L10	412,704	0,41	3/4	20	5,33	1,3	6,93	0,36	15,945	0,110
	LM	1513,248	1,51	1	25	0,35	1,3	0,46	0,86	53,677	0,024
	M11	687,84	0,69	3/4	20	1,87	1,3	2,43	0,61	38,983	0,095
	MN	825,408	0,83	1	25	4,93	1,3	6,41	0,47	18,583	0,119
	N9	412,704	0,41	3/4	20	1,81	1,3	2,35	0,36	15,945	0,038
	N8	412,704	0,41	3/4	20	3,88	1,3	5,04	0,36	15,945	0,080

Tabla 4.12 Circuito hidráulico para toda la nave

4.7. Selección de las válvulas, filtros y antivibratorios

Se colocará a la entrada de cada conducto de agua al fan-coil, aerotermos (agua fría y caliente), las bombas, el vaso de expansión, la caldera a la entrada y salida y la máquina de absorción a la entrada y salida válvulas de corte. El modelo elegido son válvulas de bola de la marca SALVADORESCODA de latón, del modelo S-2000 2 vías, de acuerdo con el artículo del R.I.T.E 04.3.

El tamaño depende del diámetro del conducto, siendo del diámetro $\frac{3}{4}$ " para los fan-coils y $1 \frac{1}{2}$ " para los aerotermos. Para el vaso de expansión será del diámetro de 1", la caldera a la entrada y salida de $2 \frac{1}{2}$ " y para la máquina de absorción a la entrada y salida de $2 \frac{1}{2}$ ".

Se utilizarán válvulas de 3 vías con brida de la marca SALVADORESCODA de diámetro de $\frac{3}{4}$ " para los fan-coils y de $1 \frac{1}{2}$ " para los aerotermos y en el circuito primario de diámetro $2 \frac{1}{2}$ ".

Los antivibratorios se han diseñado y dimensionado de acuerdo con lo establecido en UNE 100156. Se colocan a la salida del agua de la caldera y de la enfriadora y a la entrada del agua en las bombas. Se han elegido de la marca SEDICAL, de diámetros $2 \frac{1}{2}$ " (máquina de absorción) y $2 \frac{1}{2}$ " (caldera).

Todas las bombas y válvulas deben protegerse por medio de filtros situados aguas arriba del elemento a proteger, según el artículo del R.I.T.E 02.8.7. En nuestro caso se colocan antes de la entrada del agua en las bombas. Se han elegido filtros de la marca BIDARTE, del tipo "Y" roscado y de diámetros de $2 \frac{1}{2}$ ".

4.8. Cálculo del Depósito de Inercia

El depósito de inercia se encuentra en la sala de máquinas y su función es albergar agua mantenida a la temperatura adecuada. Se hace una medición constante de la temperatura del agua que contiene, y cuando existe una variación de un grado o varios, arranca la máquina de absorción y la caldera, o solo la caldera para compensarla.

Para calcular los depósitos se estima el volumen de agua necesario para mantener la instalación en funcionamiento, durante 5-10 minutos. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{t \cdot Q}{60 \cdot \Delta T \cdot C_e} \quad (39)$$

Donde:

- t: tiempo (10 minutos)
- Q: potencia enfriadora (Wh)
- ΔT : incremento de la temperatura (7/12 °C)
- C_e : calor específico del agua (1,16 Wh/(°C·l))

$$V = \frac{10 \cdot 105000}{60 \cdot 5 \cdot 1,16} = 3017,24 \text{ litros} \quad (40)$$

Con ese dato, elegimos un depósito de la marca INEROX, modelo ISC OSE, de 4000 litros de capacidad. Tiene como dimensiones 1860 mm de diámetro y 2320 mm de altura, para temperaturas de hasta 95 °C .

4.9. Cálculo del vaso de expansión.

El agua, como cualquier fluido, se expande o dilata cuando experimenta un cambio de temperatura. En nuestro caso pueden existir algunas variaciones, por lo que es necesario la instalación de unos depósitos en el colector cuya única función es la de evitar que estos cambios de temperatura puedan dañar la instalación de tuberías. Por tanto, se colocarán vasos de expansión que eviten las variaciones de presión que provocarían esfuerzos en la instalación.

La fórmula de cálculo del volumen del vaso es:

$$V_f = V_u \cdot C_p = V_t \cdot F_d \cdot C_p \quad (41)$$

Donde:

- V_f = volumen total del vaso de expansión
- V_u = volumen útil o volumen del fluido expansionado
- C_p = es el coeficiente de presión del gas (aire o nitrógeno, según con qué llenemos el vaso).
- V_t = volumen de agua de la instalación

- F_d = factor de dilatación del agua según la temperatura del agua 90 °C, que es la temperatura máxima de la salida de la caldera. se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$F_d = (3,24 \cdot t^2 + 102,13 \cdot t - 2708,3) \cdot 10^{-6} = 0,0328 \quad (42)$$

Lo primero hay que calcular el contenido de agua de todo el sistema de calefacción lleno y El volumen total de la instalación será:

$$V_{total} = V_{caldera} + V_{tuberías} + V_{fancoils} + V_{aerotermos} + V_{depósito\ de\ inercia} \quad (43)$$

- El contenido de agua en la caldera, según vemos en sus características enumeradas anteriormente, es de 580 litros.
- El contenido de agua en las tuberías de distribución es de 177,89 litros.
- El contenido en agua de los fan-coils es (según el catálogo):
 - Fan-coil 42GW 004: 0,55 l/fan-coil * 9 fan-coil = 4,95 l
 - Fan-coil 42GW 008: 1,1 l/fan-coil * 5 fan-coils = 5,5 l

El total de agua en los fan-coils es 10,45 litros.

- El contenido de agua de los aerotermos es (según el catálogo):
 - Aerotermo 93EF68: 9,8 l/aerotermo * 3 aerotermos = 29,4 l

El total de agua en los aerotermos es 29,4 litros.

- El contenido de agua en el depósito de inercia es de 3017,24 litros.

El coeficiente de presión para el cálculo del volumen total de los vasos de expansión cerrados sin trasiego de fluido al exterior del sistema se halla partiendo de la ecuación de estado para gases perfectos, considerando que la variación de volumen tenga lugar a temperatura constante (ley de Boyle y Mariotte). Este coeficiente, positivo y mayor que la unidad, representa la relación entre el volumen total y el volumen útil del vaso de expansión. Se calcula con la fórmula:

$$C_p = \frac{V_f}{V_u} \rightarrow C_p = \frac{P_M}{(P_M - P_m)} \quad (44)$$

Donde:

- P_M = La presión absoluta del circuito a la temperatura máxima (presión de tarado de la válvula de seguridad más la presión atmosférica).
- P_m = La presión absoluta del circuito a la temperatura inicial de llenado (presión debida a la columna del líquido más la presión atmosférica).

Para esta instalación, los valores son los siguientes:

$$P_M = 4bar ; P_m = 1,7bar \rightarrow C_p = \frac{P_M}{(P_M - P_m)} = \frac{4}{4 - 1,7} = 1,73 \quad (45)$$

Sustituyendo todos los datos obtenidos en la fórmula principal, se obtiene:

$$V_f = 3017,24 \text{ litros} \cdot 0,0328 \cdot 1,73 = 171,21 \text{ litros} \quad (46)$$

La capacidad mínima de agua es 171,21 litros, por tanto, se ha dispuesto un vaso de expansión de 200 litros de capacidad de la marca IBAIONDO, modelo CMF-200, con dimensiones de 600 mm de diámetro, 860 mm de altura y con un peso de 36 Kg.

4.10. Selección de las bombas hidráulicas.

El grupo de bombeo es el encargado de hacer circular el fluido por la red de tuberías. Cada parte de la red de tuberías tiene su propio grupo. La elección de la bomba se reduce al cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías, ya que al ser circuito cerrado no hace falta tener en cuenta la altura. Las pérdidas de carga consideradas en el cálculo son:

- Pérdidas de carga primarias y secundarias.

Las pérdidas de carga totales que incluye las primarias y secundarias han sido calculadas anteriormente.

- Pérdidas de carga en fan-coils.

En los fan-coils el agua pasa por una bobina de tuberías sufriendo una elevada pérdida de carga secundaria y haciendo necesario su cálculo. Para ello, el fabricante de los equipos pone a disposición una gráfica de las pérdidas de carga en función del caudal que atraviesa el equipo para cada modelo

El caudal y presión necesarios de cada una de las bombas seleccionadas se ha calculado de la siguiente forma.

El caudal de la bomba 1 es el mismo caudal del tramo AB, ya que es el caudal total que se bifurca en los tramos posteriores, por tanto, es igual al caudal volumétrico de este tramo.

$$Q = 3,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sin embargo, la presión necesaria es la suma de todas las pérdidas de presión total del tramo más desfavorable, es decir, la suma de las pérdidas totales de los tramos AB, BC, CD, DE, EF, FG y G-1. Como el tramo es doble, impulsión más retorno, se debe multiplicar por dos esta suma. A esta suma, se le ha añadido la pérdida de carga del fancoil 1. Por tanto, la pérdida de carga total del tramo más desfavorable 1 es:

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 1} \quad (47)$$

$$= ((0,146 + 0,096 + 0,341 + 0,021 + 0,136 + 0,114 + 0,057) \cdot 2) + 0,867 \text{ (fancoil)}$$

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 1} = 2,69 \text{ m.c.a}$$

Aplicando un factor de seguridad del 10%:

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 1} = 2,96 \text{ m.c.a} \quad (48)$$

Se colocará una bomba que impulsará un caudal de 3,44 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 2,96 m.c.a.

Se elige una bomba de la marca EBARA, modelo LPS 25/15 de acero inoxidable

De igual modo, el caudal de la bomba 2 es el mismo caudal del tramo OP, ya que es el caudal total que se bifurca en los tramos posteriores, por tanto, es igual al caudal volumétrico de este tramo.

$$Q = 12,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sin embargo, la presión necesaria es la suma de todas las pérdidas de presión total del tramo más desfavorable, es decir, la suma de las pérdidas totales de los tramos OP, PQ y Q-3. Como el tramo es doble, impulsión más retorno, se debe multiplicar por dos esta suma. A esta suma, se le ha añadido la pérdida de carga que se produce en el aerotermo 3. Por tanto, la pérdida de carga total del tramo más desfavorable 2 es:

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 2} = ((0,817 + 0,408 + 0,408) \cdot 2) + 0,683 \text{ (aerotermo)} \quad (49)$$

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 2} = 3,95 \text{ m.c.a}$$

Aplicando un factor de seguridad del 10%:

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 2} = 4,35 \text{ m.c.a} \quad (50)$$

Se colocará una bomba que impulsará un caudal de 12,9 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 4,35 m.c.a.

Se elige una bomba de la marca EBARA, modelo LPS 40/40 de acero inoxidable

El caudal de la bomba 3 es el mismo caudal del tramo HI, ya que es el caudal total que se bifurca en los tramos posteriores, por tanto, es igual al caudal volumétrico de este tramo.

$$Q = 3,71 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sin embargo, la presión necesaria es la suma de todas las pérdidas de presión total del tramo más desfavorable, es decir, la suma de las pérdidas totales de los tramos HI, IJ, JK, KL, LM, MN, N-8. Como el tramo es doble, impulsión más retorno, se debe multiplicar por dos esta suma. A esta suma, se le ha añadido la pérdida de carga que

se produce en el fancoil 3. Por tanto, la pérdida de carga total del tramo más desfavorable 3 es:

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 3} \quad (51)$$
$$= ((0,345 + 0,094 + 0,098 + 0,120 + 0,024 + 0,119 + 0,080) \cdot 2) + 0,867 \text{ (fancoil)}$$

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 3} = 2,63 \text{ m.c.a}$$

Aplicando un factor de seguridad del 10%:

$$\Delta P \text{ Totales Tramo 3} = 2,89 \text{ m.c.a} \quad (52)$$

Se colocará una bomba que impulsará un caudal de 3,71 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 2,89 m.c.a.

Se elige una bomba de la marca EBARA, modelo LPS 25/15 de acero inoxidable

La bomba 4 impulsa el agua caliente en el circuito entre la máquina de absorción y la caldera. Se colocará una bomba que impulsará un caudal de 23,2 m³/h y que tendrá que vencer una pérdida de carga de 3,52 m.c.a.

La bomba 5 impulsa el agua fría que sale de la máquina de absorción hacia el depósito de inercia. Se colocará una bomba que impulsará un caudal de 16,5 m³/h y que tendrá que vencer una pérdida de carga de 3,52 m.c.a.

Se elige una bomba de la marca EBARA, modelo ETHERMA-E FLEX 6-95 autorregulable.

Anejo 4

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Índice del Anejo: Plan de Seguridad y Salud

1. INTRODUCCIÓN	159
1.1. Proyecto, promotor y constructor	159
1.2. Objeto del plan	159
2. MEMORIA INFORMATIVA	160
2.1. Datos de la obra.....	160
2.1.1. Emplazamiento	160
2.1.2. Plan de ejecución de la obra	160
2.1.3. Accesos	160
2.1.4. Centro asistencial más próximo.....	160
2.2. Descripción de la obra	160
2.2.1. Tipo de obra	160
2.2.2. Sistema técnico constructivo de las fases a desarrollar	160
2.2.3. Circulación de personas ajenas a la obra	161
2.2.4. Suministro de energía eléctrica	161
2.2.5. Suministro de agua	161
3. MEMORIA DESCRIPTIVA	161
3.1. Trabajos previos al inicio de las obras	161
3.2. Localización e identificación de las zonas con riesgos especiales	161
3.3. Orden de ejecución de los trabajos	162
4. RIESGOS, NORMAS DE SEGURIDAD Y SISTEMAS DE PROTECCION COLECTIVOS Y PERSONALES SEGÚN DISTINTAS FASES DE LOS TRABAJOS	162
4.1. Trabajos previos al inicio de las obras	162
4.2. Normas sobre maniobras de izado de cargas	163
4.3. Montaje de las instalaciones	164
4.3.1. Riesgos no eliminables	164
4.3.2. Medidas preventivas	165
4.3.3. Protecciones personales.....	166
4.3.4. Notas suplementarias	166
5. MAQUINAS HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES.....	167
5.1. Maquinas herramientas	167
5.1.1. Normas de carácter específico	167
5.1.2. Manejo de herramientas punzantes	167
5.1.3. Máquinas eléctricas portátiles	168

5.2. Soldadura eléctrica	170
5.3. Manipulación de sustancias químicas.....	170
5.4. Medios auxiliares	171
5.4.1. Andamios	171
5.4.2. Andamios transportables y giratorios	171
5.4.3. Escaleras.....	172
5.4.4. Protecciones colectivas	172
5.5. Del personal de la obra	173
5.6. Del instalador	173
5.7. Del propietario.....	173
5.8. Del presente pliego	173

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Proyecto, promotor y constructor

El plan de Seguridad y Salud contempla el Proyecto y los posteriores trabajos que son necesarios realizar, para dotar a un edificio de los equipos y sistemas para su climatización.

El proyecto ha sido llevado a cabo por Abdellah Taib Chabbar (Grado en Ingeniería mecánica).

El propietario del edificio es la empresa.

1.2. Objeto del plan

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de una obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, mantenimiento, y las instalaciones de salud y bienestar de los trabajadores. Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa instaladora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas.

La empresa adjudicataria de la obra podrá modificar los elementos auxiliares, maquinaria y sistemas de prevención que en este Plan se presentan, siempre que la Dirección Facultativa lo autorice, quedando reflejado cualquier cambio en el libro de incidencias existente en obra.

El presente Plan se presentará a la aprobación expresa de la Dirección Facultativa, una vez aprobado el Plan se presentará a la Autoridad Laboral al solicitar la apertura del nuevo centro de trabajo.

En todo momento estará disponible en obra una copia del presente Plan de Seguridad y Salud al igual que el Libro de Incidencias suministrado por el Colegio Profesional correspondiente a la Dirección Facultativa.

En el presente estudio se analizarán los trabajos necesarios para la ejecución del “Proyecto de calefacción y climatización de una nave industrial y oficinas”, se identificarán

los riesgos inherentes a dichos trabajos y se dispondrán las premisas para la selección y adopción de las medidas preventivas para el control de los riesgos.

2. MEMORIA INFORMATIVA

2.1. Datos de la obra

2.1.1. Emplazamiento

El edificio en donde se va a realizar la instalación está situado en el Polígono Industrial San Luis Término Municipal de Málaga, al cual se accede por la Ctra. de Campanillas.

2.1.2. Plan de ejecución de la obra

El plan de ejecución de obra previsto es de 6 meses.

2.1.3. Accesos

Los accesos a la parcela donde se encuentra la nave, tanto peatonal como rodados, se realizan desde la Ctra. de Campanillas.

2.1.4. Centro asistencial más próximo

Para la asistencia médica se acudirá al Centro de Salud de campanilla, y en caso de extrema gravedad, serán enviados al Hospital Carlos Haya de Málaga.

2.2. Descripción de la obra

2.2.1. Tipo de obra

La obra a realizar es de promoción privada. Tiene como finalidad la colocación de los elementos necesarios para calefactar y climatizar una nave industrial y sus oficinas.

2.2.2. Sistema técnico constructivo de las fases a desarrollar

- Instalación de unidades climatizadoras en la nave, conductos de aire para impulsión y retorno, y rejillas.
- Instalación de sala de calderas
- instalación de la caldera, la enfriadora, los fan-coils y aerotermos

2.2.3. Circulación de personas ajenas a la obra

Está totalmente prohibido el acceso a la obra de personas ajenas a ella, lo cual se regulará con señalización correspondiente en todos los accesos a la misma.

2.2.4. Suministro de energía eléctrica

El suministro eléctrico, tanto de las instalaciones de mando y control de las unidades a instalar, como las correspondientes tomas auxiliares para la realización de la obra, se efectuará desde las líneas de distribución y de los cuadros de luz correspondientes instalados cerca de los puntos de consumo.

2.2.5. Suministro de agua

La toma de agua para el llenado de las instalaciones se realizará de las canalizaciones de agua fría que el polígono industrial tiene.

3. MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1. Trabajos previos al inicio de las obras

- Ejecución y comprobación del replanteo con aprobación del acta correspondiente.
- Vallado y cerramiento de la zona de obras.
- Señalización de zonas de entrada y salida de personas y vehículos.
- Colocación de señales de seguridad “Prohibido el paso a personas ajenas a la obra”, “uso obligatorio de casco”, etc.
- Se comprobará la protección sobre todo de las vías de circulación tales como escaleras y pasarelas metálicas que será necesario utilizar.
- Se pondrá especial atención en lo relativo al despeje de las vías de circulación, retirando los materiales pertenecientes a la Empresa que dificulten dicho tránsito.

3.2. Localización e identificación de las zonas con riesgos especiales

A medida que se vayan sucediendo los trabajos y se sucedan las diferentes fases de la obra, también se irán modificando las zonas de prevención de los riesgos.

No obstante, se pueden señalar algunas zonas en las que los riesgos pueden ser ciertos si no se toman las debidas medidas de protección personales o colectivas, que se especificarán más adelante en este plan.

Entre las citadas zonas, cabe destacar:

Los alrededores de las zonas en donde se realicen operaciones de montaje con riesgos de caídas de objetos, atropellos de maquinaria, generación de polvo, etc.

3.3. Orden de ejecución de los trabajos

Primero se procederá a la inspección visual de la obra, para comprobar que no existen riesgos generales, tales como escaleras o huecos mal protegidos, que las vías de acceso a los trabajos están libres de obstáculos y que las tomas tanto eléctricas como de agua que debe suministrar el contratista principal, se encuentran perfectamente definidas y protegidas.

Utilizando medios auxiliares de montaje (grúa sobre camión), se instalarán la enfriadora, caldera, climatizador, recuperador de aire, conductos de aire, tuberías, etc., que son necesarias colocar en la cubierta y en la sala de calderas.

Se procederá a la instalación eléctrica correspondiente, colocando los cuadros de maniobra y control necesarios y finalizando con el tendido del cableado y la conexión de los distintos equipos.

Por último, se procederá a las pruebas de presión y de funcionamiento, haciendo especial hincapié en las relacionadas con la seguridad de las instalaciones.

4. RIESGOS, NORMAS DE SEGURIDAD Y SISTEMAS DE PROTECCION COLECTIVOS Y PERSONALES SEGÚN DISTINTAS FASES DE LOS TRABAJOS

4.1. Trabajos previos al inicio de las obras

Se comprobará que las zonas de trabajo se encuentran limpias y ordenadas.

Se comprobará que las instalaciones auxiliares se encuentran en perfecto estado y que las zonas de trabajo se corresponden con lo especificado en el correspondiente Plan General de Seguridad de la obra.

Se comprobará que existen las señalizaciones informativas y de seguridad en las distintas fases de la ejecución y que se delimitan las zonas de paso, para que no existan interferencias con los demás gremios que actúan en la obra.

4.2. Normas sobre maniobras de izado de cargas

Comprende las operaciones de carga, descarga y colocación de elementos pesados desde el camión, hasta el lugar en donde se deben colocar, realizada con grúa automóvil o camión grúa. Para ello habrá que tener en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Hay que tomar todas las precauciones, con el fin de evitar la caída de objetos durante el transporte.
- Tensar los cables una vez enganchada la carga.
- Elevar cuidadosamente y suavemente para permitir que la carga adopte su posición de equilibrio
- Asegurarse que los cables no patinan y que los ramales están tendidos por igual.
- Si la carga está mal amarrada o mal equilibrada, depositarla en el suelo y volver a efectuar las maniobras indicadas anteriormente. Si el despegue de la carga presenta una resistencia anormal, suspender la maniobra de izado y comprobar el motivo de dicha resistencia, procediéndose a corregir el defecto.
- No sujetar nunca los cables en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden atrapadas entre la carga y el cable.
- Realizar el desplazamiento de la carga sólo cuando esté lo suficientemente elevada y no se corre el peligro de chocar con ningún obstáculo.
- Si el recorrido es largo, debe desplazarse a velocidad moderada y a la menor altura posible.
- Debe efectuarse el desplazamiento de la carga teniendo a la vista al maquinista de la grúa.
- Asegurarse que la carga no golpeará ningún obstáculo al adquirir su posición de equilibrio.
- Retener la carga mediante cuerdas o cables.
- Levantar el gancho de la grúa para que ningún obstáculo golpee con el mismo o se enganchen los cables suspendidos.
- No dejar la carga suspendida encima de un paso.
- Procurar no depositar las cargas en pasillos con circulación.
- Depositar las cargas sobre calzos y en lugares suficientemente resistentes.

- No aprisionar los cables al depositar las cargas.
- Comprobar la estabilidad de la carga en el suelo, aflojando un poco los cables.
- Calzar la carga que puede rodar, utilizando calzos cuño espesor sea 1/10 el diámetro de la carga.

Para la utilización de la grúa automóvil, se hará hincapié en los siguientes aspectos:

- El área de trabajo estará perfectamente delimitada y señalizada.
- Comprobación de la resistencia del terreno por los responsables de la obra en los lugares donde se vaya a apoyar la grúa.
- Manejo exclusivo por persona responsable y especializada.
- En la proximidad de taludes, zanjas, etc., no se ubicará la grúa sin permiso del responsable de la obra, que autorizará en su caso las distancias más adecuadas.

4.3. Montaje de las instalaciones

4.3.1. Riesgos no eliminables

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamientos.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes, pinchazos y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento o aplastamiento por objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos. Exposición a temperaturas extremas.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Agentes físicos.

- Agentes químicos.

4.3.2. Medidas preventivas

- Los huecos que queden en el forjado estarán bien protegidos y con los medios que ofrezcan garantías de solidez y estabilidad (barandillas bien ancladas al forjado, entablado sujeto de madera que no se pueda deslizar...).
- No se usarán nunca como barandillas cuerdas, cadenas, o material plástico en forma red.
- Se emplearán medios auxiliares en perfecto estado de uso.
- Instalación correcta.
- Uso acorde a las instrucciones de trabajo correspondientes (ver ITE correspondientes a escaleras, andamios y plataformas elevadoras).
- Mantener limpia, ordenada y bien iluminada la zona de trabajo y circulación.
- Montaje correcto de los andamios perfectamente arriostrados
- Perfecto acopio de materiales en la obra.
- Obligatorio calzado de seguridad con punta de acero y con plantilla resistente a la perforación.
- Utilización de guantes para el traslado del material.
- Nunca permanecerá ningún operario bajo cargas suspendidas aun cuando sea en ayuda de la maniobra.
- No se dejarán los aparatos de izar con carga suspendidas.
- Los cables y ganchos cumplirán las especificaciones contempladas en su correspondiente instrucción técnica.
- Importante la utilización del casco homologado.
- Las barandillas, tanto de andamios como de plataformas elevadoras, como de las protecciones de huecos, dispondrán de rodapiés para evitar la caída de objetos.
- Si existen trabajadores realizando trabajos en altura, es importante acotar la zona inferior y señalar las zonas de paso.
- Correcto mantenimiento y utilización de las herramientas manuales.
- Utilizar la herramienta de acuerdo con la especificación técnica correspondiente.

- Utilizar gafas de seguridad.
- Las transmisiones por poleas serán protegidas mediante carcasa que impidan el acceso directo a los órganos de rotación.
- Toda pieza en la que se trabaje debe amarrarse con firmeza y seguridad en la mesa de la máquina antes de ponerla en marcha.
- Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal experto.

4.3.3. Protecciones personales

- Casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero para el manejo de materiales.
- Uso de cinturón portaherramientas.
- Mono de trabajo y trajes de agua.
- Botas de goma con suelo antideslizante.
- Calzado con suela reforzada anticlavo.
- Los trabajadores sometidos a nivel de ruido continuado que supere los límites legales deberán estar provistos de tapones o auriculares.
- Gafas de protección contra proyecciones de partículas o polvo.
- Gafas de protección para los trabajos de soldadura.
- Peto para los trabajos de soldadura.
- Mascarillas de filtro mecánico en trabajos con polvo y pintura.
- Guantes dieléctricos para los trabajos en tensión.

4.3.4. Notas suplementarias

Cualquier duda por parte de un gremio sobre la forma de realizar una fase del trabajo, o sobre la correcta utilización de elementos auxiliares o maquinaria, será consultada a la Dirección Facultativa.

5. MAQUINAS HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES

5.1. Maquinas herramientas

5.1.1. Normas de carácter específico

⇒ Causas de los riesgos:

- Negligencia del operario
- Herramientas con mangos sueltos o rajados
- Destornilladores improvisados, fabricados “in situ” con procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de herramientas manuales como palanca sin ser esa su función.

⇒ Medidas de prevención

- No llevar llaves y destornilladores sueltos en los bolsillos, sino en fundas adecuadas sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca.

5.1.2. Manejo de herramientas punzantes

⇒ Causas de los riesgos

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al mango de la herramienta
- Material de calidad deficiente
- Uno prolongado sin adecuado mantenimiento
- Desconocimiento o imprudencia del operario

⇒ Medidas de prevención

- En cinceles y punteros hay que comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Deberán estar perfectamente afiladas para un buen funcionamiento.
- No cincelar, taladrar o marcar, etc., nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y puntero para aflojar tuercas.
- El vástago será suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano.
- No mover la broca o cincel para agrandar agujeros.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se vuelven quebradizas y frágiles.

⇒ Medidas de protección

- Deben emplearse gafas anti-impactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales con protectoras abatibles si se trabaja en la proximidad de otros operarios.

5.1.3. Máquinas eléctricas portátiles

⇒ Riesgos

De forma genérica, las medidas de seguridad a adoptar al utilizar máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar, dejarla limpia y desconectada de la corriente.

- El operario debe estar adiestrado en su uso y conocer las presentes normas.

⇒ Taladro

- Utilizar gafas anti-impacto o pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas colgantes.
- En caso de producir polvo, utilizar mascarilla.
- Para fijar las brocas utilizar la llave adecuada para ese uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca para agrandar agujeros.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo no dejar la broca en el taladro.
- Esmeriladora circular
- El operario se equipará con gafas antipartículas, herméticas, ajustables mediante goma elástica, protección auditiva y guantes de seguridad.
- Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, el material y la máquina.
- No utilizar muelas que no lleven las indicaciones obligatorias, tales como grano, grado, velocidad máxima de trabajo, diámetro máximo y mínimo, etc.
- El cambio de disco se realizará siempre con la máquina parada.
- No atacar bruscamente la pieza a amolar.
- Evitar que ningún cuerpo extraño se introduzca entre la muela y el protector.
No trabajar con las caras de una muela plana.
- No trabajar con la ropa floja o suelta.
- Vigilar el desgaste del disco para evitar que se casque.
- Se recomienda la colocación de mamparas para evitar daños a terceros.
- Para pasar herramientas de un operario a otro, realizarlo siempre con la máquina parada y a ser posible dejarla en el suelo para que el otro la coja.
- Los cables eléctricos deberán estar en perfecto estado.

5.2. Soldadura eléctrica

En previsión de contactos eléctricos respecto al círculo de alimentación se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Revisar periódicamente el buen estado del cable de alimentación.
- Adecuado aislamiento de bornes.
- Conexión y perfecto funcionamiento de la toma de tierra.
- El operario deberá utilizar careta de soldador.

En previsión de proyecciones de partículas incandescentes se adoptarán las siguientes previsiones:

- El operario utilizará guantes de soldador, pantalla facial, chaqueta de cuero, mandil y botas de soldador.
- Se colocarán adecuadamente mantas ignífugas y mamparas opacas para resguardar de rebotes al personal próximo.
- Se adoptarán precauciones para que la soldadura no dañe redes y cuerdas de seguridad al entrar en contacto con el calor, chispas, escoria, etc.
- Se adoptarán precauciones para que la soldadura no provoque:
 - Incendios al entrar en contacto con materiales combustibles.
 - Deflagraciones al entrar en contacto con vapores y sustancias inflamables.

5.3. Manipulación de sustancias químicas

En los trabajos de montaje se pueden emplear sustancias químicas perjudiciales para la salud, sobre todo desengrasantes, limpiadores, pegamentos desoxidantes, pinturas, etc.

Cuando se utilicen este tipo de sustancias, se deberán tomar las siguientes medidas:

- Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados, indicando el nombre del comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según legislación vigente).
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.

- Se utilizarán los lugares ventilados, haciendo uso de gafas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.
- En el caso de tener que utilizarse en lugares cerrados o mal ventilados, se emplearán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.
- Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con el objetivo de que las salpicaduras estén más rebajadas. No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

5.4. Medios auxiliares

5.4.1. Andamios

⇒ Riesgos

Caídas a distinto nivel de personas, materiales y herramientas por:

- Deslizamientos.
- Roturas de tablones.
- Rotura de andamio.
- Golpes, cortes, etc.

⇒ Normas de seguridad

- Los elementos de unión de las distintas piezas han de cumplir su función con la permanencia y fijeza debidas.
- Tiene que asegurarse tanto a los trabajadores que han de trabajar en el andamio como a los demás.
- Deben tenerse en cuenta dentro de las cargas de trabajo el peso del material que provisionalmente se acumulará en el andamio, así como los mecanismos o aparejos que puedan situarse sobre ellos.
- Todos los andamios antes de su primera utilización deben someterse a un reconocimiento y a una prueba de carga por personal competente. Los reconocimientos deben repetirse diariamente.

5.4.2. Andamios transportables y giratorios

- La altura no podrá ser superior a cuatro veces su lado menor.

- Las ruedas dispondrán de dispositivo de bloqueo, o en caso contrario, se deberán acuñar por ambos lados.
- El desplazamiento del andamio se deberá efectuar sin personas en él.
- En los andamios metálicos se determinarán el número de perfiles o tubos que los constituyen, se sección, disposición y separación entre ellos, piezas de unión, anclajes, etc., de forma que pueda cumplirse la perfecta estabilidad y seguridad de los trabajadores.

5.4.3. Escaleras

⇒ Utilización de escaleras

- El ascenso y descenso de la escalera se realizará siempre de frente a la misma. No la utilizarán a la vez más de un trabajador.
- No se trabajará fuera de la vertical de la escalera.
- No se colocará la escalera detrás de puertas móviles.

⇒ Uso de escaleras portátiles de mano

- Los largueros serán de una sola pieza.
- Los peldaños estarán ensamblados.
- No existirán empalmes en los largueros de las escaleras.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes en su extremo inferior.
- La inclinación de la escalera será aproximadamente de 75°.

⇒ Uso de escaleras de tijera

- Dispondrán de topes de seguridad en su articulación superior.
- Estarán provistas de cable o cadena que impidan su abertura.

5.4.4. Protecciones colectivas

Todo el contorno de los andamios tiene que estar protegido por barandillas sólidas y rígidas de 90 cm de altura, y por rodapiés que eviten el deslizamiento de los trabajadores, materiales o herramientas.

5.5. Del personal de la obra

Todo operario, que por razón de su oficio haya de intervenir en la instalación, tiene derecho a reclamar de su dirección todos aquellos elementos que de acuerdo con la legislación vigente, garanticen su seguridad personal durante la preparación y ejecución de los trabajos.

El instalador exigirá de sus operarios el empleo de los elementos de seguridad.

5.6. Del instalador

Es obligación del instalador, dar cumplimiento a lo legislado y vigente, respecto de honorarios, jornales y seguros, siendo sólo él responsable de las sanciones que de su incumplimiento puedan derivarse.

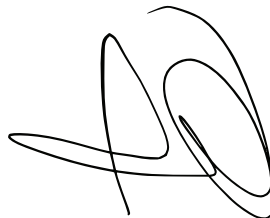
5.7. Del propietario

El propietario o contratista tiene la obligación de facilitar al instalador un ejemplar completo del presente Proyecto, a fin de que pueda hacerse con el cargo de todas y cada una de las obligaciones que se especifican en este Pliego.

5.8. Del presente pliego

El presente Pliego de Condiciones Técnicas de Seguridad y Salud tiene el carácter de órdenes fehacientes comunicadas al instalador, el cual antes de dar comienzo deberá leerlo completo, no pudiendo alegarse ignorancia, por su parte importante del Proyecto.

Linares, Jaén, febrero de 2019

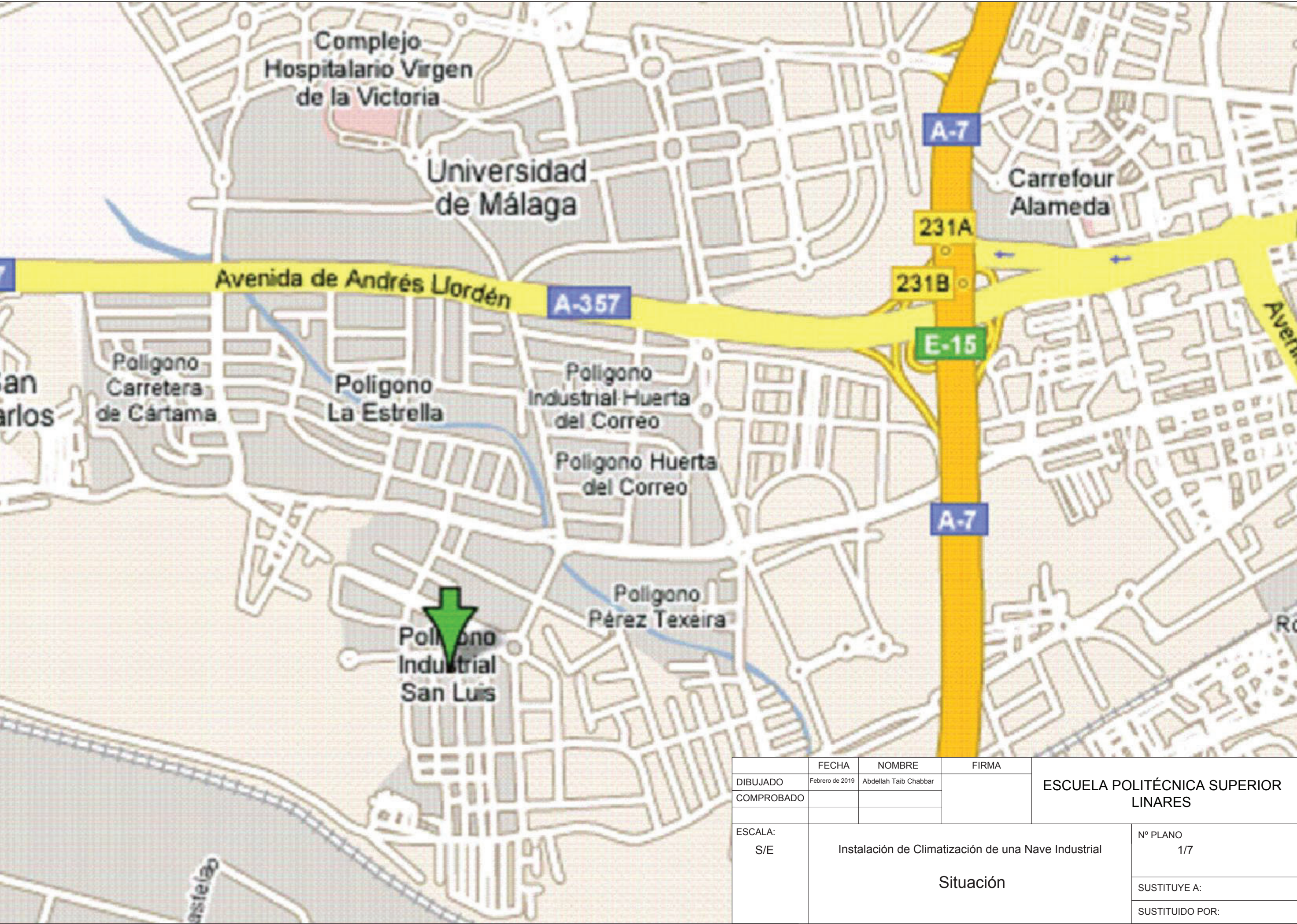


Abdellah Taib, Chabbar

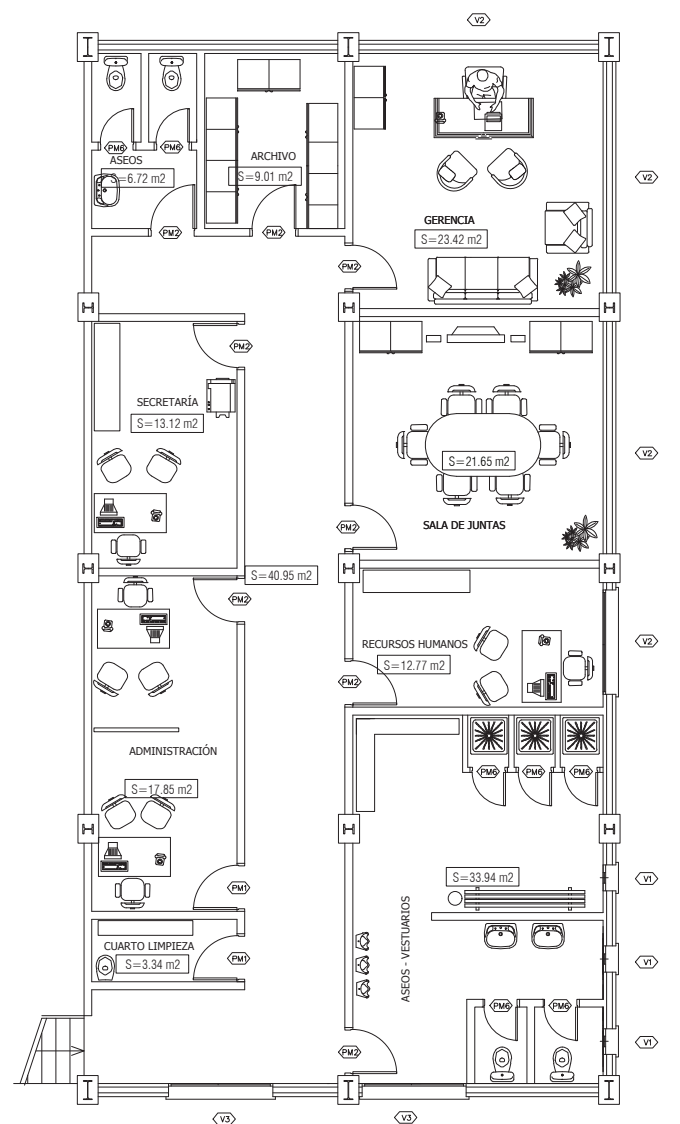
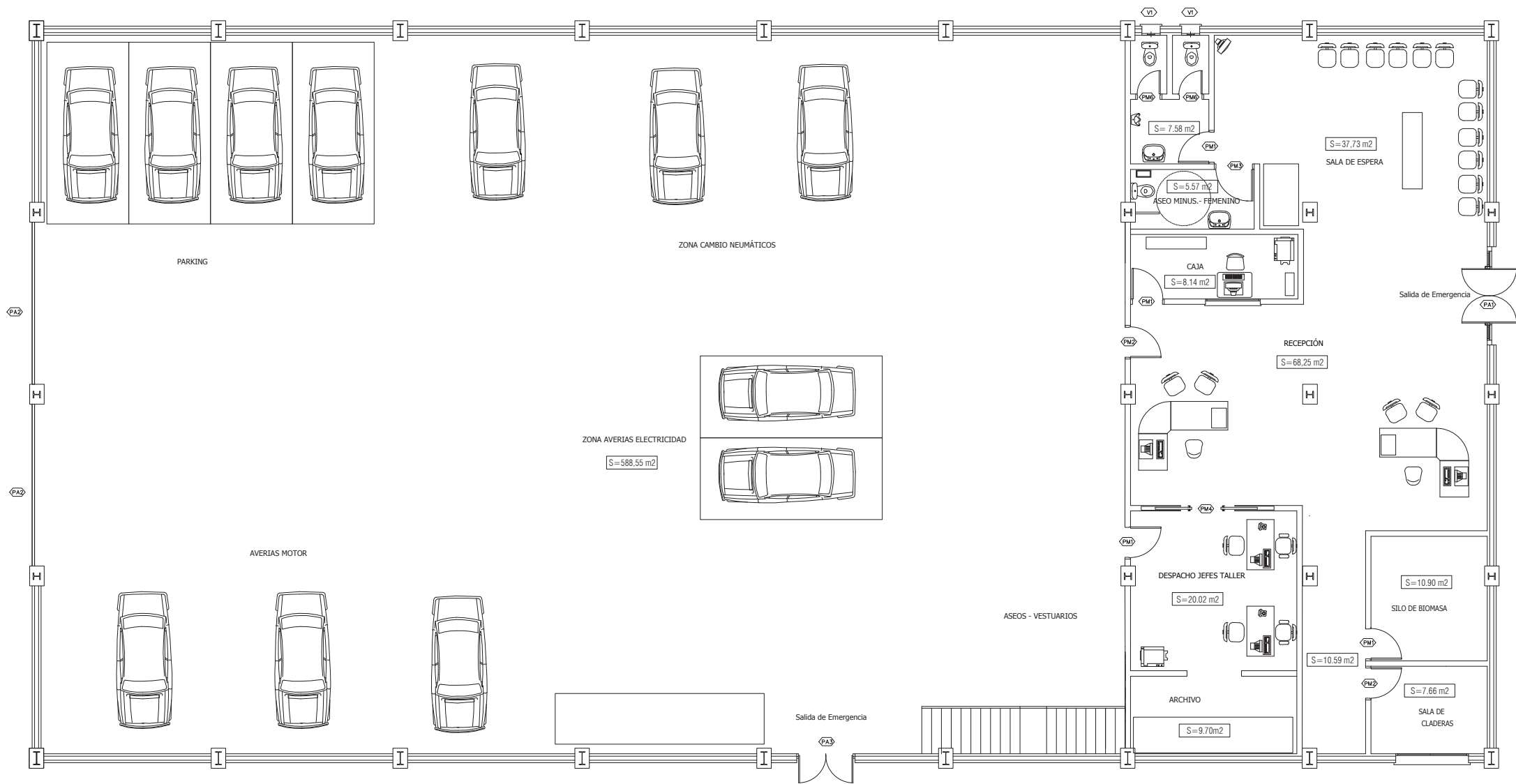
PLANOS

Índice de Planos

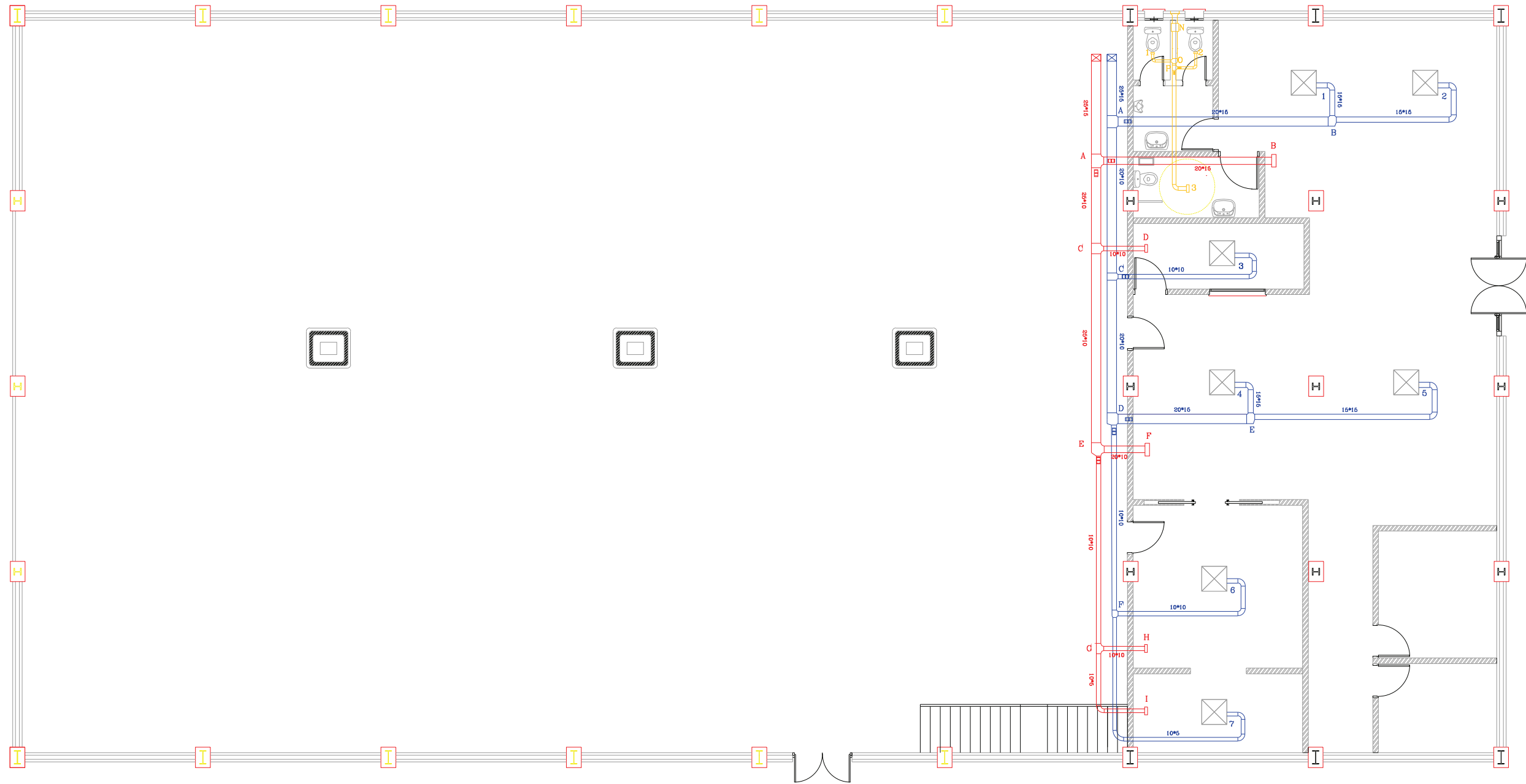
1.	PLANO DE SITUACIÓN.....	177
2.	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA NAVE.....	178
3.	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN PLANTA BAJA.....	179
4.	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN PRIMERA PLANTA	200
5.	INSTALACIÓN DE FAN COILS Y TUBERÍAS PLANTA BAJA	201
6.	INSTALACIÓN DE FAN COILS Y TUBERÍAS PRIMERA PLANTA	202
7.	ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRAULICO	203



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Febrero de 2019	Abdellah Taib Chabbar		
COMPROBADO				
ESCALA: S/E	Instalación de Climatización de una Nave Industrial Situación			Nº PLANO 1/7
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



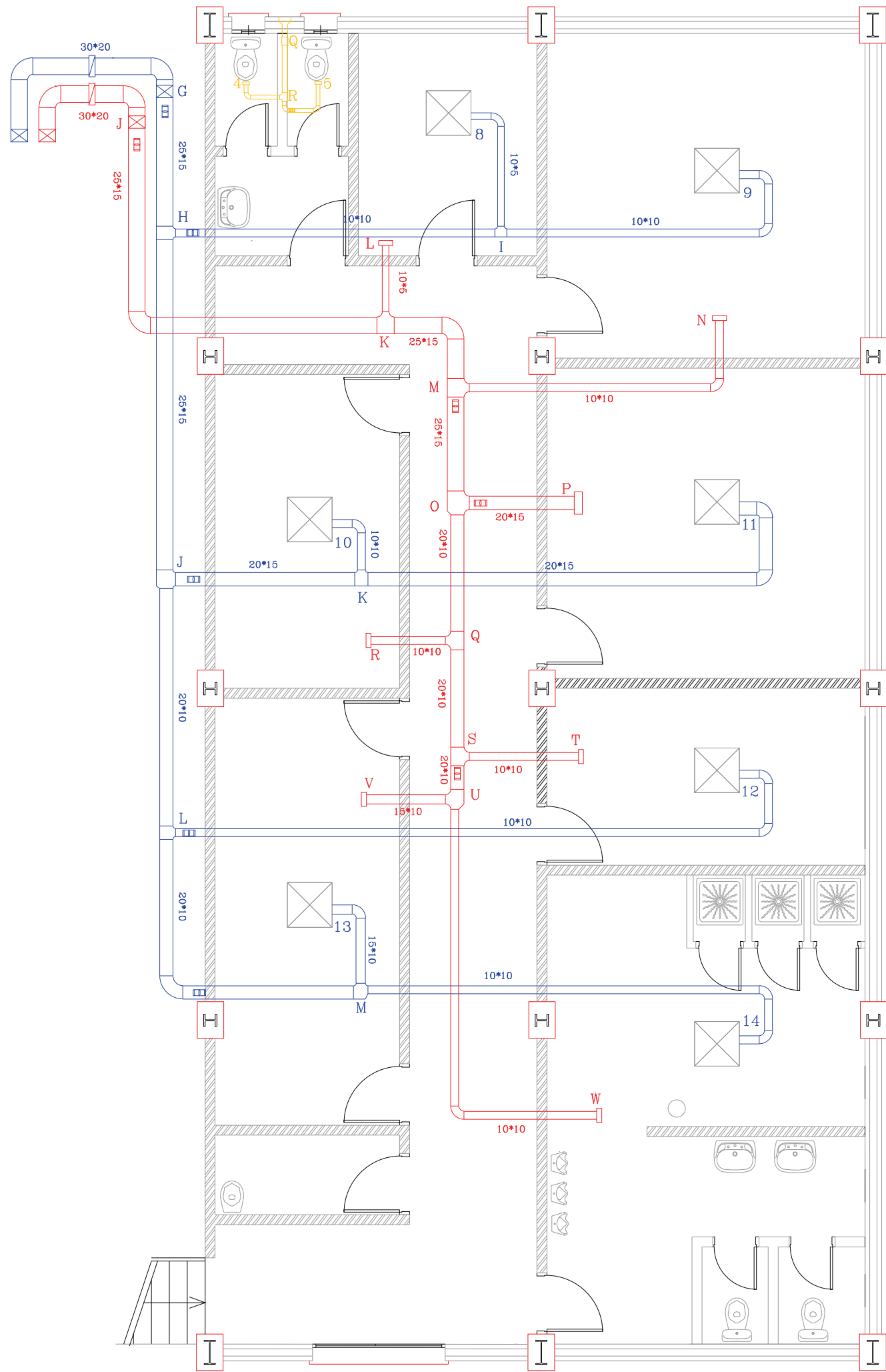
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Febrero de 2019	Abdellah Taib Chabbar		
COMPROBADO				
ESCALA: 1:100	Instalación de Climatización de una Nave Industrial			Nº PLANO 2/7
Distribución de la Nave Industrial				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



LEYENDA

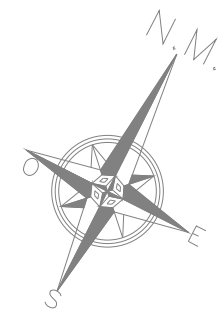
	Tramo Entrada Aire
	Tramo Extracción Aire
	Tramo Extracción Aire Aseos
	Equipo Fan Coils Techo
	Regulador de Caudal
	Equipo Aerotermo Techo

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Febrero de 2019	Abdellah Taib Chabbar		
COMPROBADO				
ESCALA: 1:100	Instalación de Climatización de una Nave Industrial			Nº PLANO 3/7
	Instalación de Ventilación Planta Baja			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

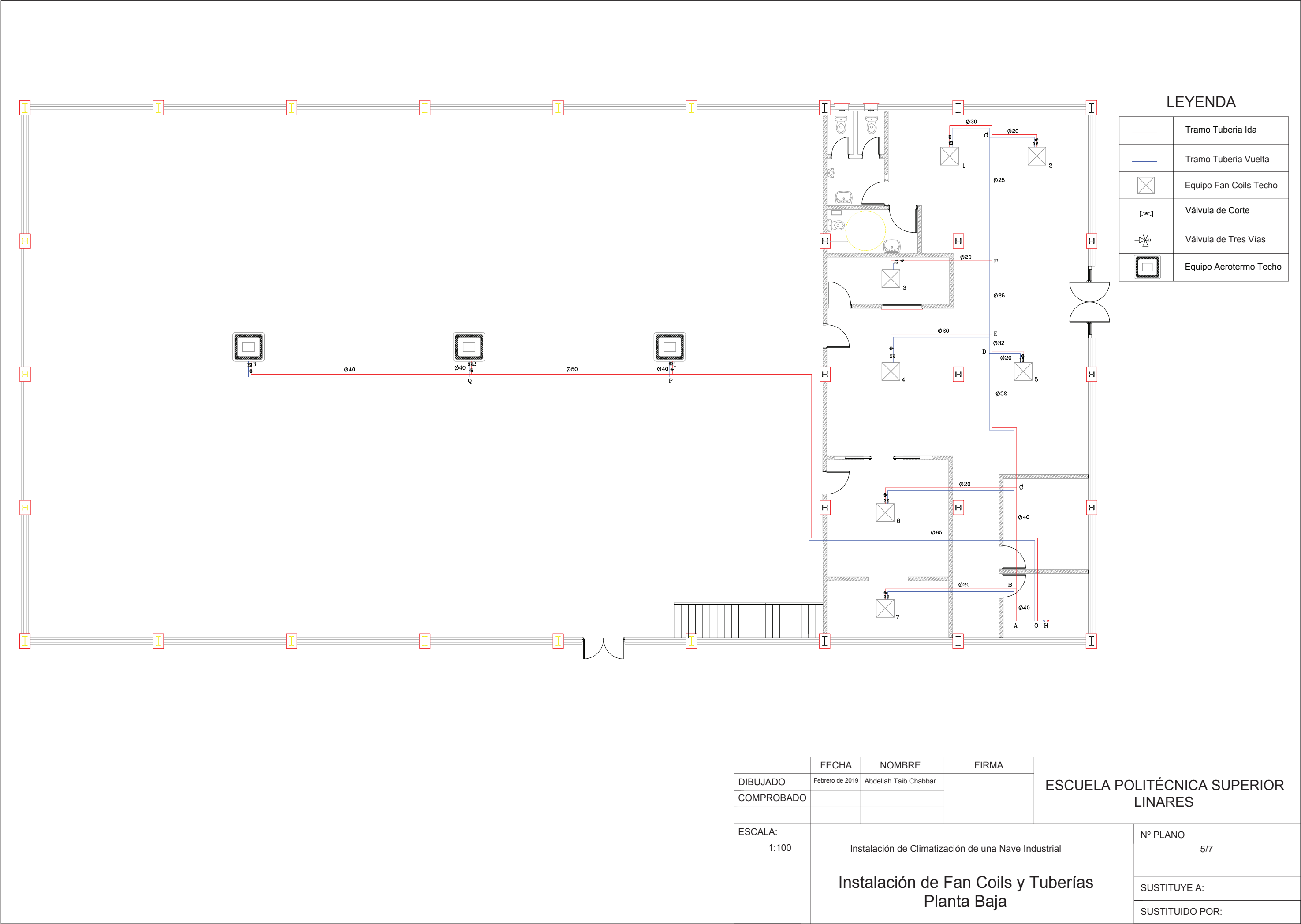


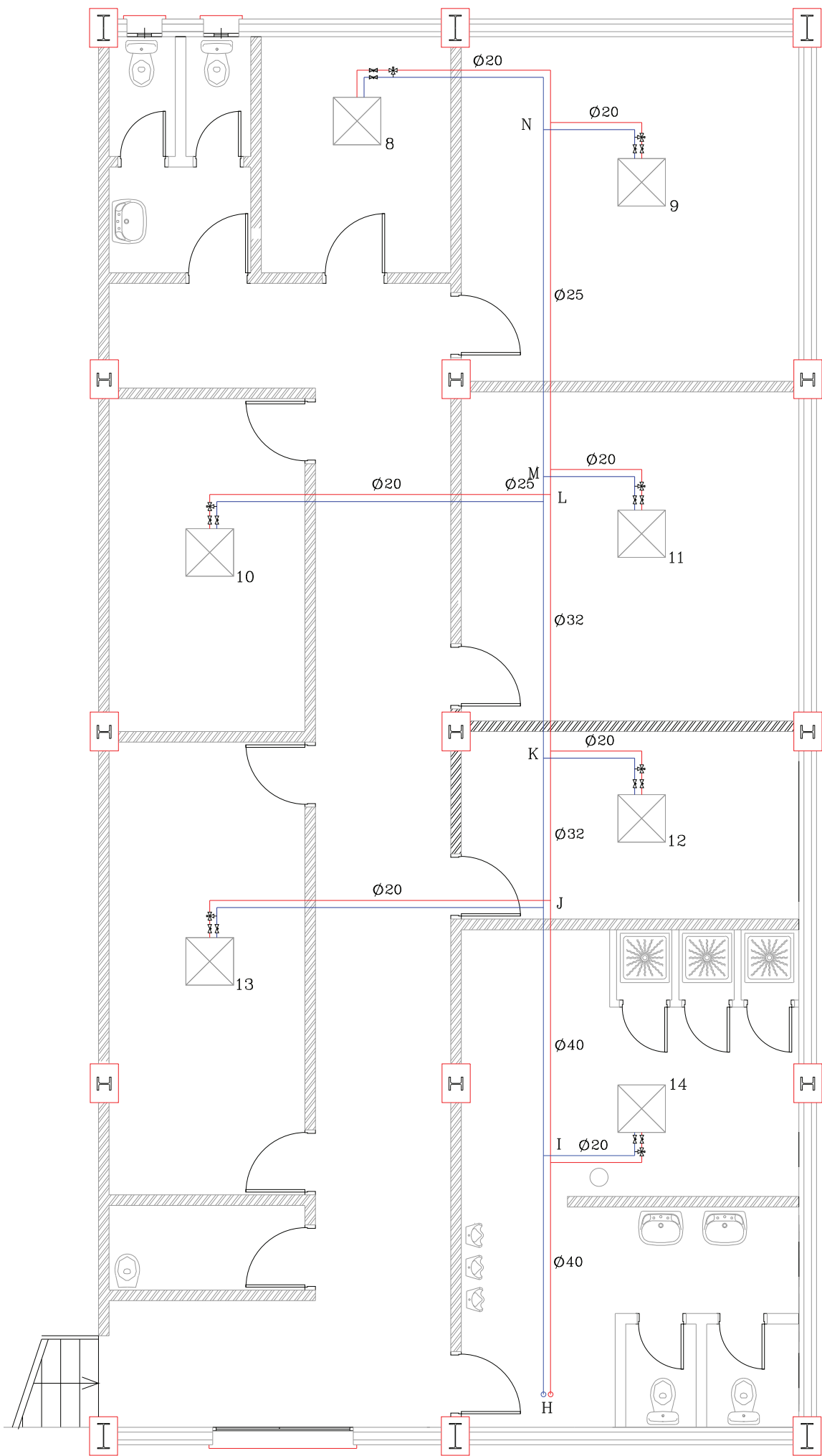
LEYENDA

	Tramo Entrada Aire
	Tramo Extracción Aire
	Tramo Extracción Aire Aseos
	Equipo Fan Coils Techo
	Regulador de Caudal
	Rejillas de Extracción Aire
	Compuerta Cortafuego



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Febrero de 2019	Abdellah Taib Chabbar		
COMPROBADO				
ESCALA: 1:100	Instalación de Climatización de una Nave Industrial			Nº PLANO 4/7
Instalación de Ventilación Primera Planta				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

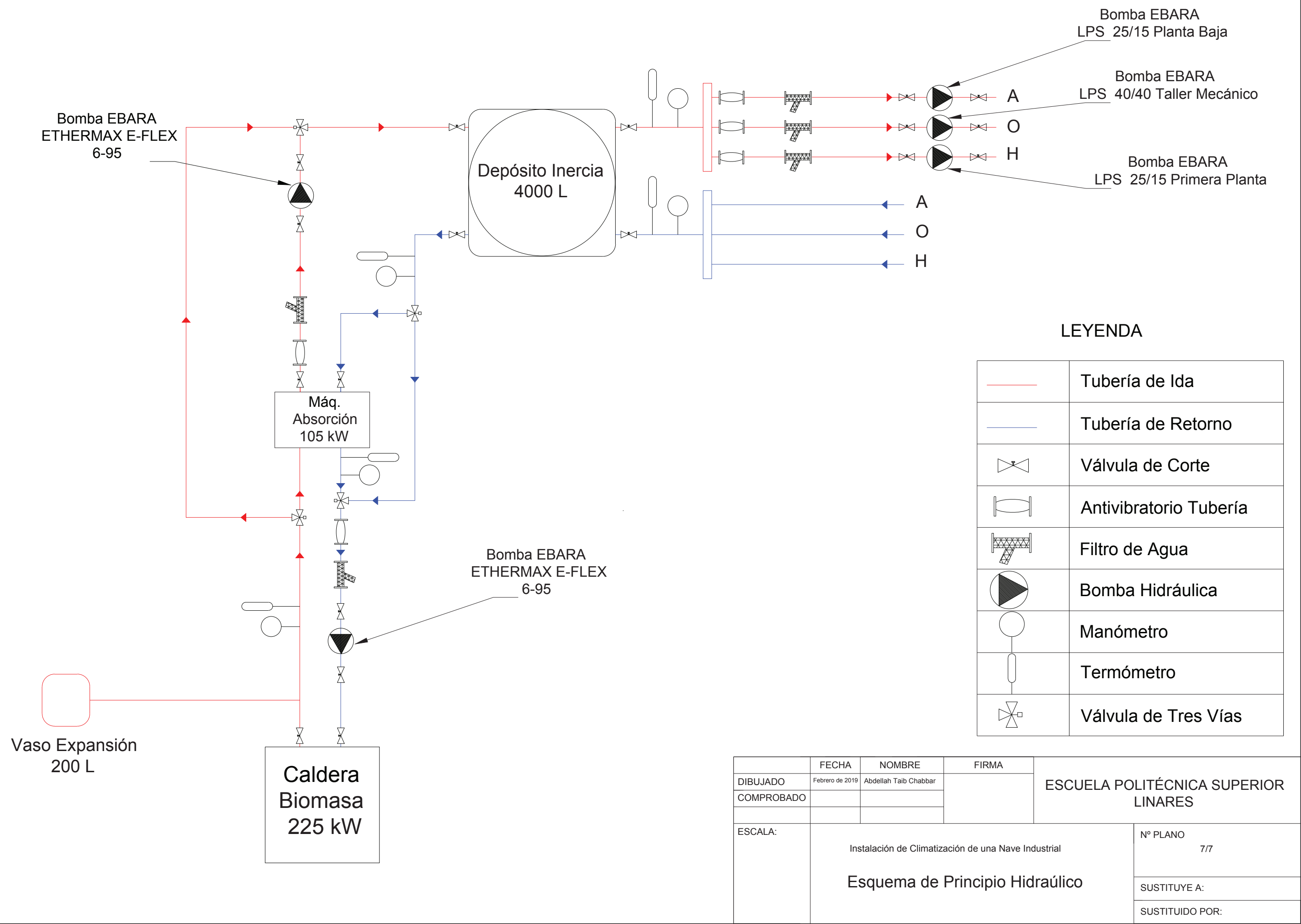




LEYENDA

	Tramo Tuberia Ida
	Tramo Tuberia Vuelta
	Equipo Fan Coils Techo
	Válvula de Corte
	Válvula de Tres Vías

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	Febrero de 2019	Abdellah Taib Chabbar		
COMPROBADO				
ESCALA: 1:100	Instalación de Climatización de una Nave Industrial			Nº PLANO 6/7
Instalación de Fan Coils y Tuberías Primera Planta				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



Pliego de Condiciones

Índice del Pliego de Condiciones

1.	OBJETO.....	208
2.	CONDICIONES GENERALES	208
3.	CONDICIONES FACULTATIVAS	209
3.1.	Relación entre el contratante y el contratista	209
3.2.	Obligaciones del contratista	209
3.3.	Personal	209
3.4.	Medidas de seguridad	210
3.5.	Realización de la obra	210
4.	CONDICIONES ECONOMICAS	211
4.1.	Precios	211
4.2.	Forma de pago.....	212
5.	CONDICIONES JURIDICAS	212
5.1.	Accidentes y daños producidos en las obras	212
5.2.	Paro o aplazamiento de la obra	213
5.3.	Caso de suspensión de pagos	213
5.4.	Caso de rescisión de contrato	213
5.5.	Arbitraje.....	214
5.6.	Carácter de pliego de condiciones	214
5.7.	Auditoría.....	215
6.	CONDICIONES TECNICAS	215
6.1.	Equipos y materiales	215
6.1.1.	Tuberías y accesorios	215
6.1.2.	Válvulas	218
6.1.3.	Conductos y accesorios	220
6.1.4.	Materiales aislantes térmicos	221
6.1.5.	Unidades de tratamiento y unidades terminales	224
6.1.6.	Calderas	225
6.1.7.	Equipos de producción de frío	226
6.2.	MONTAJE	227
6.2.1.	Generalidades	227
6.2.2.	Acopio de materiales	228
6.2.3.	Replanteo	228

6.2.4. Cooperación con otros contratistas	228
6.2.5. Protección	229
6.2.6. Limpieza	229
6.2.7. Ruidos y vibraciones	229
6.2.8. Accesibilidad	230
6.2.9. Identificación de equipos	230
6.3. PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN	230
6.3.1. Limpieza interior de redes de tuberías	231
6.3.2. Limpieza interior de redes de conductos	231
6.3.3. Comprobación de la ejecución	232
6.3.4. Pruebas hidrostáticas de redes de tuberías	232
6.3.5. Pruebas de redes de conductos	232
6.3.6. Pruebas de libre dilatación	233
6.3.7. Pruebas de circuitos frigoríficos	233
6.3.8. Otras pruebas	233
6.3.9. Certificado de la instalación	233

1. OBJETO

El objeto de este Pliego es definir las condiciones que han de regir en la ejecución de las obras, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra o instalación, al contratista o instalador de la misma, al ingeniero técnico director de la obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de la instalación. Establece las condiciones generales de contratación entre la parte contratante para la que se realiza la obra, y el contratista, que es el que realiza la obra.

2. CONDICIONES GENERALES

A continuación, se nombrarán las normas generales de ejecución que serán de obligado cumplimiento:

- Todos los materiales y equipos que se utilicen en la obra, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Condiciones, y deberán ser aprobados por la parte contratante.
- La aceptación de un material en un momento determinado, no será obstáculo para que, si posteriormente fueran encontrados defectos, sea rechazado.
- El contratista dará todo tipo de facilidades, poniendo a disposición de la parte contratante, y a su costa, toda clase de muestras de materiales que estime oportuno examinar.
- Los trabajos a realizar se ejecutarán de acuerdo con el proyecto y demás documentos redactados por el ingeniero autor del mismo.
- Cualquier variación que se pretenda ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser puesta, previamente, en conocimiento del ingeniero director, sin cuyo conocimiento no será ejecutada. En caso contrario, el contratista, ejecutante de dicha unidad de obra, será el responsable de las consecuencias que ello originase.
- El contratista nombrará un encargado general, el cual deberá estar constantemente en obra, mientras en ella trabajen obreros de su gremio. La misión del encargado será la de atender y entender las órdenes de la dirección facultativa, conocer el presente Pliego de Condiciones exhibido por el contratista y velar de que el trabajo se ejecute en buenas condiciones y según las buenas artes de la construcción.

3. CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1. Relación entre el contratante y el contratista

El contratista deberá dar en todo momento cualquier tipo de información que la parte contratante estime oportuno saber, referida a la realización de la obra.

Esta información nunca implicará una interferencia en los trabajos realizados por el contratista, sino que tendrán simplemente carácter informativo.

3.2. Obligaciones del contratista

El contratista, en los trabajos de ejecución de la obra, deberá aportar la maquinaria, herramientas y materiales necesarios, no teniendo la parte contratante responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos auxiliares.

El contratista tendrá la obligación de construir por su cuenta los pabellones, talleres y almacenes, en caso de ser necesarios para la ejecución de la obra, y deberá desmontarlos al término de la misma.

También será su responsabilidad el montaje de una línea de suministro de energía eléctrica, necesaria para trabajar en la obra.

3.3. Personal

La contratación de los trabajadores irá a cargo del contratista, que se hará responsable de ellos y deberá cumplir la legislación laboral vigente.

El contratista será responsable de los fraudes o errores que cometan sus empleados en el transcurso de la obra.

Por falta en el cumplimiento de las instrucciones de los ingenieros o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el contratista tendrá la obligación de sustituir a sus operarios, cuando el ingeniero director lo reclame.

3.4. Medidas de seguridad

El contratista será responsable de las medidas de seguridad adoptadas durante la realización de la obra, estando obligado a cumplir a toda costa las disposiciones legales vigentes durante el tiempo que dure la obra.

El contratista deberá establecer un plan de seguridad (ver el documento de seguridad y salud) que garantice:

- La seguridad de su personal y de los terceros.
- La higiene, primeros auxilios y cuidado de accidentados y enfermos.
- La prevención de accidentes que puedan afectar a la obra, se propia maquinaria e incluso a terceros.

El plan de seguridad deberá ser aprobado por la parte contratante, sin que ello signifique que el contratista está libre de responsabilidad en caso de accidente.

Durante el transcurso de la obra, el plan de seguridad establecido podrá ir variando, lo cual debe ser avisado inmediatamente a la parte contratante.

3.5. Realización de la obra

La obra comenzará cuando la parte contratante de por escrito al contratista la orden de inicio de la obra, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación. Este deberá además atenerse a las órdenes que le sean indicadas durante la realización de la obra.

Cuando el contratista considere que una orden recibida supera las obligaciones establecidas en el contrato deberá presentar un escrito, en un plazo inferior a diez días, a la parte contratante. Transcurrido ese plazo, el contratista no podrá efectuar ninguna reclamación.

Todos los planos de realización de la obra deberán ser hechos por el contratista, los cuales deberán ser presentados a la parte contratante antes de la realización física de los mismos, con el objetivo de aprobarlos, y si hubiera lugar a alguna modificación, ésta será indicada al contratista.

Las repercusiones económicas de las modificaciones hechas sobre órdenes previas dadas por la parte contratante, serán estimadas por ambas partes.

El contratista no podrá efectuar variación sobre los planos aprobados por la parte contratante, ni en las órdenes que les sean comunicadas. Si así sucediera, la parte

contratante podrá exigir a costa del contratista, la reconstrucción de las obras realizadas, que no estuviera de acuerdo con la orden dada por la parte contratante.

4. CONDICIONES ECONOMICAS

4.1. Precios

Las obras contratadas se pagarán en general, aplicando un precio unitario o por actividad de obra según el contrato.

Los precios propuestos por el contratista y aceptados por el contratante, comprender todos los gastos de mano de obra, seguro y cargas sociales, indemnizaciones, dietas, transporte del personal, replanteo de la obra en su comprobación, equipos y herramientas, transporte de materiales, medios auxiliares de todo tipo, seguros, gastos generales, amortizaciones, intereses de inversión, beneficio industrial, impuestos y todo tipo de tasas, gastos derivados de indemnizaciones, gastos procedentes de las medidas de seguridad en los trabajos y servicios médicos, así como en general, cualquier otro gasto no imputable a la parte contratante que imponga al contratista la oportuna y debida ejecución y terminación de las obras y el cumplimiento de todas las demás obligaciones que asume con motivo de la adjudicación del contrato.

Se incluirán los precios unitarios de mano de obra, por categorías profesionales, en los que estará incluida la parte proporcional de herramientas manuales que tendrán los operarios para la realización de los trabajos comprendidos en el contrato.

También se incluirán los precios de alquiler de la maquinaria.

Los precios de unidades de obra, así como de los materiales o mano de obra de los trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el ingeniero director y en contratista o su representante expresamente autorizado a estos efectos.

El contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en el que deban terminarse.

Si para la designación de precios el contratista observa alguna ambigüedad, deberá hacerlo constar en su oferta, antes de firmar el contrato, pues con posterioridad a la firma del contrato prevalecerá el criterio de la parte contratante en las posibles discrepancias.

4.2. Forma de pago

El pago de los trabajos realizados por la parte contratada se realizará de la siguiente manera:

- Previo al inicio de las obras el contratista recibirá el 25% del precio inicial estimado.
- En la recepción definitiva de las obras será pagado el 50% del precio inicial estimado.
- El 25% restante le será otorgado a los 90 días de realizarse la entrega definitiva.

5. CONDICIONES JURIDICAS

5.1. Accidentes y daños producidos en las obras

El contratista será el único responsable de los daños y perjuicios producidos durante la realización de los trabajos, bien sobre la maquinaria de trabajo, equipos que se estén instalando, daños a terceros e incluso cualquier accidente que suceda a cualquiera de los operarios que estén trabajando bajo su responsabilidad.

Como consecuencia de ello, el contratista deberá reparar los daños y perjuicios ocasionados.

El contratista será responsable de los equipos y materiales desde el momento que se hace cargo de ellos para su instalación, hasta la recepción definitiva por la parte contratante.

Como consecuencia de ello:

- El contratista se responsabilizará de la adecuada protección de los equipos que van a ser instalados, contra los daños originados al ser expuestos a la intemperie y tomará medidas para evitar daños o pérdidas por cualquier motivo.
- También se hará responsable de los daños o pérdidas que puedan sufrir los equipos que son objeto de los trabajos de montaje, como consecuencia de su actuación en la colocación de dichos equipos. Por consiguiente, deberá sustituirlos o repararlos.

- Sólo serán admisibles las reclamaciones del contratista por pérdidas, averías o daños a la parte contratante.
- La parte contratante en modo alguno se hará cargo de las pérdidas, daños o averías que sufra en contratista.
- El contratista deberá tomar a su costa todas las medidas oportunas para que su maquinaria y sus materiales que utilice en la obra no sufran daños.

5.2. Paro o aplazamiento de la obra

En el caso de que la parte contratante mande el paro absoluto de los trabajos, el contrato queda automáticamente rescindido.

Si la parte contratante manda el aplazamiento de los trabajos por un tiempo superior al 30% del tiempo que transcurre desde la adjudicación hasta la finalización estimada, el contratista tiene el derecho a la indemnización que le corresponda.

El contratista también tendrá el derecho a la rescisión del contrato en el caso de que se produzcan diversos aplazamientos, cuya duración total exceda del 30% anteriormente citado.

Si por algún motivo la parte contratante manda el cese de las obras durante un periodo inferior al 30% de tiempo antes mencionado, el contratista tendrá derecho a una indemnización, pero no a la rescisión del contrato.

5.3. Caso de suspensión de pagos

En el caso de que se produzca la quiebra o suspensión de pagos por parte del contratista, la parte contratante podrá rescindir el contrato, siendo suficiente la notificación de la suspensión en el plazo de dos meses a partir de la declaración de suspensión de pagos.

Las medidas que la parte contratante tuviera que tomar para la conservación y seguridad de las obras realizadas irán a cargo del contratista.

5.4. Caso de rescisión de contrato

Si se produjera la rescisión de contrato, se comprobarán las obras realizadas, se hará un inventario de los materiales que ha recibido el contratista, así como de la maquinaria y de las instalaciones de la obra.

Si se rescinde el contrato por los casos anteriormente indicados, la parte contratante podrá exigir al contratista que mantenga en la obra todos o parte de sus equipos y material para poder seguir con los trabajos, contratando a otro contratista.

Los materiales y las instalaciones retenidas serán comprados o alquilados por la parte contratante al contratista, siendo evaluados los precios de cesión, bien por un peritaje o por un acuerdo entre ambas partes.

Si fuera necesario poner en buen estado de funcionamiento el material y maquinaria alquilados, los gastos irán a cargo del contratista.

Desde la rescisión del contrato y hasta que no se haga cargo de la maquinaria y materiales que estime necesario para continuar los trabajos de la obra, la parte contratante no pagará ningún alquiler.

Cuando la parte contratante no necesite la maquinaria contratada, avisará al contratista para que proceda a la retirada de su material.

La parte contratante deberá devolver la maquinaria en perfecto estado de funcionamiento. En caso de que no sea así, la parte contratante deberá indemnizar al contratista de acuerdo con los daños producidos, que serán evaluados por un peritaje o por mutuo acuerdo.

5.5. Arbitraje

Cualquier tipo de problemas que surjan, tanto en la interpretación del contrato, como en la ejecución del mismo, será arreglado mediante un arbitraje.

Se nombrarán tres árbitros, uno por cada una de las partes, y el tercero será elegido por mutuo acuerdo de ambas partes.

Si no hubiera acuerdo para la elección del tercer árbitro, éste será nombrado por el juez competente.

5.6. Carácter de pliego de condiciones

El presente Pliego de Condiciones tendrá los mismos atributos que una escritura pública.

Tanto la parte contratante como la contratada se reservarán el derecho de elevar el Pliego de Condiciones a Escritura Pública en cualquier fase de la obra. En caso de disputa, los gastos de arbitraje, impuestos y otras contribuciones se abonarán en partes iguales por el contratista y la parte contratada.

5.7. Auditoría

El contratista tendrá derecho a ejercitar auditoria sobre los libros y comprobantes del contratista relacionados con los costos, partes de horas, partes de asistencia, facturación y gastos reembolsables.

Este derecho podrá ejercitarse cuantas veces se considere razonable, dentro del año posterior a las fechas de las facturaciones o cargos del contratante.

6. CONDICIONES TECNICAS

6.1. Equipos y materiales

Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en las instalaciones objeto de este proyecto deben cumplir las prescripciones que se indican en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en su instrucción técnica complementaria ITE 04.

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.

Toda la información que acompaña a los equipos deberá expresarse al menos en castellano y en unidades del Sistema Internacional S.I.

6.1.1. Tuberías y accesorios

Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes, en relación con el uso al que vayan a ser destinadas.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las redes de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Se ejecutará el replanteo de cada ramal de tubería con arreglo a los planos del Proyecto levantándose una planta y un perfil longitudinal de replanteo, procediéndose a su presentación para la confrontación y aprobación de la Dirección Facultativa, requisito sin el cual no podrán comenzar los trabajos. En todo caso se dispondrá siempre de manera que la instalación quede protegida en todo momento contra heladas o calentamientos excesivos.

Se suministrarán todas las tuberías y accesorios que se muestren en los planos, o se requieran para el perfecto funcionamiento de las instalaciones y de acuerdo con las especificaciones y normas aplicables.

Todas las tuberías se instalarán de forma que presenten un aspecto rectilíneo, limpio y ordenado, usándose accesorios para los cambios de dirección y dejando las máximas alturas libres en todos los locales con objeto de no interferir con las instalaciones de otro tipo, particularmente las eléctricas y de iluminación.

No se aceptarán suspensores de cadena, fleje, barra perforadora o de alambre. El contratista, quien suministrará el equipo y aparatos necesarios para los ensayos y pruebas de las diversas redes, comprobará todos los sistemas de tuberías de fecales y ventilación, mediante ensayos que serán aprobados por escrito por la Dirección Facultativa antes de su aceptación.

El montaje deberá ser de primera calidad y completo. Siempre que sea posible, las tuberías deberán instalarse paralelas a las líneas de edificio, a menos que se indique de otra forma. En la alineación de las tuberías no se admitirán desviaciones superiores al 2 por mil.

Toda la tubería, 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.

La tubería será instalada de forma que permita su libre expansión, sin causar desperfectos a otras obras o al equipo, al cual se encuentre conectada equipándola con suficientes dilatadores o liras de dilatación y anclajes deslizantes. Los recorridos horizontales de las tuberías de agua deberán tener una inclinación ascendente, realizada por medio de reducciones excéntricas en las uniones en las que se efectúa un cambio de diámetro.

Las tuberías de drenaje deberán tener una pendiente descendente en la dirección del agua de 10 mm por metro lineal y en ningún caso ésta pendiente será inferior a 6 mm por metro lineal en cuyo caso deberá comunicarlo a la Dirección para la determinación oportuna.

Las tuberías deberán ser cortadas exactamente y en las uniones, tanto roscadas como soldadas, presentarán un corte limpio sin rebabas.

Las secciones serán circulares con espesores uniformes. Los defectos superficiales tales como huecos o rayas, serán examinados para apreciar su importancia. Caso de rectificación, el espesor deberá mantenerse dentro de una tolerancia de $-12,5\%$ del espesor nominal.

No se admitirán en los tubos, grietas o apliques de laminado, abolladuras, rayas, depresiones o corrosión que puedan afectar a la resistencia mecánica del tubo, asperezas o escamas internas visibles, huellas de grasa, productos de revestimiento, pintura o retoques de cualquier clase en su interior, etc.

La unión de tubos, codos, " T ", etc. se realizará por soldadura adecuada admitiéndose la unión roscada o embreada para válvulas y otros accesorios. Las uniones de tramos de tubería galvanizada serán roscadas, no permitiéndose la soldadura.

Como norma general se procurará siempre que sea posible, el curvado en frío de la tubería, en vez de la instalación de codos.

En todos los puntos deberán poderse apretar o soltar los tornillos de bridas, juntas, etc., con facilidad.

El adjudicatario tendrá entera responsabilidad respecto de las consecuencias directas o indirectas de la presencia de materiales de origen mineral u orgánico eventualmente abandonados en la canalización. Cuando el personal interrumpa la obra, las extremidades libres de la conducción serán cerradas por tapones de plástico herméticos.

En la ejecución de soldaduras se cumplirán las siguientes condiciones:

- Si es preciso se exigirá la limpieza interior del tubo metálico por paso de una escobilla, sus extremidades calibradas serán verificadas con la ayuda de un tapón calibrado. El tubo será alineado de forma que su eje se confunda con el precedente y las extremidades a soldar serán mantenidas en sitio durante el punteo. No será tolerado ningún desnivel de los bordes, superior a 1,2 mm.
- El juego entre los dos tubos deberá ser tal que, en la ejecución de la soldadura, la fusión del metal de base interese todo el espesor de su pared. Los accesos de la soldadura serán librados de toda traza de cuerpos de origen mineral u orgánico. Ninguna gota de soldadura será tolerada en el interior del tubo.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá a la siguiente forma:

- Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).
- Vaciado por todos los puntos bajos.
- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

En las acometidas a bombas, la identificación al diámetro de acometida se realizará con reducción tronco-cónico concéntrica de 30°. En la curva de aspiración se dispondrá un punto de desagüe salvo que exista en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

Las conducciones, salvo indicación expresa en planos, presupuesto o especificaciones técnicas, serán en tubería de acero negro, llevando impresa la contraseña DIN 2440 o UNE-19040.

Todas las tuberías se suministrarán habiendo recibido la debida imprimación y con las superficies interiores limpias y sin óxidos. Cada uno de los extremos se cerrará para evitar el deterioro de la superficie interior. Las tuberías que no cumplan con esta especificación se podrán retirar del emplazamiento del trabajo hayan sido o no instaladas.

Los codos soldados serán de radio largo. Los accesorios soldados a tope tendrán las mismas presiones de rotura que las tuberías.

6.1.2. Válvulas

Todo tipo de válvula deberá cumplir los requisitos de las normas correspondientes.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de la valvulería de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que, por conveniencia de equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad según el trazado, juzgue necesario para los circuitos hidráulicos la Dirección Facultativa.

El acopiaje de la valvulería en obra será realizado con especial cuidado, evitando apilamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas, etc.). Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas.

En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda agua durante el año de garantía. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa, llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida.

Todas aquellas válvulas que dispongan de volantes o palancas estarán diseñadas para permitir manualmente un cierre perfecto sin necesidad de apalancamiento, ni forzamiento del vástago, asiento o disco de la válvula. Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total, asegurando vez y media la presión diferencial prevista con un mínimo de 600 KPa. En las que tenga sus uniones a rosca, ésta será tal que no interfiera ni dañe la maniobra.

Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen funcionamiento a juicio de la Dirección Facultativa, debiendo ser aprobada por ésta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponde al esquema de principio existente en sala de máquinas.

Las válvulas se situarán en lugares de fácil acceso y operación de forma tal que puedan ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas, equipos, tuberías, etc. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

Se instalarán válvulas y uniones en todos los aparatos y equipos, de modo que se pueda retirar el equipo sin parar la instalación.

A no ser que expresamente se indique lo contrario, las válvulas hasta 2" inclusive se suministrarán roscadas y de 2½" en adelante, se suministrarán para ser recibidas entre bridas o para soldar.

La presión nominal mínima será PN-10, salvo que se indique expresamente lo contrario.

Los volantes de las válvulas serán de diámetro apropiado para permitir manualmente un cierre perfecto sin aplicación de palancas especiales y sin dañar el vástago, asiento o disco de la válvula.

Las conexiones de tuberías a equipos incluirán todas las válvulas de aislamiento, purgadores de aire, conexiones a desagüe y válvulas de control necesarias.

Las superficies de los asientos serán mecanizadas y terminadas perfectamente, asegurando total estanqueidad al servicio especificado.

Todas las válvulas roscadas serán diseñadas de forma que, al conectarse con equipos, tubería o accesorios, ningún daño pueda ser acarreado a ninguno de los componentes de la válvula.

6.1.3. Conductos y accesorios

Los conductos para el transporte del aire estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que pueden producirse como consecuencia de su trabajo. Los conductos no podrán contener materiales sueltos, las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas en las condiciones de trabajo.

Las canalizaciones de aire y accesorios cumplirán lo establecido en las normas UNE que les sean de aplicación. También cumplirán lo establecido en la normativa de protección contra incendios que les sea aplicable.

En particular, los conductos de chapa metálica cumplirán las prescripciones de UNE 100101, UNE 100102 y UNE 100103, los conductos de fibra de vidrio cumplirán las prescripciones de la UNE 100105.

Los conductos, desde las unidades de tratamiento o ventiladores hasta las unidades terminales, no podrán alojar conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesados por ellas.

Las redes de conductos no pueden tener aberturas, salvo aquellas requeridas para el funcionamiento del sistema de climatización y para su limpieza y deben cumplir con los requerimientos de estanquidad fijados en UNE 100102.

Se procurará que las dimensiones de los conductos circulares, ovales y rectangulares estén de acuerdo con UNE 100101.

Antes de su instalación, las canalizaciones deben reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

La alineación de las canalizaciones en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, conservando la forma de la sección transversal y sin forzar las canalizaciones.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, de formación de condensaciones y de corrosión, entre los conductos y los soportes metálicos se interpondrá un material flexible no metálico.

Los conductos para distribución de aire contruidos mediante chapa de acero galvanizado, tendrán las caras en forma de “punta de diamante”, con el fin de dotarlos de mayor rigidez.

Las unidades de tratamiento de aire, las unidades terminales y las cajas de ventilación y los ventiladores se acoplarán a la red de conductos mediante conexiones antivibratorias.

6.1.4. Materiales aislantes térmicos

Los materiales aislantes térmicos empleados para aislamiento de conducciones, aparatos y equipos, así como los materiales para la formación de barreras anti-vapor, cumplirán lo especificado en UNE 100171 y demás normativa que le sea de aplicación.

El contratista deberá presentar muestras de cada tipo de aislamiento y productos auxiliares para su revisión.

El contratista suministrará una lista de materiales con datos técnicos de cada tipo de aislamiento utilizado en el proyecto, documentando su función, calidad y características e incluyendo, al menos, las siguientes características: propagación de llama, generación de humo, y características de rendimiento térmico.

Se pondrá especial atención en que el aislamiento y su espesor cumplan la IT 1.2.4.2.1. y la IT 1.2.4.2.2 del RITE.

El contratista suministrará y almacenará los materiales en el embalaje original del fabricante debidamente etiquetados. Los materiales se almacenarán en lugares secos y protegidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán sus etiquetas hasta su instalación.

Para evitar deterioros no se permitirá que el aislamiento se moje, se humedezca o se manche. Se protegerá el aislamiento de su exposición a altas temperaturas, excesiva exposición a los rayos solares y al contacto con superficies calientes por encima de las temperaturas seguras indicadas por el fabricante.

No se comenzará la instalación de aislamiento en períodos desfavorables, a menos que el trabajo se realice de acuerdo con los requisitos e instrucciones del fabricante.

Frente al fuego los aislamientos tendrán, al menos, clasificación de no inflamable, no propagador de llama (M1), no generando en caso de incendio humos ni productos tóxicos apreciables.

Junto a la primera entrega de los planos de montaje, el contratista entregará los certificados oficiales que demuestran el cumplimiento del comportamiento al fuego de los materiales aislantes.

Todos los auxiliares y accesorios serán no combustibles, ni generarán humos ni productos tóxicos apreciables en caso de exposición al fuego. Los tratamientos ignífugos

que se requieran serán permanentes, no permitiéndose el uso de materiales para dichos tratamientos solubles al agua.

No se permite la utilización de amianto.

Además, el material de aislamiento térmico deberá cumplir con las siguientes características:

- Ser imputrescible.
- No contener sustancias que se presten a la formación de microorganismos.
- No desprender olores a la temperatura de trabajo.
- No provocar la corrosión de las tuberías y conductos en las condiciones de uso. No ser alimento de roedores.

El aislamiento deberá ser aplicado sobre superficies limpias y secas, una vez inspeccionadas y preparadas para recibir aislamiento.

Se examinarán las áreas que vayan a ser aisladas. El contratista deberá de corregir todas aquellas condiciones que puedan influir negativamente para la correcta terminación del trabajo en calidad y plazo. No se comenzará hasta que las condiciones insatisfactorias hayan sido corregidas.

Se verificará que todos los elementos de soportería hayan sido dimensionados y ajustados para permitir que las camisas del aislamiento atraviesen estos componentes sin ser taladradas.

No se iniciará la instalación del aislamiento hasta que hayan sido instaladas las tuberías, los conductos y otros elementos salientes sobre los mismos.

El acabado final del aislamiento, en especial en zonas vistas, tendrá un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

En general, se instalarán los materiales de aislamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante, a excepción de que se indiquen o especifiquen requisitos más restrictivos. Se extenderá el espesor total del aislamiento sobre la superficie total a ser cubierta a menos que se indique lo contrario. Se deberá cortar y encajar o conformar el aislamiento fuertemente alrededor de todas las obstrucciones o taladros de manera que no existan huecos en el curso del aislamiento.

Cuando sea posible, todo el aislamiento de tuberías deberá de aplicarse de forma continua. Cuando el uso de formas segmentadas sea necesario, los segmentos deberán

de ser de tal construcción de manera que encajen correctamente en las superficies curvas en las cuales sean aplicados.

El aislamiento de las superficies frías donde se empleen encamisados con barrera de vapor deberá de ser aplicado con un sello de barrera de vapor continuo y sin roturas. Los soportes, anclajes, etc., que se fijen directamente a servicios fríos deberán de ser adecuadamente aislados y sellados formando barrera de vapor para prevenir condensaciones.

En los soportes de tuberías frías aisladas se instalarán inserciones. Las inserciones entre la tubería y los soportes deberán de consistir en aislamiento de tubería rígido del mismo espesor que el aislamiento adyacente y deberán de ser provistas con barrera de vapor donde sea necesario. Las inserciones deberán de tener suficiente resistencia a compresión de tal manera que cuando sean utilizadas en combinación con escudos de chapa metálica, soporten el peso de la tubería y del fluido sin romper el aislamiento

Las válvulas y accesorios ocultos deberán de encontrarse correctamente aislados. El espesor terminado del aislamiento en los accesorios y válvulas deberá de ser como mínimo el de las tuberías adyacentes.

Las válvulas y accesorios expuestos y todas las bridas deberán de ser aisladas con accesorios preconformados o segmentos de aislamiento. El aislamiento de las bridas deberá de extenderse un mínimo de 25 mm más allá de la terminación de la tornillería. Se adoptarán las medidas necesarias, tales como instalación con recubrimientos preconformados, con el fin de que la instalación quede con un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

Donde se especifique aislamiento para tuberías, se aislarán de modo similar todos los tramos de conexiones, purgadores, vaciados u otras tuberías sujetas a pérdidas o ganancias térmicas, según el caso.

Se aislarán completamente tuberías, tanques o depósitos de agua, válvulas, intercambiadores, accesorios, etc. Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos e intercambiadores, soportes de tubería, etc., se aislarán al menos una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento. Cuando los equipos estén soportados por cunas de metal, el aislamiento se prolongará hasta la cimentación de hormigón.

Cualquier aislamiento mostrando evidencia de humedad será rechazado por la Dirección Facultativa. Todo aislamiento que se aplique en una jornada de trabajo, deberá tener también en dicha jornada la barrera anti-vapor. Cualquier evidencia de discontinuidad en la barrera anti-vapor será causa suficiente de rechazo por la Dirección Facultativa.

El aislamiento exterior de conductos quedará perfectamente unido al conducto, utilizándose los medios adecuados. La barrera de vapor no se verá en ningún caso interrumpida, disponiéndose juntas de sellado o bandas adhesivas de 80 mm de anchura mínima en las uniones. En conductos de 600 mm de anchura o mayor, se dispondrán pins y clips en su parte inferior.

Los pins estarán preferentemente soldados por punto.

6.1.5. Unidades de tratamiento y unidades terminales

Los materiales con los que estén construidas las unidades de tratamiento de aire y las unidades terminales, cumplirán las prescripciones establecidas para los conductos en el apartado ITE 04.4, que les sean aplicables.

Las instalaciones eléctricas de las unidades de tratamiento de aire tendrán la condición de locales húmedos a los efectos de la reglamentación de baja tensión.

Se suministrarán climatizadores fabricados a medida que cumplan las prestaciones indicadas en planos. Mientras no se indique de otro modo, las unidades estarán completamente equipadas con carcasas y plenums, ventiladores, antivibratorios, aislamientos, bandejas, baterías, filtros, sistemas de humidificación, deflectores, compuertas, alumbrado y demás elementos y accesorios necesarios. Las unidades, serán de primera línea dentro de la gama de fabricación de cada proveedor.

Las unidades no excederán las dimensiones indicadas en planos manteniéndose los espacios internos necesarios entre los componentes y asegurando el espacio para mantenimiento. Las dimensiones externas que estén indicadas son máximas y las interiores mínimas. No se sobrepasarán estos límites sin una aprobación por escrito de la Dirección Facultativa.

Es responsabilidad del contratista verificar los espacios disponibles y acceso desde el exterior del edificio a los locales destinados a los equipos.

Las unidades serán diseñadas, construidas y operarán bajo todos los caudales de trabajo, de modo que se mantengan las condiciones térmicas y acústicas de proyecto.

Dichas condiciones de funcionamiento se deben lograr en las condiciones reales de funcionamiento de las unidades, tales como locales donde se ubican y distribución de conductos.

Cada unidad será construida y operará en todas las condiciones de caudal de aire (incluyendo de 100% a 30% en las unidades de volumen variable) sin que se sobrepasen las condiciones acústicas requeridas para los diferentes locales. Se medirán los niveles

sonoros en los locales ocupados adyacentes a las salas de climatizadores. Los requisitos acústicos se deben cumplir con la unidad instalada y según las condiciones constructivas del edificio, la ubicación destinada a ella y los conductos conectados en modo similar a lo proyectado. Si no se logran los niveles requeridos, el contratista se hará cargo de añadir las medidas o silenciadores que sean necesarios. Estas medidas se adoptarían sin comprometer el diseño original.

6.1.6. Calderas

Los equipos de producción de calor deberán cumplir lo que a este respecto especifique el Reglamento de Seguridad, el Reglamento de Aparatos a Presión y este Reglamento.

⇒ Documentación:

El fabricante de la caldera deberá suministrar la documentación exigible por otras reglamentaciones aplicables y además, como mínimo, los siguientes datos:

- Información sobre potencia y rendimiento requerida por el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.
- Condiciones de utilización de la caldera y condiciones nominales de salida del fluido portador.
- Características del fluido portador.
- Contenido de fluido portador de la caldera.
- Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por la caldera.
- Dimensiones exteriores máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación (salida de humos, salida y entrada del fluido portador etc.).
- Dimensiones de la bancada.
- Pesos en transporte y en funcionamiento.
- Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.
- Curvas de potencia-tiro necesario en la caja de humos para las condiciones citadas en el Real Decreto 275/1995, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.

⇒ Accesorios:

- Utensilios necesarios para limpieza y conducción, si procede.
- 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 de la caldera. No se admiten los termómetros de contacto.

Los aparatos de medida irán situados en lugar visible y fácilmente accesible para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

6.1.7. Equipos de producción de frío

⇒ Condiciones generales y documentación

Los equipos de producción de frío deberán cumplir lo que a este respecto especifique el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y este Reglamento.

Los fabricantes o distribuidores de estos equipos deberán aportar la siguiente documentación, sin perjuicio de otra fijada por la correspondiente Comunidad Autónoma:

- Potencia frigorífica útil total para diferentes condiciones de funcionamiento, incluso con las potencias nominales absorbidas en cada caso.
- Coeficiente de eficiencia energética para diferentes condiciones de funcionamiento y, para plantas enfriadoras de agua, incluso a cargas parciales.
- Límites extremos de funcionamiento admitidos.
- Tipo y características de la regulación de capacidad.
- Clase y cantidad de refrigerante. Presiones máximas de trabajo en las líneas de alta y baja presión de refrigerante.
- Exigencias de la alimentación eléctrica y situación de la caja de conexión.
- Caudal del fluido secundario en el evaporador, pérdida de carga y otras características del circuito secundario.
- Caudal de fluido de enfriamiento de condensador, pérdida de carga y otras características del circuito.
- Exigencias y recomendaciones de instalación: espacios de mantenimiento, situación y dimensión de acometidas etc.

- Instrucciones de funcionamiento y mantenimiento.
- Dimensiones máximas del equipo.
- Nivel máximo de potencia acústica ponderado A LWA, en decibelios, determinado según UNE 74105.
- Pesos en transporte y en funcionamiento.

⇒ Equipos autónomos:

Los equipos autónomos, compactos o por elementos, deberán cumplir la legislación para baja tensión que les sea aplicable.

Los fabricantes o distribuidores deberán aportar, además de la documentación expresada en ITE 04.1 1.1 y de otra fijada por la correspondiente Comunidad Autónoma, los siguientes datos:

- En todo tipo de unidades:
 - Caudal de aire para diferentes valores de la presión estática exterior.
 - Diámetro y situación de las conexiones de drenaje.
 - Características identificativas de la batería de calefacción, si existe y, en su caso, diámetro y situación de la acometida y tipo de fluido calefactor.
- En unidades con condensador enfriado por agua:
 - Diámetro y situación de las acometidas de agua al condensador.
- En unidades con condensador enfriado por aire:
 - Temperatura máxima y mínima de aire exterior permitida en el condensador.
 - Características de ventilador(es) y motor(es).

6.2. MONTAJE

6.2.1. Generalidades

El montaje de las instalaciones objeto de este Proyecto deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en su instrucción técnica ITE 1.1.

Las normas que se desarrollan en este apartado han 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.

6.2.2. Acopio de materiales

La empresa instaladora irá almacenando en 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 corresponden con las especificadas en Proyecto.

6.2.3. Replanteo

Antes de comenzar los trabajos de montaje la empresa instaladora deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación del director de la Instalación.

6.2.4. Cooperación con otros contratistas

La empresa instaladora deberá cooperar plenamente con los otros contratistas, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

6.2.5. *Protección*

Durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados se deberán proteger todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pinturas antioxidantes, grasas o aceites que deberán ser eliminados en el momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida etc., que deberán quedar especialmente protegidos.

6.2.6. *Limpieza*

Durante el curso del montaje de las instalaciones se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, etc.

Asimismo, al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control, cuadros eléctricos, etc., dejándolos en perfecto estado.

6.2.7. *Ruidos y vibraciones*

Toda instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos en el RITE.

Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración deben adecuarse a las recomendaciones del fabricante del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en Proyecto.

6.2.8. Accesibilidad

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar 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 deben situarse 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, elementos de control etc. 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.

6.2.9. Identificación de equipos

Al final de la obra los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan reglamentariamente identificados con placa de fábrica, deben marcarse mediante una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán el nombre y las características técnicas del elemento.

En los cuadros eléctricos los bornes de salida deben tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

La información contenida en las placas debe escribirse en lengua castellana, por lo menos, y con caracteres indelebles y claros, de altura no menor que 5 mm.

Las placas se situarán en un lugar visible y se fijarán mediante remaches, soldadura o material adhesivo resistente a las condiciones ambientales.

6.3. PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN

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, deben realizarse como mínimo las

pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias el Director de Obra.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del Director de Obra o persona en quien delegue, quien deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

6.3.1. Limpieza interior de redes de tuberías

Las redes de distribución de agua deben ser limpiadas internamente 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 deben ser examinados antes de su instalación y, cuando sea necesario, limpiados.

Las redes de distribución de fluidos portadores deben ser limpiadas interiormente antes de su llenado definitivo para la puesta en funcionamiento para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se evitará la introducción de materias extrañas 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 temperatura de funcionamiento menor que 100°C, se medirá el pH del agua del circuito.

Si el pH resultara menor que 7,5 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.

6.3.2. Limpieza interior de redes de conductos

La limpieza interior de las redes de distribución de aire se efectuará una vez completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado y los muebles.

Se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire a la salida de las aberturas parezca, a simple vista, no contener polvo.

6.3.3. 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, calderas, máquinas frigoríficas y demás equipos en

los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

6.3.4. Pruebas hidrostáticas de redes de tuberías

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas 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, debe efectuarse una prueba final de estanquidad de todo el circuito equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 6 bar, de acuerdo a UNE 100151.

Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse 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 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.

6.3.5. Pruebas de redes de conductos

Los conductos de aire se probarán de acuerdo con UNE 100104. Las pruebas requieren el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

6.3.6. Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores hayan sido satisfactorias y se hayan comprobado hidrostáticamente los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con calderas se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

6.3.7. Pruebas de circuitos frigoríficos

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones centralizadas de climatización, realizados en obra, serán sometidos a las pruebas de estanquidad especificadas en la instrucción MI.1F.010, del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

No debe ser sometida a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.

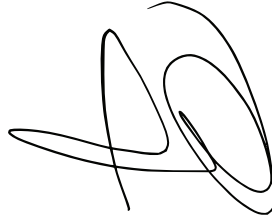
6.3.8. Otras pruebas

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.

6.3.9. Certificado de la instalación

Para la puesta en funcionamiento de la instalación es necesaria la autorización del Organismo Territorial Competente, para lo que se deberá presentar ante el mismo un certificado suscrito por el director de la Instalación, cuando sea preceptiva la presentación de Proyecto y por un Instalador, que posea carné, de la empresa que ha realizado el montaje.

Linares, Jaén, febrero de 2019

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke extending to the left.

Abdellah Taib, Chabbar

Mediciones

Índice de Mediciones

1.	EQUIPOS.....	238
2.	REDES DE TUBERÍAS	240
3.	CONDUCTOS DE AIRE	242
4.	DISTRIBUCION DE AIRE	243
5.	SEGURIDAD Y SALUD.....	246
6.	GESTIÓN DE RESIDUOS	247

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1	EQUIPOS	
1.01	Equipo caldera GREENHEISS, GH-BI 225 Plus de Biomasa de 225kW de potencia nominal, con alimentación flexible. Combustibles permitidos: pellets y huesos de aceituna. Encendido automático y regulador de temperatura automática, Incluyendo accesorios y demás complementos para su instalación y posicionamiento en su lugar de emplazamiento	
		TOTAL 1
1.02	Equipo máquina Absorción, THERMAX, COGNIE LT-3 de 105 kW. Accionada por agua caliente, procedente de la Caldera de Biomasa. Encendido automático y regulador de temperatura automática, Incluyendo accesorios y demás complementos para su instalación y posicionamiento en su lugar de emplazamiento.	
		TOTAL 1
1.03	Equipo recuperador de calor por placas de flujo cruzado de la marca SODECA. El modelo es el RIS-H 1900S, que cubre un caudal máximo de 2030 m ³ /h y una presión estática de (40 mm.c.a.), para un nivel de filtración de aire de F7, incluyendo accesorios y demás complementos para su instalación y posicionamiento en su lugar de emplazamiento.	
		TOTAL 1
1.04	Equipo caja de extracción de aire de los aseos para la primera planta, marca SODECA, modelo SVE/PLUS-125/H de 174,7 m ³ /h, con bajo nivel sonoro montados dentro de una envolvente acústica de 40 mm de aislante acústico fonoabsorbente, incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación.	
		TOTAL 1
1.05	Equipo caja de extracción de aire de los aseos para planta baja, marca SODECA, modelo , modelo SV-125/H de 328,8 m ³ /h con bajo nivel sonoro montados dentro de una envolvente acústica, incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación.	
		TOTAL 1

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1.06	Equipo fan-coil de tipo cassette a dos tubos, marca CARRIER modelo 42GW 004, diseñado para instalación empotrada en el falso techo. Con capacidad frigorífica de 2400 W, capacidad calorífica de 3530 W, con control remoto sin cable. Incluye la instalación de tarjeta y caja de instalación para gestión de válvulas de agua. Se incluye la colocación y fijación de la unidad, nivelación de los elementos, conexión con las redes de desagüe, salubridad y eléctrica.	TOTAL 9
1.07	Equipo fan-coil de tipo cassette a dos tubos, marca CARRIER modelo 42GW 008, diseñado para instalación empotrada en el falso techo. Capacidad frigorífica de 4000 W, capacidad calorífica de 4240 W, con control remoto sin cable. Incluye la instalación de tarjeta y caja de instalación para gestión de válvulas de agua. Se incluye la colocación y fijación de la unidad, nivelación de los elementos, conexión con las redes de desagüe, salubridad y eléctrica.	TOTAL 5
1.08	Equipo aerotermo de techo, COOLWEL-93EF68 de dos tubos con unas potencias máximas en refrigeración de 25 kW y en calefacción de 35,4 kW, con capacidad de regeneración y recirculación del aire y con control remoto sin cable. Incluye la instalación de tarjeta y caja de instalación para gestión de válvulas de agua. Se incluye la colocación y fijación de la unidad, nivelación de los elementos, conexión con las redes de desagüe, salubridad y eléctrica.	TOTAL 3
1.09	Depósito de inercia, marca INEROX, modelo ISC OSE, de 4000 litros de capacidad. Incluyendo accesorios y demás complementos para su instalación.	TOTAL 1
1.10	Bomba hidráulica centrífuga circuladora de la marca EBARA, modelo LPC 25/15 de acero inoxidable para instalaciones de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. Conexión monofásica. Campo de trabajo: 3,44 m³/h de caudal y 2,96 m.c.a. de altura	TOTAL 1

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1.11	Bomba hidráulica centrífuga circuladora de la marca EBARA, modelo LPC 40/40 de acero inoxidable para instalaciones de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. Conexión monofásica. Campo de trabajo: 12,9 m ³ /h de caudal y 4,35 m.c.a. de altura	
		TOTAL 1
1.12	Bomba hidráulica centrífuga circuladora de la marca EBARA, modelo LPC 25/15 de acero inoxidable para instalaciones de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. Conexión monofásica. Campo de trabajo: 3,71 m ³ /h de caudal y 2,89 m.c.a. de altura	
		TOTAL 1
1.13	Bomba hidráulica centrífuga circuladora de rotor húmedo de la marca EBARA, modelo ETHERMA-E FLEX 6-95 autorregulable, con motor provisto de un control electrónico de velocidad integrado. Adecuada para instalaciones de calefacción. Conexión monofásica. Campo de trabajo: 23,2 m ³ /h de caudal y 3,2 m.c.a. de altura	
		TOTAL 1
1.14	Aireador estático, marca TECZONE, serie G-500 para la renovación de aire natural del taller mecánico, instalado en la cubierta de la nave, fabricado en chapa de acero de alta calidad. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación.	
		TOTAL 1
2	REDES DE TUBERÍAS	
2.01	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 3/4" de diámetro, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluye piezas especiales (injertos, codos, tes, etc.) accesorios de cuelgue y fijación, protegida por dos manos de pintura antioxidante en todo su recorrido.	
		TOTAL 48,25
2.02	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 1" de diámetro, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, adhesivo para coquilla elastomérica y imprimación antioxidante con poliuretano. Incluye piezas especiales (injertos, codos, tes, etc.) accesorios de cuelgue y fijación, protegida por dos manos de pintura antioxidante en todo su recorrido.	
		TOTAL 12,76

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
2.03	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 1 ¼ " de diámetro, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, adhesivo para coquilla elastomérica y imprimación antioxidante con poliuretano. Incluye piezas especiales (injertos, codos, tes, etc.) accesorios de cuelgue y fijación, protegida por dos manos de pintura antioxidante en todo su recorrido.	TOTAL 12,46
2.04	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 1 ½ " de diámetro, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, adhesivo para coquilla elastomérica y imprimación antioxidante con poliuretano. Incluye piezas especiales (injertos, codos, tes, etc.) accesorios de cuelgue y fijación, protegida por dos manos de pintura antioxidante en todo su recorrido.	TOTAL 31,48
2.05	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 2" de diámetro, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, adhesivo para coquilla elastomérica y imprimación antioxidante con poliuretano. Incluye piezas especiales (injertos, codos, tes, etc.) accesorios de cuelgue y fijación, protegida por dos manos de pintura antioxidante en todo su recorrido.	TOTAL 7,53
2.06	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 2 ½ " de diámetro, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, adhesivo para coquilla elastomérica y imprimación antioxidante con poliuretano. Incluye piezas especiales (injertos, codos, tes, etc.) accesorios de cuelgue y fijación, protegida por dos manos de pintura antioxidante en todo su recorrido.	TOTAL 25,78

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
3	CONDUCTOS DE AIRE	
3.01	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 100 x 50 mm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado.	
		TOTAL 3,74
3.02	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 100 x 100 mm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado	
		TOTAL 26,65
3.03	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 150 x 100 cm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado.	
		TOTAL 3,84
3.04	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 150 x 150 mm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado.	
		TOTAL 3,62
3.05	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 200 x 100 mm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado.	
		TOTAL 16,22
3.06	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 200 x 150 mm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado.	
		TOTAL 16,09

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
3.07	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 250 x 100 mm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado.	
		TOTAL 11,37
3.08	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 250 x 150 mm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado.	
		TOTAL 23,62
3.09	m ² Conducto rectangular construido en fibra de vidrio para ventilación y climatización de 300 x 200 mm ² . Incluye suministro y colocación, con todos sus accesorios necesarios. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado.	
		TOTAL 8,00
4	DISTRIBUCION DE AIRE	
4.01	Ud. Rejilla de aluminio, marca KOOLAIR, modelo 20.2, tipo 20-45H, 200 x 100 mm, usado para el retorno del aire y, con aletas fijas a 45° y con todos los elementos necesarios para su correcta adaptación	
		TOTAL 7
4.02	Ud. Rejilla de aluminio, marca KOOLAIR, modelo 20.2, tipo 20-45H, 200 x 150 mm, usado para el retorno del aire y, con aletas fijas a 45° y con todos los elementos necesarios para su correcta adaptación	
		TOTAL 3

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
4.03	Ud. Rejilla de aluminio, marca KOOLAIR, modelo 20.2, tipo 20-45H, 400 x 150 mm, usado para el retorno del aire y, con aletas fijas a 45° y con todos los elementos necesarios para su correcta adaptación	
		TOTAL 3
4.04	Ud. Compuerta cortafuego, marca TROX, serie FKA-3.8 DE 300*250 mm. Resistencia al fuego EIS 120, flujo de aire en cualquier dirección y disparo 72 °C usado en el inicio del conducto de ventilación de ida y retorno. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	
		TOTAL 2
4.05	Ud. Compuerta de regulación de caudal, marca KOOLAIR, modelo KCRK-250, usado en los conductos de ventilación. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	
		TOTAL 4
4.06	Ud. Compuerta de regulación de caudal, marca KOOLAIR, modelo KCRK-200, usado en los conductos de ventilación. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	
		TOTAL 3
4.07	Ud. Compuerta de regulación de caudal, marca KOOLAIR, modelo KCRK-100, usado en los conductos de ventilación. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	
		TOTAL 4

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
4.08	Ud. Compuerta de regulación de caudal, marca KOOLAIR, modelo KCRK-125, usado en los conductos de ventilación. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	TOTAL 3
4.09	Ud. Compuerta de regulación de caudal, marca KOOLAIR, modelo KCRK-160, usado en los conductos de ventilación. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	TOTAL 2
4.10	Ud. Rejilla de intemperie para salida del aire de los aseos al exterior , marca TROX, modelo WG-AL, 400 x 330 mm, con Marco y lamas en perfiles de aluminio. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	TOTAL 2
4.11	Ud. Boca de ventilación circular, marca TROX, serie LVS-125, usado para el retorno del aire y llevan incorporado un disco central que permite equilibrar el caudal de aire, los cuales se adaptan a los conductos rectangulares mediante tolvas concéntricas. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	TOTAL 2
4.12	Ud. Boca de ventilación circular, marca TROX, serie LVS-200, usado para el retorno del aire y llevan incorporado un disco central que permite equilibrar el caudal de aire, los cuales se adaptan a los conductos rectangulares mediante tolvas concéntricas. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	TOTAL 1

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
4.13	Ud. Boca de ventilación circular, marca TROX, serie LVS-100, usado para el retorno del aire y llevan incorporado un disco central que permite equilibrar el caudal de aire, los cuales se adaptan a los conductos rectangulares mediante tolvas concéntricas. Incluyendo accesorios y demás complementos para su colocación y embocado a conducciones de aire.	
		TOTAL 2
5	SEGURIDAD Y SALUD	
5.01	Guantes de protección de nitrilo pesado, sobre soporte de algodón afelpado 100%. Puño elástico, dorso transpirable. Guante indicado para la manipulación de piezas abrasivas y cortantes. Su comportamiento es excelente en ambientes aceitosos y grasos. Uso recomendado: Industria, construcción, minería, trabajos agrícolas, uso en general. - Organismo certificador: I.F.T.H. - EN 420: Exigencias generales - EN 388: Protección contra los Riesgos Mecánico	
		TOTAL 4
5.02	Casco de protección de obra, de polietileno de alta densidad con tratamiento ultravioletas. Gorro Poliamida : 3 bandas textiles con 8 puntos de fijación. Badana esponja. Ajustable con rueda : desde los 53 a los 63 centímetros de circunferencia de la cabeza. 2 posiciones posibles del contorno de cabeza (alto / bajo). EN 397 + Resistencia Eléctrica. UTILIDADES: Talleres mecánicos, cadenas de montaje, construcción, trabajos públicos, industria .	
		TOTAL 4
5.03	Arnés anti caídas completo, principalmente indicado para operaciones con riesgo de caída libre. Dispone de un punto de enganche en la zona dorsal. Consta de hombreras y perneras, cinta de seguridad de 1 metro y dos mosquetones. Diseñado para asegurar a los usuarios en operaciones de ascenso y descenso de torres o estructuras metálicas facilitando así la instalación o el desmontaje de un sistema de línea de vida. Cumple con Normativas: EN-361 y EN-354	
		TOTAL 2

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
5.04	Botas seguridad puntera acero Fragua Plus cierre hebilla. Confeccionada en piel negra con tecnología de última generación, S2. Con protección extra frente a impactos y perforación. Con suela Maxi Grip de poliuretano+TPU, ultraligera, resistente a aceites e hidrocarburos, antideslizante, muy flexible y anti-torsión. Puntera plástica resistente a 200 Julios, amagnética y superligera. Seguridad en zonas de baja visibilidad gracias a sus reflectantes decorativos. Acolchado interior Protec Soft, absorbente y cómodo. Es ultraligera, transpirable y muy cómoda. Ideal para soldadores.	
		TOTAL 4
5.05	Gafas de protección 3M de ocular transparente, UV, AR, AV. Europea EN166:2001 (Protección Ocular de los Ojos - Requisitos)	
		TOTAL 4
5.06	Mono de Trabajo tipo buzo	
		TOTAL 4
5.07	Chaleco reflectante homologado	
		TOTAL 4
5.08	Auricular Protección Ruido	
		TOTAL 4
6	GESTIÓN DE RESIDUOS	
6.01	Ud. Alquiler de cubano de 1,5 m ³ incluso traslado a vertedero.	
		TOTAL 1

PRESUPUESTO

Índice del Presupuesto

1.	PRECIOS SIMPLES	251
2.	MANO DE OBRA Y MAQUINARIA	252
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	252
4.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	261
4.1.	Capítulo 1: Instalación de fan coils y aerotermos	261
4.2.	Capítulo 2: Instalación conductos de ventilación	261
4.3.	Capítulo 3: Seguridad y salud	262
4.4.	Capítulo 4: Gestión de residuos	262
5.	RESUMEN DE PRESUPUESTO	263

1. PRECIOS SIMPLES

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO
VA001	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 3/4 ''	7,76
VA002	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 1 ''	13,15
VA003	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 1 ½ ''	30,60
VA004	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 2 ½ ''	84,52
VA005	Ud. Válvula de bola de tres vías automática, de 2 ½ ''	174,20
VA006	Ud. Válvula de bola de tres vías automática, de 3/4 ''	37,25
VA007	Ud. Válvula de bola de tres vías automática, de 1 ½ ''	116,84
EL001	Ud. Filtro de agua roscado de 2 ½ ''	89,98
EL002	Ud. Purgador	18,17
EL003	Vaso de expansión	184,96
EL004	Ud. Antivibratorio de 2 ½ ''	91,30
EL005	Ud. Manómetro	39
EL006	Ud. Termómetro	25,59
FC001	Equipo fan coil de techo tipo cassette de 2,4 kW	888
FC002	Equipo fan coil de techo tipo cassette de 4 kW	958
FC003	Equipo aerotermo de techo de 25 kW	1874,00
MA001	Equipo máquina de absorción de 105 kW	26700,00
CB001	Equipo caldera de biomasa de 225 kW	22223,28
CB002	Accesorios para silo de biomasa	700,00
RC001	Recuperador de calor del aire de extracción	9443,85
DA001	Depósito de inercia de 4000 litros	5905,00
DA002	Soporte depósito tipo reja y base de caucho	143,60
BC001	Bomba centrífuga, caudal de 3,44 m ³ /h y altura de 2,96 metros	630,00
BC002	Bomba centrífuga, caudal de 12,9 m ³ /h y altura de 4,35 metros	917,00
BC003	Bomba centrífuga, caudal de 3,71 m ³ /h y altura de 2,89 metros	630,00
BC004	Bomba centrífuga, caudal de 23,2 m ³ /h y altura de 3,2 metros	2.283,00
TB001	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 3/4'' + material auxiliar fijación de tuberías	5,60
TB002	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 1'' + material auxiliar fijación de tuberías	8,29
TB003	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 1 ¼ '' + material auxiliar fijación de tuberías	10,43
TB004	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 1 ½ '' + material auxiliar fijación de tuberías	11,63
TB005	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 2'' + material auxiliar fijación de tuberías	16,88
TB006	m.l. Tubería de acero negro estirado DIN-2440 de 2 ½ '' + material auxiliar fijación de tuberías	21,94
TB007	m.l. Material aislante tubería de 3/4''	7,50
TB008	m.l. Material aislante tubería de 1''	8,50
TB009	m.l. Material aislante tubería de 1 ¼ ''	10,38
TB010	m.l. Material aislante tubería de 1 ½ ''	17,21
TB011	m.l. Material aislante tubería de 2''	19,08
TB012	m.l. Material aislante tubería de 2 ½ ''	20,78
VE001	m ² panel de fibra de vidrio de espesor 25 mm más juntas	20,27
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46
VE003	Ud. Rejillas retorno base rectangular 20 x 10 cm aluminio	13,15
VE004	Ud. Rejillas retorno base rectangular 20 x 15 cm aluminio	15,20
VE005	Ud. Rejillas retorno base rectangular 40 x 15 cm aluminio	21,15
VE006	Ud. Compuerta cortafuego de 30 x 25 cm	456,00

VE007	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 250 mm, incluyendo los adaptadores	206,84
VE008	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 200 mm, incluyendo los adaptadores	174,88
VE009	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 100 mm, incluyendo los adaptadores	138,88
VE010	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 125 mm, incluyendo los adaptadores	142,22
VE011	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 160 mm, incluyendo los adaptadores	158,73
VE012	Equipo caja de extracción de aire de los aseos, de 174,7 m³/h	308,40
VE013	Equipo caja de extracción de aire de los aseos, de 328,8 m³/h	187,40
VE014	Ud. Boca de ventilación circular de 125 mm	46,10
VE015	Ud. Boca de ventilación circular de 200 mm	79,50
VE016	Ud. Boca de ventilación circular de 100 mm	33,60
VE017	Ud. Rejilla de intemperie para salida de aire al exterior	79,00
X001	Ud. Alquiler de cubano	53,10

2. MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,1
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1
MO005	h. Equipo montacargas ligero	0,75
MO006	h. Equipo montacargas pesado	12,2

3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

1.01 Ud. Instalación caldera de biomasa de 225 kW

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CB001	Equipo caldera de biomasa de 225 kW	22223,28	1	22223,28
CB002	Accesorios para silo de biomasa	700,00	1	700,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	2	35,64
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	2	32,20
VA004	Ud. Válvula de bola de dos vías de 2 ½ "	84,52	2	169,04
VA002	Ud. Válvula de bola de dos vías de 1 "	13,15	1	13,15
VA005	Ud. Válvula de bola de tres vías de 2 ½ "	174,20	2	348,40
EL003	Vaso de expansión	184,96	1	184,96
EL004	Ud. Antivibratorio de 2 ½ "	91,30	1	91,30
EL005	Ud. Manómetro	39	1	39,00
EL006	Ud. Termómetro	25,59	1	25,59
MO006	h. Equipo montacargas pesado	12,2	1,5	18,30
	Costes indirectos 3%			716,43
				24.597,29 €

1.02 Ud. Instalación máquina de absorción alimentada por agua caliente de 105 kW

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
MA001	Equipo máquina de absorción de 105 kW	26700,00	1	26700,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	2	35,64
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	2	32,20
VA004	Ud. Válvula de bola de dos vías de 2 ½ ''	84,52	4	338,08
VA005	Ud. Válvula de bola de tres vías de 2 ½ ''	174,20	2	348,40
EL004	Ud. Antivibratorio de 2 ½ ''	91,30	1	91,30
EL005	Ud. Manómetro	39	2	78,00
EL006	Ud. Termómetro	25,59	2	51,18
MO006	h. Equipo montacargas pesado	12,2	1,5	18,30
	Costes indirectos 3%			830,79
				28.523,89 €

1.03 Ud. Instalación recuperador de calor del aire de extracción

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CB001	Recuperador de calor del aire de extracción	9443,85	1	9443,85
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,2	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,2	19,32
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,20
	Costes indirectos 3%			284,65
				9.772,86 €

1.04 Ud. Instalación caja de extracción del aire de 174,7 m³/h para primera planta

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE012	Ud. Caja de extracción de aire de los aseos, incluyendo los adaptadores	445,61	1	445,61
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,2	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,1	1,2	19,32
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			14,70
				504,67 €

1.05 Ud. Instalación caja de extracción del aire de 328,8 m³/h para planta baja

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE012	Ud. Caja de extracción de aire de los aseos, incluyendo los adaptadores	324,61	1	324,61
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,2	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,1	1,2	19,32
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			11,07
				380,04 €

1.06 Ud. Instalación equipo fan coil de techo tipo cassette de 2,4 kW

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
FC001	Equipo fan coil de techo tipo cassette de 2,4 kW	888,00	1	888,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,6	10,69
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	0,6	9,66
VA001	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 3/4 ''	7,76	2	15,52
VA006	Ud. Válvula de bola tres vías automática, de 3/4 ''	37,25	1	37,25
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			29,04
				996,97 €

1.07 Ud. Instalación equipo fan coil de techo tipo cassette de 4 kW

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
FC002	Equipo fan coil de techo tipo cassette de 4 kW	958,00	1	958,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,6	10,69
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	0,6	9,66
VA001	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 3/4 ''	7,76	2	15,52
VA006	Ud. Válvula de bola tres vías automática, de 3/4 ''	37,25	1	37,25
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			31,14
				1.069,07 €

1.08 Ud. Instalación equipo aerotermo de techo de 25 kW

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
FC003	Equipo aerotermo de techo de 25 kW	1874,00	1	1874,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,6	10,69
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	0,6	9,66
VA003	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 1 ½ ''	7,76	2	15,52
VA007	Ud. Válvula de bola tres vías automática, de 1 ½ ''	37,25	1	37,25
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			58,62
				2.012,55 €

1.09 Ud. Instalación depósito de inercia de 4000 litros de capacidad

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
DA001	Depósito de inercia de 4000 litros	5905,00	1	5905,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	3	53,46
MO004	h. Ayudante fontanero	16,10	3	48,30
VA004	Ud. Válvula de bola de dos vías de 2 ½ ''	84,52	2	169,04
DA002	Soporte depósito tipo reja y base de caucho	143,60	1	143,60
EL004	Ud. Antivibratorio de 2 ½ ''	91,30	1	91,30
EL001	Ud. Filtro de agua roscado de 2 ½ ''	89,98	1	89,98
EL005	Ud. Manómetro	39,00	1	39,00
EL006	Ud. Termómetro	25,59	1	25,59
MO006	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,5	18,30
	Costes indirectos 3%			197,51
				6.781,08 €

1.10 Ud. Instalación grupo de bombeo a la nave-bomba 1

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC001	Bomba centrífuga, caudal de 3,44 m ³ /h y altura de 2,96 metros	630,00	1	630,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	2	35,64
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	2	32,20
VA003	Ud. Válvula de bola de dos vías de 1 ½ "	30,60	2	61,20
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			22,78
				782,02 €

1.11 Ud. Instalación grupo de bombeo a la nave-bomba 2

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC002	Bomba centrífuga, caudal de 12,9 m ³ /h y altura de 4,35 metros	917,00	1	917,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	2	35,64
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	2	32,20
VA003	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 2 ½ "	30,60	2	61,20
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			31,39
				1.077,63 €

1.12 Ud. Instalación grupo de bombeo a la nave-bomba 3

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC003	Bomba centrífuga, caudal de 3,71 m ³ /h y altura de 2,89 metros	630,00	1	630,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	2	35,64
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	2	32,20
VA003	Ud. Válvula de bola de dos vías de 1 ½ "	30,60	2	61,20
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			22,78
				782,02 €

1.13 Ud. Instalación grupo de bombeo "caldera – máquina de absorción"

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC002	Bomba centrífuga de rotor húmedo, caudal de 23,2 m ³ /h y altura de 3,2 metros	2.283,00	1	2.283,00
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	2	35,64
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	2	32,20
VA003	Ud. Válvula de bola de dos vías, de 2 ½ "	30,60	2	61,20
MO005	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,2	0,2
	Costes indirectos 3%			72,37
				2484,61 €

2.01 Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 3/4" colocada en obra

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB001	m.l. Tubería de acero negro de 3/4" + material auxiliar fijación de tuberías	5,60	1	5,6
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,5	8,91
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1	0,5	8,05
TB007	m.l. Material aislante tubería de 3/4"	7,50	1	7,5
	Costes indirectos 3%			0,90
				30,96 €

2.02 Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 1" colocada en obra

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB002	m.l. Tubería de acero negro de 1" + material auxiliar fijación de tuberías	8,29	1	8,29
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,5	8,91
MO004	h. Ayudante fontanero	16,10	0,5	8,05
TB008	m.l. Material aislante tubería de 1"	8,50	1	8,50
	Costes indirectos 3%			1,01
				34,76 €

2.03 Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 1 1/4" colocada en obra

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB003	m.l. Tubería de acero negro de 1 1/4" + material auxiliar fijación de tuberías	10,43	1	10,43
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,5	8,91
MO004	h. Ayudante fontanero	16,10	0,5	8,05
TB009	m.l. Material aislante tubería de 1 1/4"	10,38	1	10,38
	Costes indirectos 3%			1,13
				38,90 €

2.04 Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 1 1/2" colocada en obra

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB004	m.l. Tubería de acero negro de 1 1/2" + material auxiliar fijación de tuberías	11,63	1	11,63
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,5	8,91
MO004	h. Ayudante fontanero	16,10	0,5	8,05
TB010	m.l. Material aislante tubería de 1 1/2"	17,21	1	17,21
	Costes indirectos 3%			1,37
				47,17 €

2.05 Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 2" colocada en obra

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB005	m.l. Tubería de acero negro de 2" + material auxiliar fijación de tuberías	16,88	1	16,88
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,5	8,91
MO004	h. Ayudante fontanero	16,10	0,5	8,05
TB011	m.l. Material aislante tubería de 2"	19,08	1	19,08
	Costes indirectos 3%			1,59
				54,51 €

2.06 Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 2 ½" colocada en obra

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB006	m.l. Tubería de acero negro de 2 ½" + material auxiliar fijación de tuberías	21,94	1	21,94
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,5	8,91
MO004	h. Ayudante fontanero	16,10	0,5	8,05
TB012	m.l. Material aislante tubería de 2 ½"	20,78	1	20,78
	Costes indirectos 3%			1,79
				61,47 €

3.00 Ud. m² conducto de ventilación colocado en obra

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE001	m² panel de fibra de vidrio de espesor 25 mm más juntas	20,27	1	20,27
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,5	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,5	8,05
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			1,22
				41,91 €

4.01 Ud. Rejillas retorno base rectangular 20 x 10 cm de aluminio

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE003	Ud. Rejillas retorno base rectangular 20 x 10 cm	13,15	1	13,15
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,5	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,5	8,05
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			1,01
				34,58 €

4.02 Ud. Rejillas retorno base rectangular 20 x 15 cm de aluminio

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE004	Ud. Rejillas retorno base rectangular 20 x 15 cm	15,20	1	15,20
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,5	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,5	8,05
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			1,07
				36,69 €

4.03 Ud. Rejillas retorno base rectangular 40 x 15 cm de aluminio

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE005	Ud. Rejillas retorno base rectangular 40 x 15 cm	21,15	1	21,15
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,5	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,5	8,05
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			1,25
				42,82 €

4.04 Ud. Compuerta cortafuego de 30 x 25 cm

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE006	Ud. Compuerta cortafuego de 30 x 25 cm	456,00	1	456,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			14,80
				508,18 €

4.05 Ud. Compuerta de regulación de caudal de 250

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE007	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 250, incluyendo los adaptadores	206,84	1	206,84
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			7,33
				251,55 €

4.06 Ud. Compuerta de regulación de caudal de 200

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE008	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 200, incluyendo los adaptadores	174,88	1	174,88
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			6,37
				218,63 €

4.07 Ud. Compuerta de regulación de caudal de 100

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE009	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 100, incluyendo los adaptadores	138,88	1	138,88
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			5,29
				181,55 €

4.08 Ud. Compuerta de regulación de caudal de 125

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE010	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 125, incluyendo los adaptadores	142,22	1	142,22
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			5,39
				184,99 €

4.09 Ud. Compuerta de regulación de caudal de 160

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE011	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 160, incluyendo los adaptadores	158,73	1	158,73
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			5,88
				201,99 €

4.10 Ud. Boca de ventilación circular de 125 mm

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE012	Ud. Ud. Boca de ventilación circular de 125 mm, incluyendo los adaptadores	101,85	1	101,85
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			4,18
				143,61 €

4.11 Ud. Boca de ventilación circular de 200 mm

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE013	Ud. Boca de ventilación circular de 200 mm, incluyendo los adaptadores	135,25	1	135,25
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			5,18
				178,01 €

4.12 Ud. Boca de ventilación circular de 100 mm

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE014	Ud. Boca de ventilación circular de 100 mm, incluyendo los adaptadores	89,35	1	89,35
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1	16,10
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			3,81
				130,74 €

4.13 Ud. Rejilla de intemperie para salida de aire de los aseos al exterior

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE015	Ud. Rejilla de intemperie para salida de aire de los aseos al exterior	79,00	1	79,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,5	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,5	8,05
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	3,46	1	3,46
	Costes indirectos 3%			2,99
				102,61 €

6.01 Ud. Alquiler de cubano de 1,5 m³ incluso traslado a vertedero.

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
X001	Ud. Alquiler cubano	53,10	1	53,10
	Costes indirectos 3%			1,59
				54,69 €

4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

4.1. Capítulo 1: Instalación de fan coils y aerotermos

PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1.01	Ud. Instalación caldera de biomasa de 225 kW	24.597,29	1	24.597,29
1.02	Ud. Instalación máquina de absorción de 105 kW	28.523,89	1	28.523,89
1.06	Ud. Instalación equipo fan coil de techo tipo cassette de 2,4 kW	996,97	9	8.972,73
1.07	Ud. Instalación equipo fan coil de techo tipo cassette de 4 kW	1.069,07	5	5.345,35
1.08	Ud. Instalación equipo aerotermo de techo de 25 kW	2.012,55	3	6.037,65
1.09	Ud. Instalación depósito de inercia de 4000 litros de capacidad	6.781,08	1	6.781,08
1.10	Ud. Instalación grupo de bombeo a la nave-bomba 1	782,02	1	782,02
1.11	Ud. Instalación grupo de bombeo a la nave-bomba 2	1.077,63	1	1.077,63
1.12	Ud. Instalación grupo de bombeo a la nave-bomba 3	782,02	1	782,02
1.13	Ud. Instalación grupo de bombeo "caldera – máquina de absorción"	2484,61	2	4.969,22
2.01	Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 3/4" colocada en obra	30,96	48,25	1.493,82
2.02	Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 1" colocada en obra	34,76	12,76	443,54
2.03	Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 1 ¼" colocada en obra	38,90	12,46	484,69
2.04	Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 1 ½" colocada en obra	47,17	31,48	1.484,91
2.05	Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 2" colocada en obra	54,51	7,53	410,46
2.06	Ud. m.l. Tubería de acero negro de diámetro 2 ½" colocada en obra	61,47	25,78	1.584,70
				91.286,39 €

4.2. Capítulo 2: Instalación conductos de ventilación

PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1.03	Ud. Instalación recuperador de calor del aire de extracción	9.772,86	1	9772,86
1.04	Ud. Instalación caja de extracción del aire de los aseos de 174,7 m³/h	504,67	1	504,67
1.05	Ud. Instalación caja de extracción del aire de los aseos de 328,8 m³/h	380,04	1	380,04
3.01	m² Conducto ventilación rectangular de 10 x 5 cm², espesor 25 mm	41,91	3,74	156,74
3.02	m² Conducto ventilación rectangular de 10 x 10 cm², espesor 25 mm	41,91	26,65	1116,90
3.03	m² Conducto ventilación rectangular de 15 x 10 cm², espesor 25 mm	41,91	3,84	160,93
3.04	m² Conducto ventilación rectangular de 15 x 15 cm², espesor 25 mm	41,91	3,62	151,71
3.05	m² Conducto ventilación rectangular de 20 x 10 cm², espesor 25 mm	41,91	16,22	679,78
3.06	m² Conducto ventilación rectangular de 20 x 15 cm², espesor 25 mm	41,91	16,09	674,33
3.07	m² Conducto ventilación rectangular de 25 x 10 cm², espesor 25 mm	41,91	11,37	476,52
3.08	m² Conducto ventilación rectangular de 25 x 15 cm², espesor 25 mm	41,91	23,62	989,91
3.09	m² Conducto ventilación rectangular de 30 x 20 cm², espesor 25 mm	41,91	8,00	335,28
4.01	Ud. Rejillas retorno base rectangular 20 x 10 cm de aluminio	34,58	7	242,06
4.02	Ud. Rejillas retorno base rectangular 20 x 15 cm de aluminio	36,69	3	110,07
4.03	Ud. Rejillas retorno base rectangular 40 x 15 cm de aluminio	42,82	3	128,46
4.04	Ud. Compuerta cortafuego de 30 x 25 cm	508,18	2	1016,36
4.05	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 250 mm	251,55	4	1006,20
4.06	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 200 mm	218,63	3	655,89
4.07	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 100 mm	181,55	4	726,20
4.08	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 125 mm	184,99	3	554,97
4.09	Ud. Compuerta de regulación de caudal de 160 mm	201,99	2	403,98
4.10	Ud. Boca de ventilación circular de 125 mm	143,61	2	287,22
4.11	Ud. Boca de ventilación circular de 200 mm	178,01	1	178,01
4.12	Ud. Boca de ventilación circular de 100 mm	130,74	2	261,48
4.13	Ud. Rejilla de intemperie para salida de aire de los aseos al exterior	102,61	2	205,22
				21.175,81 €

4.3. Capítulo 3: Seguridad y salud

PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
5.01	Ud. Guantes de protección NITREX	3,50	4	14,00
5.02	Ud. Casco de protección de obra QUARTZ III de VENITEX	7,85	4	31,40
5.03	Ud. Arnés anti-caída para operaciones con riesgo de caída libre	19,90	2	39,80
5.04	Ud. Botas seguridad puntera acero PANTER	3,50	4	14,00
5.05	Ud. Gafas de protección 3M de ocular transparente, UV, AR, AV	8,80	4	35,20
5.06	Ud. Mono de Trabajo tipo buzo	20,00	4	80,00
5.07	Ud. Chaleco reflectante homologado UE	5,50	4	22,00
5.08	Ud. Auricular Protección Ruido	12,30	4	49,20
	Factor de seguridad 10%			28,56
				314,16 €

4.4. Capítulo 4: Gestión de residuos

PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
6.01	Ud. Alquiler de cubano de 3 m 3 para eliminación de residuos, incluso traslado a vertedero.	54,69	1	54,69
				54,69 €

5. RESUMEN DE PRESUPUESTO

Capítulo 1: Instalación de fan coils y aerotermos	91.286,39 €
Capítulo 2: Instalación conductos de ventilación	21.175,81 €
Capítulo 3: Seguridad y salud	314,16 €
Capítulo 4: Gestión de residuos	54,69 €
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	112.831,05 €
Gastos Generales 16% sobre el PEM	18.052,97 €
Beneficio Industrial 6% sobre el PEM	6.769,86 €
Presupuesto de Contratación	137.653,88 €
IVA 21%	28.907,32 €
TOTAL PRESUPUESTO	166.561,20 €

El presupuesto del presente proyecto, incluido el IVA, asciende a la cantidad de CIENTO SESENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS SESENTA Y UNO Euros Y Veinte Céntimos (166.561,20 €)

Linares, Jaén, febrero de 2019



Abdellah Taib, Chabbar

