



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**

**CURSO 2016/17**

---

*INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA TIENDA DE  
BRICOLAJE*

---

**Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**ALUMNO**

Alejandro Pérez Casás

**TUTORA**

Isabel Lamas Galdo

**FECHA**

Julio 2017

## Instalación de climatización para tienda de bricolaje

El proyecto tiene como objetivo la climatización de una tienda de bricolaje situada en A Coruña.

Para conseguir una adecuada climatización de dicha tienda será necesario el cálculo de todas las cargas térmicas que afectan al local, tanto de calefacción como de refrigeración, en las condiciones más desfavorables del año. Con ello se podrá dimensionar el sistema de climatización que sea capaz de contrarrestar dichas cargas térmicas, así como sus correspondientes conductos de climatización, difusores de impulsión y rejillas de retorno.

Se incluirán además los planos necesarios para describir el sistema y un presupuesto de todos los materiales y equipos necesarios para dicho sistema de climatización.

Además se incluirán un Estudio Básico de Seguridad y Salud en las Obras y un Pliego de condiciones.

## Instalación de climatización para unha tenda de bricolaxe

O proxecto ten como obxectivo a climatización de unha tenda de bricolaxe situada en A Coruña.

Para conseguir unha adecuada climatización da tenda será necesario o cálculo de todas as cargas térmicas que afectan ao local, tanto de calefacción como de refrigeración, nas condicións máis desfavorables do ano. Con isto poderase dimensionar o sistema de climatización que sexa capaz de contrarrestar as cargas térmicas, os seus correspondentes conductos de climatización, difusores de impulsión e rexillas de retorno.

Incluiranse ademáis os planos necesarios para describir o sistema e un presuposto de todos os materiais e equipos necesarios para o sistema de climatización.

Ademáis incluírase un Estudo Básico de Seguridade y Saúde nas Obras e un Pliego de condicións.

## Climatization installation for DIY store

The project aims to air-conditioning a DIY store located in A Coruña.

In order to achieve an adequate air conditioning of this store, it will be necessary to calculate all the thermal loads that affect the DIY store, the heating ones and cooling ones, in the most unfavorable conditions of the year. With this we will be able to dimension the climatization system that is able to counteract such thermal loads, as well as their corresponding air conditioning ducts, drive diffusers and return grilles.

It will also include the necessary drawings to describe the system and a budget of all the materials and equipment needed for this climatization system.

In addition, a Basic Safety and Health Study will be included and the Specifications.

# ÍNDICE

## **1 - Memoria**

**- Anejo 1: Cálculos de cargas térmicas**

**- Anejo 2: Estudio Básico de Seguridad y Salud**

## **2 - Planos**

## **3 - Pliego de condiciones**

## **4 - Presupuesto**



Escuela Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2016/17**

---

*INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA UNA  
TIENDA DE BRICOLAJE*

---

**Grado  
en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**MEMORIA**

# Contenido

---

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Objetivo y alcance
- 1.3 Peticionario
- 1.4 Clasificación de la actividad
- 1.5 Emplazamiento
- 1.6 Normativa
- 1.7 Descripción del edificio y orientación
- 1.8 Datos de partida
- 1.9 Condicionantes de uso
- 1.10 Criterios de selección de un sistema de climatización
  - 1.10.1 Confort alcanzado por el sistema de climatización
  - 1.10.2 Ruido y vibraciones:
  - 1.10.3 Coste
  - 1.10.4 Espacio ocupado por el sistema de climatización
  - 1.10.5 Flexibilidad del sistema de climatización.
- 1.11 Sistema de climatización
- 1.12 Cálculo de las cargas térmicas
  - 1.12.1 Cargas térmicas en verano
  - 1.12.2 Cargas térmicas en invierno
- 1.13 Ciclo de climatización
  - 1.13.1 Caudal de impulsión
- 1.14 Ciclo de refrigeración
  - 1.14.1 Cálculo de la batería de frío
  - 1.14.2 Free-cooling
- 1.15 Ciclo de calefacción
  - 1.15.1 Cálculo de la batería de calor
- 1.16 Cálculo de elementos terminales y conductos
  - 1.16.1 Conductos de impulsión
  - 1.16.2 Conductos de retorno
- 1.17 Sistema de climatización elegido
- 1.18 Extracción de aire

## 1.1 Antecedentes

Debido a la implantación de una tienda de bricolaje en A Coruña, es necesario implantar un sistema de climatización con el fin de obtener un clima de confort en el interior de la misma tanto para los clientes como para los trabajadores de la misma.

## 1.2 Objetivo y alcance

El objetivo del proyecto consiste en el diseño y dimensionado de la instalación de climatización de una tienda de bricolaje ubicada en la provincia de A Coruña en el barrio de Matogrande. Para ello, será necesario diseñar tanto la instalación de calefacción como la de refrigeración, con el fin de alcanzar una temperatura de confort en el interior del local según las condiciones establecidas en el RITE.

Para alcanzar un sistema de climatización adecuado, ha sido necesario: el cálculo de las cargas térmicas a las cuales tiene que hacer frente la instalación, el dimensionado de los conductos por los cuales va a circular el aire y el correcto dimensionado de los equipos de climatización necesarios, siendo estos últimos los mismos tanto para la climatización en verano como en invierno, reduciendo de esta forma también el coste total de la instalación.

## 1.3 Peticionario

El titular de la instalación será la Escuela Politécnica Superior, CIF Q6550005J y dirección en Mendizábal s/n, Campus Universitario, 15403 Ferrol.

## 1.4 Clasificación de la actividad

Según la "Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE)" una tienda de bricolaje se corresponde al código 52462 Comercio al por menor de materiales de bricolaje

## 1.5 Emplazamiento de la actividad

Como ya se ha comentado anteriormente, dicho edificio está situado en la provincia de A Coruña. Éste está situado en la calle Enrique Mariñas Romero y cuya referencia catastral es 8389901NH4988N teniendo esta parcela un uso comercial. A su vez, al estar situada la tienda en A Coruña, su situación se corresponde con la zona climática C1, según lo estipulado en el CTE, pudiendo por lo tanto abordar ciertos cálculos a partir de este hecho.

## 1.6 Normativa

- **Real Decreto 238/2013**, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- **Real Decreto 2060/2008**, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.



- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- **Real Decreto 1675/2008**, de 17 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 173/2010**, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- **ORDEN VIV/1744/2008**, de 9 de junio, por la que se regula el Registro General del Código Técnico de la Edificación.
- **Orden VIV/984/2009**, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.
- **Real Decreto 2267/2004**, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- **Real Decreto 1328/1995**, de 28 de julio, por el que se modifica, en aplicación de la directiva 93/68/CEE, las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el R.D. 1630/1992, de 29 de diciembre.
- **Real Decreto 286/2006**, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- **Norma UNE 100-011-91**: climatización: ventilación para una calidad aceptable del aire en la climatización de los locales.
- **Real Decreto 129/85**, de 23 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 462/71 de 17 de marzo, por el que se establecen las normas sobre redacción de proyectos y direcciones de obras de la edificación.
- **Real Decreto 1627/1997**, sobre condiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- **Real decreto 486/1997**, de 14 abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- **Real Decreto 235/2013**, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

- **Real Decreto 865/2003**, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- **Real decreto 842/2002**, de 2 Agosto, Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias de baja tensión.
- **Real Decreto 1027/2007**, de 20 de Julio, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas Complementarias.

## 1.7 Descripción del edificio y orientación

El local en el que se realiza la actividad posee forma rectangular, cuyas dimensiones vienen reflejadas en el plano de cotas, teniendo un total construido de  $5400 m^2$ . La altura útil de la zona de venta al público será de 5 m debido a que al tratarse de una tienda de bricolaje pueden venderse artículos de grandes dimensiones y no sería adecuado contar con una altura útil más baja. En las zonas técnicas, tanto de oficinas, atención al cliente, vigilancia, aseos y vestuarios la altura útil si que será de 2,5 m. La altura máxima del edificio será de 7 m en el punto más alto.

Al local se accede por la fachada principal desde la calle Enrique Mariñas Romero, según se puede apreciar en el plano de distribución adjunto.

Toda la superficie construida se reparte en las siguientes dependencias de la siguiente manera:

- Zona de tienda =  $1230 m^2$
- Área de cajas =  $101,5 m^2$
- Zona oficinas =  $57,75 m^2$
- Entrada =  $32 m^2$
- Almacén =  $238 m^2$
- Aseos público =  $35 m^2$
- Vestuarios =  $86 m^2$
- Sala de máquinas =  $81 m^2$
- Zona de basura =  $75 m^2$

Se cuenta además con un área de descarga de material y un aparcamiento de vehículos.

## 1.8 Datos de partida

A la hora de determinar las cargas térmicas que debemos paliar para una adecuada climatización del local, debemos tener en cuenta las condiciones exteriores e interiores de éste y los tipos de cerramientos con los que cuenta el local que se quiere climatizar. Además debemos tener en cuenta las actividades que se van a realizar en su interior.

### Condiciones exteriores:

Las condiciones exteriores de cálculo se fijarán según el documento de apoyo del DB-HE "archivos de datos de todas las zonas climáticas" del CTE.

Con dicho documento, conseguimos una tabla con los valores de temperatura seca, humedad específica e irradiación solar para cada hora de todos los días de un año de cada zona climática. De este modo, obtenemos los siguientes valores de temperatura seca y humedad específica para los días y horas escogidos de cálculo para la zona climática C1, correspondiente a la provincia de A Coruña, según se especifica en el CTE.

Estación	Temperatura seca (°C)	Humedad relativa
<b>Verano</b>	31,5	21
<b>Invierno</b>	0,5	80

Tabla 1: Condiciones exteriores

Para el cálculo de refrigeración, se ha escogido el día 22 de Julio a las 15:00 h debido a que se correspondía a la temperatura más elevada. Se ha considerado acertada esta decisión debido al creciente incremento de temperaturas que se está produciendo en los últimos años. De este modo, no se estaría sobredimensionaría en exceso el local por la alta temperatura exterior seleccionada y estaría preparado para cualquier subida de temperatura que se pudiese producir en los próximos años.

Por otro lado, se ha considerado para el cálculo de calefacción el día 24 de Enero a las 9:00 h. Este valor se corresponde con uno de los valores más bajos del archivo a las 9 de la mañana, hora a la que el local estaría abierto al público.

### Condiciones interiores:

Las condiciones interiores de cálculo se fijarán según la IT 1.1.4.1 del RITE, obteniendo así las condiciones interiores de temperatura y humedad relativa del local que proporcionan una sensación de confort ensobre las personas que se encuentran en el interior del mismo. Estas condiciones interiores varían en función de la actividad que se realiza en su interior por lo que en el caso de dicha tienda de bricolaje, dichas condiciones interiores en verano y en invierno son las siguientes:

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Figura 1: Condiciones interiores

Además, estos valores de humedad relativa seleccionados se corresponden con los valores necesarios en los que la madera no sufre ningún tipo de perturbación debido a la cantidad de agua en el ambiente. De este modo se consigue una sensación de confort para los ocupantes del local a la par que no se dañan los posibles artículos de madera que estén a la venta en el mismo.

### Descripción de los cerramientos:

El local en cuestión, cuenta con un cerramiento parcialmente acristalado en la fachada principal. Ésta, está formada por dos puertas de vidrio Climalit Plus con vidrio de baja emisividad y por panel sandwich de acero con aislante de espuma rígida de poliuretano de 60 mm. El resto de fachadas están compuestas únicamente por el mismo panel sandwich, del mismo modo que la fachada principal, contando únicamente la fachada posterior con un portón por el que se introducen los nuevos productos al almacén. La cubierta de la misma está compuesta por un panel sandwich de acero con aislante de espuma rígida de poliuretano de 80 mm

A continuación se especifican los coeficientes de transmisión de los diferentes tipos de cerramientos que componen el local. Estos valores son necesarios para el adecuado cálculo de las cargas térmicas a las que tiene que hacer frente el sistema de climatización. Además, dichos valores, no superan los valores límite que especifica el CTE en el DB-HE en función de la zona climática en la que se encuentre y del tipo de cerramiento considerado.

- Fachadas =  $0,40 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
- Cubierta =  $0,26 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
- Vidrio =  $1,8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

## 1.9 Condicionantes de uso

La instalación de climatización, debido a que pertenece a un establecimiento comercial, se ha establecido que estará en funcionamiento durante 12 h al día, durante 22 días al mes y durante doce meses al año, debido también a que esta instalación se pondrá en funcionamiento antes de la apertura al público. En los diferentes cálculos que se han realizado en el presente proyecto, se ha previsto que en horas punta se encontrarán en el local 285 personas, lo que equivale a una ocupación de 5 m<sup>2</sup>/persona, que es la ocupación máxima de un local comercial de muebles según lo estipulado en el DB-SI. Asimismo y a efectos de una adecuada ventilación del local y en función del valor mínimo obtenido en la IT 1.1.4.2.3 del RITE en el que se especifica el caudal mínimo de ventilación, escogiendo para el cálculo del mismo el procedimiento más directo, se ha considerado un caudal de ventilación de 8 l/s\*persona de acuerdo con la categoría IDA 3 (aire de calidad media).

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm <sup>3</sup> /s por persona	
Categoría	dm <sup>3</sup> /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Figura 2: Caudal mínimo de ventilación

## 1.10 Criterios de selección de un sistema de climatización

El fin de un sistema de climatización es garantizar las condiciones de temperatura y humedad requeridas en la zona pero además, dicho sistema estará obligado a cumplir unas

restricciones de movimiento y calidad del aire, niveles de ruido, espacio ocupado por el sistema, coste, seguridad, etc. Este sistema elegido tendrá que ser capaz de contrarrestar las cargas térmicas que afectan al local por lo que el sistema elegido tendrá que tener la potencia necesaria para poder hacer frente a dichas cargas térmicas con un determinado caudal de aire.

### 1.10.1 Confort alcanzado por el sistema de climatización

Para el ocupante de un espacio, en función de su actividad y de su vestimenta, su confort depende tanto de la temperatura seca del aire y de las superficies circundantes como de la humedad relativa, de la calidad del aire y de la velocidad del mismo alrededor de la persona (sensación térmica).

- *Temperatura:*

Es el aspecto fundamental que se debe considerar debido a que el sistema controla la temperatura seca del aire, tratando de mantener una temperatura constante y que conlleve una sensación de confort.

- *Humedad:*

El sistema elegido controlará el nivel de humedad del aire para conseguir de esta forma unos niveles de humedad adecuados para producir una sensación de confort sobre los ocupantes.

- *Calidad del aire:*

Se debe realizar una adecuada renovación del aire interior con el fin de obtener una calidad de aire óptima en el interior del local. El aire que va a ser impulsado, debe sufrir una serie de filtrados por lo que se colocarán filtros tanto en la entrada de aire exterior como en la de aire de retorno del local, evitando así también la contaminación de los elementos con las posibles partículas que arrastre el aire y consiguiendo una limpieza del mismo. Además, como ya se explicó con anterioridad, se debe ventilar el local de acuerdo con la categoría IDA 3 (aire de calidad media), es decir 8 l/s por persona. En cuanto a la calidad del aire exterior, esta será del tipo ODA 2 obteniendo por lo tanto una filtración del aire según la tabla siguiente:

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración				
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

Figura 3: Clase de filtración en función del aire exterior e interior

Por lo tanto se necesitará una filtración como mínimo de clase F5 y F7.

El aire de extracción será del tipo AE-2, siendo éste extraído por medio de una red de conductos de retorno hacia el sistema de climatización de aire primario, en el que, por medio de un recuperador de calor se realizará una recuperación de energía, minimizando de este

modo los costes de explotación al comenzar a calentar o enfriar el nuevo aire que es impulsado desde el exterior hacia el sistema de tratamiento de aire. Además este recuperador de calor estará protegido mediante un filtro, como mínimo de clase F6.

- *Velocidad del aire:*

La velocidad del aire alrededor de la persona debe estar dentro de ciertos límites que no causen sensación de estancamiento ni molestias por elevadas velocidades. Por ello, y según lo estipulado en la IT 1.1.4.1 del RITE la velocidad del aire debe tener unos valores límites en función de la temperatura a la que se encuentre y del modo de difusión del mismo, siendo esta velocidad en este caso de 0,2 m/s. Debido a que la altura del local a climatizar es elevada, contando con 5 m de altura, se escogerá un medio de difusión de aire capaz de climatizar el aire que está en contacto directo con los ocupantes con una velocidad adecuada.

### *1.10.2 Ruido y vibraciones:*

El ruido generado a la hora de climatizar el local puede transmitirse de forma aérea a través de las tuberías, llegando este al interior del espacio ocupado. En nuestro caso, el ruido es generado por los subsistemas de producción (compresor), transporte (ventilador, bomba, aire en los conductos y refrigerante en las tuberías) y de los elementos terminales (rejillas) por lo que estos deberán estar diseñados para minimizar la mayor parte posible del ruido que se genere.

A su vez, se debe evitar el paso de vibraciones entre elementos por medio de sistemas antivibratorios, como abrazaderas, manguitos o suspensiones elásticas.

### *1.10.3 Coste*

El coste del sistema elegido incluye la inversión inicial necesaria para acometer su obtención, el cual incorpora el coste de adquisición y el de ingeniería, el coste de operación, relacionado con la eficiencia del sistema y el coste de mantenimiento del mismo.

### *1.10.4 Espacio ocupado por el sistema de climatización.*

Los subsistemas de producción, transporte y unidades terminales suponen la utilización de un espacio del edificio e impiden otros usos del mismo, condicionando por lo tanto la estructura. El sistema elegido estará situado en el techo y los sistemas de transporte y terminales estarán situados a lo largo del falso techo, contando además con una sala de máquinas para cualquier subsistema necesario.

### *1.10.5 Flexibilidad del sistema de climatización.*

El sistema elegido debe ser capaz de adaptarse a las modificaciones de las cargas térmicas que debe contrarrestar en cualquier momento.

## 1.11 Sistema de climatización

El proyecto contempla las instalaciones de aire acondicionado frío y calor y ventilación de toda la zona. Se ha decidido instalar un solo equipo de climatización con sistema de caudal variable, con el que se conseguirá enfriar o calentar el aire mediante las baterías de frío y calor respectivamente. Se incluye en el sistema un equipo de recuperación de calor para ceder al exterior la menor energía posible y aprovechar ésta con el fin de reducir el gasto. También se ha decidido instalar un equipo de enfriamiento gratuito, freecooling, para ahorrar la mayor energía posible. Además se cuenta con 3 tipos de conductos para lograr una buena climatización y ventilación de todo el local: conductos de impulsión de aire, conductos de retorno y conductos de extracción de aire. Estos conductos deben tener un revestimiento exterior especial de resistencia al fuego.

## 1.12 Cálculo de las cargas térmicas

### 1.12.1 Clasificación de las cargas térmicas

Una carga térmica es aquella ganancia o pérdida de calor que se produce en el local que se desea climatizar. Esta carga puede ser de dos tipos: carga sensible, aquella que tiende a modificar la temperatura debido a las diferencias de temperatura existentes; o carga latente, aquella provocada por la variación de la humedad en el ambiente. A su vez, en función de su origen, las cargas térmicas pueden dividirse en dos tipos, siendo cargas térmicas externas o internas.

En este caso de estudio se calcularán las siguientes cargas térmicas:

#### 1.12.1.1 Externas:

- Transmisión por cerramientos opacos: Ganancia o pérdida de calor debida a la transmisión de calor a través de las paredes y techos y la radiación sobre los mismos. Consideraremos los cuatro muros con orientaciones SURESTE, SUROESTE, NOROESTE y NORESTE. Además, tendremos en cuenta también el TECHO. En estos cálculos serán importantes las orientaciones de los mismos debido a que se realizarán los cálculos en un función de la diferencia de temperaturas equivalente ( DTE ).
- Transmisión por cerramientos semitransparentes: Ganancia o pérdida calorífica debida a la radiación solar sobre los acristalamientos y la transmisión de calor por los mismos. Consideraremos la orientación NORESTE, que está parcialmente acristalada debido a que cuenta con dos puertas automáticas de cristal de seguridad.
- Transmisión por ventilación: Ganancia o pérdida calorífica debido a la necesaria ventilación del local para garantizar una mínima calidad del aire

#### 1.12.1.2 Internas:

- Transmisión por número de ocupantes: Ganancia calorífica debida al número de ocupantes y su actividad.

- Transmisión por iluminación: Ganancia calorífica en función de la iluminación del local

Posteriormente se obtendrá la carga térmica total del local sumando ambas cargas.

El planteamiento de cálculo, es diferente a la hora de abordar las cargas térmicas en verano y en invierno, debido a que en ocasiones se producirán ganancias que no se contabilizarán en el cómputo total. Sin embargo en ambos casos, tanto en verano como en invierno, se abordarán los cálculos desde el punto de vista más desfavorable para la climatización, es decir, en el instante más caluroso en verano y en el instante más frío en invierno.

### 1.12.2 Cargas térmicas en verano

Para el cálculo de las cargas térmicas en verano, como ya se especificó con anterioridad, se selecciona el momento más desfavorable, es decir, en la hora más calurosa de dicha estación. De acuerdo con el archivo de apoyo del CTE, se considera por lo tanto el 22 de Julio a las 15:00 h, hora a la que se dan las condiciones exteriores expuestas en la tabla 1. A partir de estos datos y de los datos, obtenidos anteriormente, de las características de los cerramientos, del número de ocupantes y de la superficie del local se calcularán las cargas térmicas en verano:

#### 1.12.2.1 Transmisión de calor a través de cerramientos opacos con radiación solar

Para este cálculo, se obtendrá la diferencia de temperaturas equivalente de temperaturas (DTE) en función de la orientación del cerramiento, su peso, la latitud de la localidad y de la hora estimada. De este modo, obtenemos una diferencia de temperaturas en la que tenemos en cuenta la radiación solar que incide sobre dicho cerramiento a la hora de calcular la transmisión de calor por el mismo.

Además se tendrá en cuenta el color por la parte exterior del mismo. Es necesario además, realizar una corrección de esta DTE obtenida debido a que estos valores se corresponden para una temperatura exterior de 35 °C y una temperatura interior de 27 °C, es decir, a partir de un incremento de temperatura de 8 °C. A su vez, provienen también de una oscilación media diaria de 11 °C, mientras que en A Coruña esta oscilación es de 8 °C para dicho día y un incremento de temperaturas de 7,3 °C. Los datos obtenidos de las DTE en función de la orientación, han sido extraídos del "Manual de Carrier" y son los siguientes:

Orientación	NE	SE	NO	Techo
DTE	7,2	10,6	10,6	20

Tabla 2: Valores de DTE en función de la orientación

Por lo tanto con estos datos obtenidos para las 15:00h se obtendrá la DTE corregida para cada cerramiento gracias a la siguiente fórmula:

$$DTEc = a + \Delta_s + b * \frac{R_s}{R_m} * (\Delta_m - \Delta_s) \quad (1)$$



Donde:

a = Factor de corrección por diferencia de temperatura

b = Factor de corrección debido al color del muro ( b= 0,7 en nuestro caso debido a color medio)

$R_s$  = Máxima insolación para el mes elegido

$R_m$  = Máxima insolación para el mes de Julio

$\Delta_m$  = DTE para el muro soleado en función de su orientación y hora

$\Delta_s$  = DTE para el muro a la sombra a la hora indicada

En función del cerramiento por lo tanto tendremos una DTE corregida con la que calcularemos esta transmisión de calor por convección-conducción a través del muro, siendo ésta una carga sensible, mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{trans} = S * U * DTEc \quad (2)$$

Donde:

$Q_{trans}$  = Carga térmica por transmisión (W)

S = Superficie del cerramiento (  $m^2$  )

U = Coeficiente de transmisión del cerramiento (  $\frac{W}{m^2 * K}$  )

DTE = Diferencia de temperaturas equivalente

#### 1.12.2.2 Transmisión de calor a través de cerramientos opacos sin radiación solar

El almacén no va a ser climatizado por lo que a la NE no se le podrá aplicar el método de cálculo utilizado para las demás fachadas. En este caso se generará una transmisión de calor por convección-conducción debida a la diferencia de temperaturas entre ambos locales siguiendo la ecuación siguiente:

$$Q_{cond-conv} = S * U * \Delta T \quad (3)$$

Donde:

$Q_{cond-conv}$  = Carga térmica por convección-conducción (W)

S = Superficie del cerramiento opaco (  $m^2$  )

U = Coeficiente de transmisión del cerramiento opaco (  $\frac{W}{m^2 * K}$  )

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura ( T ext - T int )

Se considera en esta ocasión que el almacén se encuentra a la temperatura exterior.

### 1.12.2.3 Transmisión de calor a través de cerramientos semitransparente

Por otro lado, tendremos la transmisión de calor a través de cerramientos acristalados, debido a que el local cuenta con dos puertas automáticas acristaladas. De este modo, contaremos con una transmisión de calor sensible por convección-conducción, de la misma forma que en el caso de los cerramientos opacos, y otra transmisión de calor sensible por la radiación solar que incide sobre ellas. Por lo tanto, las ecuaciones utilizadas son las siguientes:

$$Q_{cond-conv} = S * U * \Delta T \quad (4)$$

Donde:

$Q_{cond-conv}$  = Carga térmica por convección-conducción (W)

S = Superficie del cerramiento semitransparente (  $m^2$  )

U = Coeficiente de transmisión del cerramiento semitransparente (  $\frac{W}{m^2 * K}$  )

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura ( T ext - T int )

Por otro lado, la transmisión de calor debido a la radiación solar se calculará de la siguiente manera:

$$Q_{rad} = R * S * f \quad (5)$$

Donde:

$Q_{rad}$  = Carga térmica por radiación (W)

S = Superficie del cerramiento (  $m^2$  )

f = Factor solar del acristalamiento (  $\frac{W}{m^2 * K}$  )

R = Radiación solar difusa a la hora de cálculo (  $\frac{W}{m^2}$  )

Para dicho cálculo se emplea el valor de radiación difusa obtenido del archivo de apoyo del DB\_HE debido a que dicho acristalamiento se encuentra a la sombra a la hora de cálculo.

### 1.12.2.4 Transmisión de calor por ventilación

Es la pérdida calorífica que se producen por la entrada de aire exterior en el local. Basándonos en el caudal de ventilación calculado anteriormente, 8 l/s \* ocupante, se obtiene el siguiente caudal de ventilación mínimo:

$$V_{vent} = 8 \frac{l}{s} * n^o \text{ ocupantes} = 8 * 285 = 2,28 \frac{m^3}{s} \quad (6)$$

Esta carga térmica de ventilación se descompone en una carga sensible y otra latente. La carga térmica sensible responde a la diferencia de temperatura de este aire exterior con el aire interior y se corresponde con la siguiente ecuación en la que además se tiene en cuenta la cantidad de aire húmedo presente en el aire:

$$Q_{\text{vent, sens}} = V_{\text{vent}} * (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}}) * \left( \frac{C_p + C_{p_{\text{agua}}} * W_{\text{ext}}}{V_{\text{esp}}} \right) \quad (7)$$

Donde:

$Q_{\text{vent, sens}}$  = Carga térmica sensible de ventilación W

$V_{\text{vent}}$  = Caudal de ventilación ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$T_{\text{interior}}$  = Temperatura en el interior del local ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{\text{exterior}}$  = Temperaturas exterior ( $^{\circ}\text{C}$ )

$C_p$  = Calor específico, del aire ( $\text{J}/\text{Kg} * \text{K}$ )

$C_{p_{\text{agua}}}$  = Calor específico del agua ( $\text{J}/\text{Kg} * \text{K}$ )

$W_{\text{ext}}$  = Humedad específica exterior ( $\frac{\text{Kg}_{\text{H}_2\text{O}}}{\text{Kg}_{\text{aire}}}$ )

$V_{\text{esp}}$  = Volumen específico del aire ( $\text{m}^3/\text{Kg}$ )

Por otro lado se encuentra la carga térmica por ventilación latente, que es debida a la transmisión calorífica por el cambio de fase. Cuya ecuación es la siguiente:

$$Q_{\text{vent, lat}} = V_{\text{vent}} * (W_{\text{ext}} - W_{\text{int}}) * \frac{Cl}{V_{\text{esp}}} \quad (8)$$

Donde:

$Q_{\text{vent, lat}}$  = Carga térmica latente de ventilación (W)

$V_{\text{vent}}$  = Caudal de ventilación ( $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ )

$W_{\text{int}}$  = Humedad en el interior del local ( $\frac{\text{Kg}_{\text{H}_2\text{O}}}{\text{Kg}_{\text{aire}}}$ )

$W_{\text{ext}}$  = Humedad exterior ( $\frac{\text{Kg}_{\text{H}_2\text{O}}}{\text{Kg}_{\text{aire}}}$ )

$Cl$  = Calor latente del agua ( $\text{J}/\text{kg}$ )

$V_{\text{esp}}$  = Volumen específico del aire ( $\text{m}^3/\text{Kg}$ )

#### 1.12.2.5 Transmisión de calor por los ocupantes

Los ocupantes aportan al edificio cargas latentes y carga sensible. Estos valores dependen básicamente de la actividad, sexo y temperatura del local. Por lo tanto el valor de dichas cargas térmicas será función de la ganancia por ocupante, tanto sensible como latente, del número de ocupantes y de la actividad que se realice en el interior del local. Además se aplicará un coeficiente de simultaneidad para dicho cálculo. De este modo, las cargas térmicas por el número de ocupantes se calcularán a partir de las ecuaciones siguientes:

$$Q_{\text{ocup, sens}} = f_{\text{sim}} * n^{\circ} \text{ ocupantes} * G_{\text{sens}} \quad (9)$$

$$Q_{\text{ocup, lat}} = f_{\text{sim}} * n^{\circ} \text{ ocupantes} * G_{\text{lat}} \quad (10)$$

Donde:

$Q_{ocup, sens}$  = Transmisión de calor debido al número de ocupantes ( carga sensible )

$Q_{ocup, lat}$  = Transmisión de calor debido al número de ocupantes ( carga latente )

$f_{sim}$  = coeficiente de simultaneidad, que según el CTE para el caso de una zona comercial es de 0,7.

$G_{sens}$  = Ganancia de calor sensible por ocupante (W/ocup)

$G_{lat}$  = Ganancia de calor latente por ocupante (W/ocup)

En la figura 4 se muestran las ganancias de calor por ocupante en función de la actividad que se está realizando y de la temperatura interior. La actividad seleccionada será de pie, marcha lenta en una zona comercial para una temperatura interior de 24 °C en verano

GANANCIAS DE CALOR POR OCUPANTES												
GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo medio W	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL									
			301 K		300 K		299 K		297 K		294 K	
			Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	102	51	51	57	45	62	40	67	35	76	26
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela Secundaria	116	52	64	56	60	63	53	70	46	79	37
Empleado de oficina	Oficina, hotel, departamento	131	52	79	58	73	63	68	71	60	83	48
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	131	52	79	58	73	63	68	71	60	83	48
Sentado, de pie	Farmacia	147	52	95	58	89	64	83	74	73	85	62
De pie, marcha lenta	Banco	147	52	95	58	89	64	83	74	73	85	62
Sentado	Restaurante	162	56	106	64	98	71	91	83	79	94	68
Sentado ligero en el banco del taller	Fabrica de trabajo ligero	220	56	164	64	156	72	148	86	134	107	113
Baile o danza	Sala de baile	249	64	185	72	177	80	169	95	154	117	132
Marcha 5 km/h	Fabrica de trabajo pesado	293	79	214	88	205	97	196	112	181	135	158
Trabajo pesado	Pista de bowling, Fábrica	424	131	293	136	288	142	282	154	270	176	248

Figura 4: Ganancias de calor por ocupante

### 1.12.2.6 Transmisión de calor por iluminación

La iluminación del local constituye una fuente de calor sensible, que se emite por radiación, convección y conducción. La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en Sección HE 3 del CTE para una zona comercial, por lo que en nuestro caso se tomará dicho valor límite como caso más desfavorable para dicho cálculo. De este modo, la carga térmica producida por la iluminación se calculará de la siguiente manera:

$$Q_{ilum} = Pot * A \quad (11)$$

Donde:

$Q_{ilum}$  = Transmisión de calor debido a la iluminación del local

Pot = Potencia instalada en el local  $\left( \frac{W}{m^2} \right)$

A = Área iluminada ( $m^2$ )

**Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación**

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

*Figura 5: Potencia máxima de iluminación en función del uso del edificio*

#### 1.12.2.7 Otras transmisiones de calor

Para dicho cálculo despreciaremos tanto la transmisión de calor debido al equipamiento del local debido a que no se conoce con exactitud el equipamiento a utilizar y que este no tendría una gran repercusión final. Además también se desprecia la transmisión de calor debida a la propia instalación debido a su bajo valor.

#### 1.12.2.8 Carga térmica total

Como resultado en verano tendremos las siguientes cargas térmicas:

Cargas	Sensible	Latente
<b>Externas</b>	33433,88589	-16487,65584
<b>Internas</b>	35479,5	11970
<b>Totales</b>	68913,38589	-4517,65584

*Tabla 3: Resumen de cargas en verano*

En el Anejo 1 se podrán ver con más detalle los cálculos realizados.

#### 1.12.3 Cargas térmicas en invierno

A la hora de realizar dicho cálculo, como ya se comentó, no se realizará del mismo modo que para verano. En este caso no se considerará la carga térmica debida a la radiación solar ni por el número de ocupantes del local. Ya que estos cálculos producirían un beneficio que no se daría en la situación más desfavorable de cálculo. En este caso se ha seleccionado el día 24 de Enero a las 9:00h como instante más desfavorable del año y por lo tanto, se obtienen las siguientes condiciones exteriores:

A partir de estos datos y de los mismos datos que para verano en cuanto a cerramientos y superficie del local se calcularán las cargas térmicas en invierno:

### 1.12.3.1 Transmisión de calor a través de cerramientos opacos

En este caso no se tendrá en cuenta la radiación del sol sobre los cerramientos por lo que al realizar dicho cálculo se tendrá en cuenta únicamente la variación de temperatura entre el exterior y el interior. Del mismo modo que en el cálculo en verano, esta transmisión de calor por convección-conducción será una carga térmica sensible calculada mediante la siguiente expresión:

$$Q_{cond-conv} = S * U * \Delta T \quad (12)$$

Donde:

$Q_{cond-conv}$  = Carga térmica por convección-conducción ( W )

S = Superficie del cerramiento (  $m^2$  )

U = Coeficiente de transmisión del cerramiento (  $\frac{W}{m^2 * K}$  )

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura ( T ext - T int )

### 1.12.3.2 Transmisión de calor a través de cerramientos semitransparente

Del mismo modo que para los cerramientos opacos, en los cerramientos acristalados no se tendrá en cuenta la radiación solar incidente sobre los mismos. De este modo solo obtendremos una carga térmica sensible debida a la transmisión de calor por convección-conducción calculada mediante la misma expresión que los cerramientos opacos:

$$Q_{cond-conv} = S * U * \Delta T \quad (13)$$

Donde:

$Q_{cond-conv}$  = Carga térmica por convección-conducción (W)

S = Superficie del cerramiento semitransparente (  $m^2$  )

U = Coeficiente de transmisión del cerramiento semitransparente (  $\frac{W}{m^2 * K}$  )

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura ( T ext - T int )

### 1.12.3.3 Transmisión de calor por ventilación

Esta carga térmica se calculará del mismo modo que en verano, descomponiéndose en una carga térmica sensible y otra latente mediante las siguientes expresiones:

$$Q_{vent, sens} = V_{vent} * \Delta T * \left( \frac{C_p + C_{p_{agua}} * W_{ext}}{V_{esp}} \right) \quad (14)$$

$$Q_{vent, lat} = V_{vent} * (W_{ext} - W_{int}) * \frac{Cl}{V_{esp}} \quad (15)$$

Donde:

$Q_{vent, sens}$  = Carga térmica sensible de ventilación (W)

$Q_{vent, lat}$  = Carga térmica latente de ventilación (W)

$V_{vent}$  = Caudal de ventilación ( $m^3/s$ )

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura ( T ext - T int )

$C_p$  = Calor específico del aire (J/Kg\*K)

$Cp_{agua}$  = Calor específico del agua (J/Kg\*K)

W int = Humedad en el interior del local ( $\frac{Kg_{H_2O}}{Kg\ aire}$ )

W ext = Humedad exterior ( $\frac{Kg_{H_2O}}{Kg\ aire}$ )

Cl = Calor latente del agua (J/kg)

V esp = Volumen específico del aire (m<sup>3</sup>/Kg)

#### 1.12.3.4 Transmisión de calor por ocupantes

No se considera este cálculo para invierno

#### 1.12.3.5 Transmisión de calor por iluminación

Este cálculo supone siempre un beneficio en invierno debido a que siempre van a estar encendidas las luces del local produciendo por lo tanto esta transmisión de calor sensible va a ser la misma que en verano:

$$Q\ illum = Pot * A \quad (16)$$

Donde:

Q illum = Transmisión de calor debido a la iluminación del local

Pot = Potencia instalada en el local ( $\frac{W}{m^2}$ )

A = Área iluminada (m<sup>2</sup>)

#### 1.12.3.6 Otras transmisiones de calor

Del mismo modo que en verano, despreciaremos tanto la transmisión de calor debido al equipamiento como la transmisión de calor debida a la propia instalación.

#### 1.12.3.7 Carga térmica total

Como resultado en invierno tendremos las siguientes cargas térmicas:

Cargas	Sensible	Latente
Externas	-78434,6747	-26182,64448
Internas	21315	0
Totales	-57119,6747	-26182,64448

Tabla 4: Resumen de cargas térmicas en invierno

En el Anejo 1 se podrán ver con más detalle todos los cálculos realizados.

## 1.13 Ciclo de climatización

Una vez conocidas las necesidades térmicas del local, es posible determinar el ciclo de climatización, tanto para verano como para invierno, pudiendo calcular con ello las temperaturas y los caudales de impulsión necesarios para lograr una correcta climatización del local. Con ello será posible conocer las correspondientes temperaturas a la salida de las baterías, tanto de la batería de frío para la refrigeración como de la batería de calor para la calefacción., conociendo por lo tanto las potencias necesarias de las mismas con el fin de seleccionar una correcta unidad de tratamiento de aire.

Para dicho sistema se ha optado por una climatización "todo aire" en la que la climatizadora cogerá aire del exterior con el fin de enfriarlo o calentarlo, según las necesidades del local, para introducirlo en el interior del local con el fin de lograr una sensación de confort sobre los ocupantes. A su vez se retirará la misma cantidad de aire del interior del local expulsando una parte del mismo al exterior y recirculando la parte restante, consiguiendo con ello aprovechar la temperatura del mismo al mezclarse con el aire nuevo que se introduce en el sistema y logrando optimizar el proceso. Este proceso de recirculación es posible realizarlo, debido a que el aire en el interior del local está exento de humo de tabaco, siendo un aire de categoría AE 1, tal y como se refleja en la IT 1.1.4.2.5. del RITE:

Además, debido a que el caudal de aire expulsado al exterior es superior a  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , se realizará un aprovechamiento calorífico del aire que es expulsado al exterior, atravesando por lo tanto un intercambiador de calor de placas con el fin de lograr un precalentamiento del aire exterior que es introducido en el sistema, logrando con esto un menor gasto energético de la máquina al tener que calentar o enfriar en menor medida la mezcla resultante de aire.

El ciclo de climatización por lo tanto será el mismo tanto para refrigeración como para calefacción distinguiéndose únicamente en la batería utilizada.

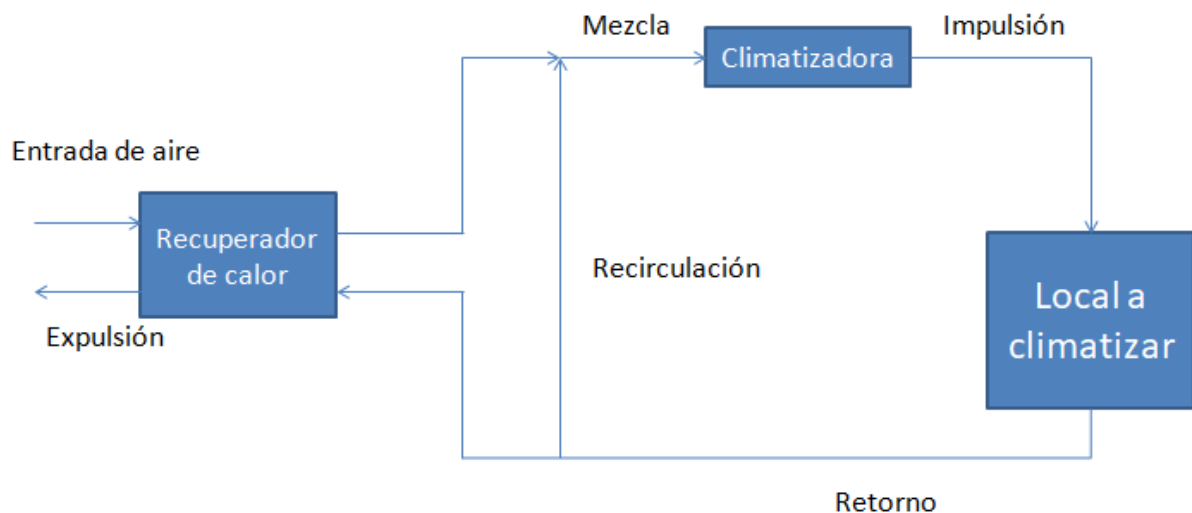


Figura 6: Ciclo de climatización

### 1.13.1 Caudal de impulsión

Para el cálculo del caudal de impulsión es necesario conocer la carga térmica sensible más desfavorable del año. En nuestro caso, ésta se corresponde con el cálculo realizado en verano. Además se especifica una tasa de 2,5 renovaciones/hora con el fin de tener una buena calidad de aire interior. De este modo, calcularemos el caudal de impulsión y la



temperatura de impulsión para verano con el fin de cumplir este requisito y tener a su vez en el interior una temperatura de 24 °C.

Se calcula por lo tanto el caudal de impulsión mínimo necesario para lograr las 2,5 ren/h requeridas en función del volumen del local que se quiere climatizar.

$$Q_{imp} = Ren * Vol = 2,5 \frac{ren}{h} * 7105 m^3 = 17762,5 m^3/h \quad (17)$$

Donde:

$Q_{imp}$  = Caudal de impulsión ( $m^3/h$ )

Ren = Número de renovaciones hora exigidas

Vol = Volumen del local a climatizar

Teniendo por lo tanto un caudal de impulsión mayor que el caudal de ventilación mínimo establecido:

$$Q_{imp} = \frac{17762,5 m^3/h}{3600 s/h} = 4,93 m^3/s > 2,28 m^3/s \quad (18)$$

Con estos datos ya es posible calcular la temperatura de impulsión necesaria para climatizar el local: Mirar todo esto

$$\dot{m}_{imp} = 4,93 \frac{m^3}{s} * 1,2 \frac{Kg}{m^3} = 5,92 \frac{Kg}{s} \quad (19)$$

$$\dot{m}_{imp} = \frac{Q_{sens,ver}}{cp*(T_{int}-T_{imp})} \rightarrow 5,92 = \frac{68913,39}{1025*(24-T_{imp})} \quad (20)$$

Por lo tanto la temperatura de impulsión en verano será igual a 12,65 °C.

Este caudal de impulsión será el mismo para el ciclo de calefacción por lo que la temperatura de impulsión en invierno será:

$$\dot{m}_{imp} = \frac{Q_{sens,inv}}{cp*(T_{imp}-T_{int})} \quad (21)$$

Teniendo por lo tanto una temperatura de 31,42 °C.

## 1.14 Ciclo de refrigeración

### 1.14.1 Cálculo de la batería de frío

En el apartado de refrigeración se considerará el siguiente flujo de caudal:

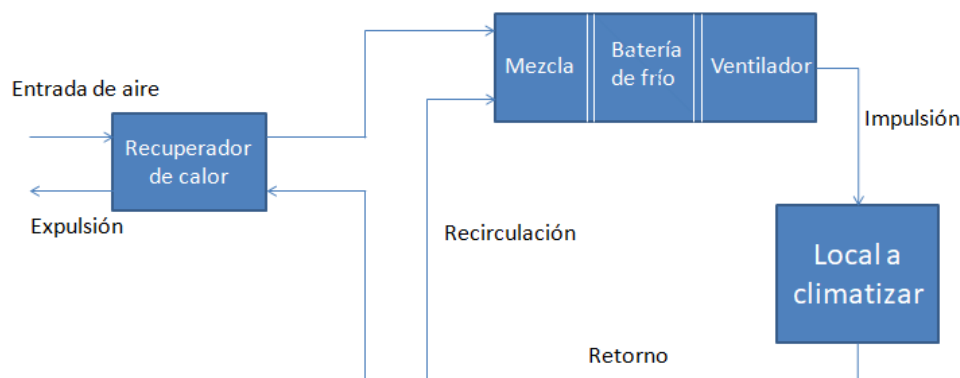


Figura 7: Ciclo de refrigeración

Se puede observar que el aire introducido en la climatizadora desde el exterior pasa a través de un intercambiador de placas para luego mezclarse con el aire que es recirculado antes de llegar a la batería de frío donde se va a tratar para obtener una temperatura óptima. Tras atravesar la batería de frío, el aire pasa a través de un ventilador que lo impulsa hacia el interior del local. La misma cantidad de aire es retirada del local por los conductos de retorno, expulsándose al exterior, tras atravesar el intercambiador de calor,  $2,28 \frac{m^3}{s}$ , correspondiéndose este caudal al caudal de ventilación calculado anteriormente. El resto de aire que fue retirado del local es recirculado mezclándose con el nuevo caudal de aire introducido.

Las temperaturas que se corresponden con dicho ciclo de refrigeración son las siguientes:

- La temperatura más desfavorable en el exterior es de 31,3 °C
- La temperatura de la tienda de bricolaje es de 24 °C.
- La temperatura de impulsión es de 12,65 °C
- En el conducto de impulsión la temperatura aumenta aproximadamente 1 °C, por lo que la temperatura a la salida del ventilador será de 11,65 °C.
- El ventilador provoca un incremento de temperatura de 1,5 °C, por lo que la temperatura que proporciona la batería de frío es de 10,15 °C.
- Entre la tienda y el retorno a la climatizadora se ganan 0,5 °C siendo por lo tanto las temperaturas de expulsión y de recirculación de 24,5 °C.

Con estos datos es posible calcular la temperatura que tendrá la mezcla de aire recirculado y de aire nuevo, con el fin de calcular la potencia de la batería de frío.

$$\dot{m}_{imp} * T_{mezcla} = \dot{m}_{ext} * T_{ext} + \dot{m}_{recirc} * T_{recirc} \quad (22)$$

Obteniendo una temperatura de mezcla de 27,64 °C.

La potencia de la batería de frío será por lo tanto:

$$Pot_{frío} = \dot{m}_{imp} * cp * (T_{bat, frío} - T_{mezcla}) \quad (23)$$

Se necesitará por lo tanto una batería de frío de 107 kW.

### 1.14.2 Free-cooling

Debido a que la potencia térmica nominal de la climatizadora es superior a 70 kW se introduce a mayores un sistema free-cooling con el fin de obtener un ahorro energético en ciertas ocasiones. Con este sistema se consigue, en ciertas ocasiones que así lo permitan, una entrada de aire exterior que no es climatizado si no que solo es filtrado y que es capaz de vencer las cargas térmicas del local a climatizar, consiguiendo por lo tanto una climatización "gratuita" del mismo, pudiendo incluso no recircular aire del interior y consiguiendo además una mayor renovación del aire interior.

## 1.15 Ciclo de calefacción

### 1.15.1 Cálculo de la batería de calor

Para el apartado de calefacción se considerará el mismo flujo de caudal que en el ciclo de refrigeración por todo el sistema solo que entrará en la batería de calor el aire en lugar que en la de frío:

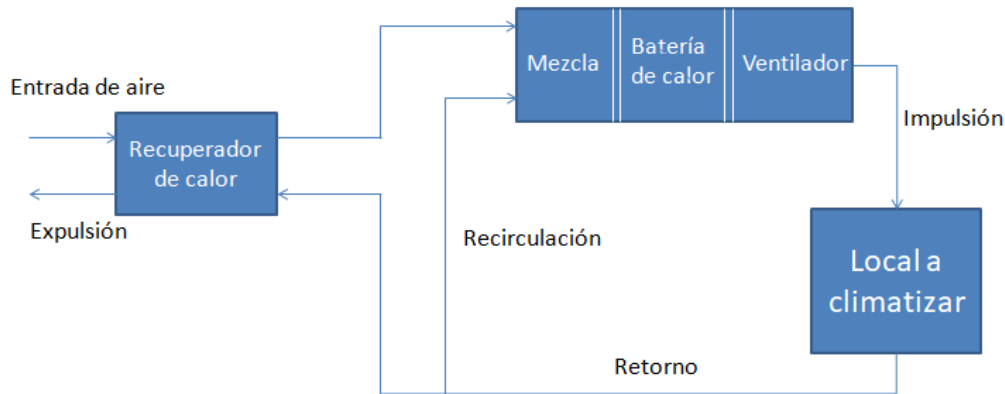


Figura 8: Ciclo de calefacción

Por lo tanto el aire introducido en la climatizadora desde el exterior pasa a través de un intercambiador de placas para luego mezclarse con el aire que es recirculado antes de llegar a la batería de calor donde se va a tratar para obtener la temperatura requerida. Tras atravesar la batería de calor, el aire pasa a través de un ventilador que lo impulsa hacia el interior del local. La misma cantidad de aire es retirada del local por los conductos de retorno, expulsándose al exterior, tras atravesar el intercambiador de calor,  $2,28 \frac{m^3}{s}$ . El resto de aire que fue retirado del local es recirculado mezclándose con el nuevo caudal de aire introducido.

Las temperaturas que se corresponden con dicho ciclo de calefacción son las siguientes:

- La temperatura más desfavorable en el exterior es de  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- La temperatura de la tienda de bricolaje es de  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- La temperatura de impulsión es de  $31,42 \text{ }^\circ\text{C}$
- En el conducto de impulsión la temperatura disminuye aproximadamente  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ , por lo que la temperatura a la salida del ventilador será de  $32,42 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- El ventilador provoca un incremento de temperatura de  $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , por lo que la temperatura que proporciona la batería de calor es de  $30,92 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Entre la tienda y el retorno a la climatizadora se pierden  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$  siendo por lo tanto las temperaturas de expulsión y de recirculación de  $21,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Con estos datos es posible calcular la temperatura que tendrá la mezcla de aire recirculado y de aire nuevo, con el fin de calcular la potencia de la batería de calor.

$$\dot{m}_{imp} * T_{mezcla} = \dot{m}_{ext} * T_{ext} + \dot{m}_{recirc} * T_{recirc} \quad (24)$$

Obteniendo una temperatura de mezcla de  $11,8 \text{ }^\circ\text{C}$ .

La potencia de la batería de calor será por lo tanto:

$$Pot_{calor} = \dot{m}_{imp} * cp * (T_{bat, calor} - T_{mezcla}) \quad (25)$$

Será necesaria por lo tanto una batería de calor de 117 kW.

## 1.16 Cálculo de elementos terminales y conductos

Con el fin de conseguir la impulsión de aire climatizado y la extracción de aire del interior de los locales que se van a climatizar se cuenta con dos tipos de conductos, unos conductos de impulsión de aire y otros de retorno del mismo, encontrándose los mismos repartidos por todo el local a climatizar. Esta serie de conductos aparecen representados en el plano nº 4. Dichos conductos serán de doble tubo aislado de acero galvanizado con un espesor de 50 mm y con un revestimiento especial de resistencia al fuego.

Según el fabricante de de la climatizadora, se conoce que existirá un caudal de impulsión de 21000 m<sup>3</sup>/h, lo que serán aproximadamente 5,83 m<sup>3</sup>/s. De este modo tendremos el mismo valor para el caudal de retorno ya que tienen el mismo caudal. Sabemos por lo tanto que dicho caudal será superior al caudal de impulsión previamente calculado, 4,93 m<sup>3</sup>/s, que serán unos 17762 m<sup>3</sup>/h, siendo éste el mínimo necesario para poder suplir todas las cargas térmicas del local y logran una correcta climatización. Por lo tanto la climatizadora seleccionada proporciona un caudal suficiente como para conseguir llevar a cabo dicha climatización.

Para lograr la impulsión y retorno de dicho aire es necesario contar con unos difusores de impulsión, debido a que la altura útil del local es de 5 m y es necesario impulsar el aire a mayor velocidad para lograr una climatización de la zona que será ocupada, en especial cuando se impulse aire caliente debido a su menor densidad en comparación con el aire frío; y unas rejillas de retorno adaptables a conductos circulares, siendo ambos elementos de caudal regulable.

Se han seleccionado por lo tanto unos difusores circulares termorregulables de la marca Koolair con un caudal máximo de 870 m<sup>3</sup>/h, por lo que será necesario instalar un mínimo de 25 difusores. Impulsando por la tanto cada difusor un caudal de aproximadamente 840 m<sup>3</sup>/h. En el caso del retorno de aire se han seleccionado unas rejillas ajustables a conductos circulares de la marca Euroclima, cuyo caudal máximo es de 800 m<sup>3</sup>/h. En este caso, será necesario instalar un mínimo de 27 rejillas por el local. De este modo, por cada rejilla se extraerán 778 m<sup>3</sup>/h de aire.

A la hora de realizar el cálculo de la sección de los conductos de climatización se ha recurrido al método de presión de carga unitaria constante. Este método permite calcular los conductos tanto de impulsión, retorno y ventilación de forma que éstos tengan la misma pérdida de carga por unidad de longitud a lo largo de todo el sistema. Este procedimiento de cálculo se ha realizado mediante el software de dimensionado de conductos de la página web de "isover.es" obteniendo para cada caudal una velocidad del mismo.

Para ello se ha seleccionado una velocidad inicial al caudal inicial, no superando ésta los 6 m/s con el fin de no generar ruidos molestos. En este caso se ha tomado como velocidad inicial 5m/s. A partir de esta velocidad se ha calculado la pérdida de carga unitaria generada, carga que será constante en todos los tramos de la conducción del aire. Con este dato de pérdida de carga se generará una nueva velocidad para diferentes caudales, con el fin de conocer la sección de dicho tramo de la conducción por el que discurre cada caudal. Esta sección se calculará mediante la siguiente ecuación en función del caudal y de la velocidad calculada previamente del mismo:

$$Sección = \frac{Caudal}{Velocidad} \quad (26)$$

De este modo, se conseguirán todas las velocidades, secciones y pérdidas de carga tanto de los conductos de impulsión como de retorno como se pueden ver en las tablas siguientes

### 1.16.1 Conductos de impulsión

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Velocidad (m/s)	Sección (m <sup>2</sup> )	Diametro (mm)	Longitud (m)	Pérdida de carga unitaria	ΔP (Pa)
<b>M-I</b>	21000	5	1,1667	1200	3,50	0,2	0,7
<b>I-1</b>	3360	2,96	0,3153	630	2,00	0,2	0,4
<b>1-2</b>	2520	2,75	0,2545	560	14,5	0,2	2,9
<b>2-3</b>	1680	2,49	0,1874	500	16,5	0,2	3,3
<b>3-4</b>	840	2,09	0,1116	400	16,5	0,2	3,3
<b>I-5</b>	7715	3,64	0,5888	900	6,5	0,2	1,3
<b>5-6</b>	6875	3,54	0,5395	800	5,63	0,2	1,13
<b>6-7</b>	6035	3,43	0,4887	800	5,63	0,2	1,13
<b>7-8</b>	5195	3,3	0,4373	750	5,63	0,2	1,13
<b>8-9</b>	4355	3,16	0,3828	710	5,63	0,2	1,13
<b>9-10</b>	3515	2,99	0,3266	630	5,63	0,2	1,13
<b>10-11</b>	2675	2,79	0,2663	630	5,63	0,2	1,13
<b>11-12</b>	1835	2,54	0,2007	500	5,63	0,2	1,13
<b>12-13</b>	995	2,18	0,1268	400	5,63	0,2	1,13
<b>13-14</b>	155	1,37	0,0314	200	5,52	0,2	1,1
<b>I-15</b>	8099	3,69	0,6097	900	6,50	0,2	1,3
<b>15-16</b>	7259	3,59	0,5617	900	5,63	0,2	1,13
<b>16-17</b>	6419	3,48	0,5124	800	5,63	0,2	1,13
<b>17-18</b>	5579	3,36	0,4612	750	5,63	0,2	1,13
<b>17-18</b>	4739	3,22	0,4088	750	5,63	0,2	1,13
<b>18-19</b>	3899	3,07	0,3528	710	5,63	0,2	1,13
<b>19-20</b>	3059	2,89	0,294	630	5,63	0,2	1,13
<b>20-21</b>	2219	2,67	0,2309	560	5,63	0,2	1,13
<b>21-D</b>	1379	2,37	0,1616	450	5,63	0,2	1,13
<b>D-22</b>	840	2,09	0,1116	400	5,63	0,2	1,13
<b>D-23</b>	342	1,67	0,0569	280	5,30	0,2	1,06

Tabla 5: Conductos de impulsión

### 1.16.2 Conductos de retorno

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Velocidad (m/s)	Sección (m <sup>2</sup> )	Diametro (mm)	Longitud (m)	Pérdida de carga unitaria	ΔP (Pa)
<b>R-M</b>	21000	5	1,1667	1200	3,5	0,2	0,7
<b>1-R</b>	4668	3,21	0,4039	710	1	0,2	0,2
<b>2--1</b>	3890	3,07	0,352	710	9	0,2	1,8
<b>3-R</b>	3112	2,9	0,2981	630	10	0,2	2
<b>4--3</b>	2334	2,7	0,2401	560	10	0,2	2
<b>5--4</b>	1556	2,44	0,1771	500	10	0,2	2
<b>6--5</b>	778	2,05	0,1054	355	10	0,2	2
<b>7-R</b>	7157	3,58	0,5553	900	8	0,2	1,6
<b>8--7</b>	6400	3,48	0,5109	800	6	0,2	1,2
<b>9--8</b>	5600	3,36	0,463	750	6,5	0,2	1,3
<b>10--9</b>	4800	3,23	0,4128	750	6,5	0,2	1,3
<b>11--10</b>	4000	3,09	0,3596	710	6,5	0,2	1,3
<b>12--11</b>	3200	2,92	0,3044	630	6,5	0,2	1,3
<b>13--12</b>	2400	2,72	0,2451	560	6,5	0,2	1,3
<b>14--13</b>	1600	2,46	0,1807	500	6,5	0,2	1,3
<b>15--14</b>	800	2,06	0,1079	400	6,5	0,2	1,3
<b>16--15</b>	155	1,37	0,0314	200	10	0,2	2
<b>17-R</b>	7541	3,62	0,5787	900	8	0,2	1,6
<b>18--17</b>	6763	3,53	0,5322	800	6,5	0,2	1,3
<b>19--18</b>	5985	3,42	0,4861	800	6,5	0,2	1,3
<b>20--19</b>	5207	3,3	0,4383	750	6,5	0,2	1,3
<b>21--20</b>	4429	3,17	0,3881	710	6,5	0,2	1,3
<b>22--21</b>	3651	3,02	0,3358	710	6,5	0,2	1,3
<b>23--22</b>	2873	2,84	0,281	630	6,5	0,2	1,3
<b>24--23</b>	2095	2,63	0,2213	560	6,5	0,2	1,3
<b>D--24</b>	1317	2,34	0,1563	450	1,5	0,2	0,3

Tabla 6: Conductos de retorno

## 1.17 Sistema de climatización elegido

Con el fin de conseguir una temperatura en el interior del local de confort es necesaria la climatización del mismo, consiguiendo unas temperaturas de 22 °C en invierno y de 24 °C en verano. Para ello se tendrá que hacer frente a las cargas térmicas que afectan al local, tanto internas como externas. Para ello se selecciona un sistema de climatización que sea capaz de contrarrestar dichas cargas térmicas proporcionando tanto calor en invierno como frío en verano. El sistema de climatización seleccionado tendrá que cubrir todas las necesidades calculadas anteriormente:

- Temperatura de impulsión para verano e invierno (12,65 °C y 31,42 °C respectivamente)
- Caudal de impulsión necesario para climatizar el local (4,94 m<sup>3</sup>/s o lo que es lo mismo, 7762,5 m<sup>3</sup>/h)
- Potencia necesaria de las baterías de frío y calor (107 y 117 kW respectivamente)

De este modo, se selecciona un sistema capaz de cubrir dichas necesidades, seleccionándose una unidad compacta tipo Roof-Top bomba de calor de la marca Hitecsa. En particular, se ha elegido el modelo KUBIC RCF 3502.2 que es un sistema ligero de distribución de aire tratado a través de conductos con recuperación de calor haciéndolo idóneo para su colocación en cubierta. Fabricado en chapa de acero galvanizado, acabado con resinas de poliéster (RAL 1013), cuenta con una óptima resistencia a la corrosión y a la intemperie y forrado con aislamiento termo-acústico. Su diseño modular extracompacto le proporciona una gran versatilidad de instalación y funcionamiento, pudiéndose adaptar así a infinidad de situaciones, contando con varios sistemas de filtrado, un sistema Free-cooling y un sistema de control VAV. El módulo de recuperación termodinámica aprovecha el aire de extracción para recuperar parte del calor de desecho, aumentando tanto las capacidades como el rendimiento nominal del equipo. Cuenta con baterías en tubo de cobre deshidratado especiales para la refrigeración, válvulas tipo obús, acumuladores de aspiración, compresor tipo Scroll y refrigerante R-410A, válvula de retención y válvula reversible.

El circuito exterior cuenta con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, ventiladores tipo axial, herméticos preparados para la intemperie y motor de alta eficiencia de protección IP-54 y aislamiento clase F.

Posee además seguridad de alta y baja presión mediante presostato manual o automático, válvula anti-retorno y regulación electrónica mediante la placa de control o el termostato SUPER SI ( rango de regulación de temperatura, modificación del modo de funcionamiento, regulación del caudal)

Además de esto sus características principales son:

<b>KUBIC RCF 3002.2</b>	
<b>Potencia Frigorífica (kW)</b>	<b>152</b>
<b>Potencia Calorífica (kW)</b>	<b>163,8</b>
<b>Consumo Frío (kW)</b>	<b>49,7</b>
<b>Consumo Calor (kW)</b>	<b>42,4</b>

<b>Refrigerante</b>	<b>R-410A</b>
<b>Compresor</b>	<b>Scroll</b>
<b>Largo*ancho*alto (mm)</b>	<b>5845x2219x1900</b>
<b>Ventilador exterior</b>	<b>Axial Rotor Exterior</b>
<b>Peso (Kg)</b>	<b>2373</b>
<b>Caudal Aire Interior</b>	<b>21000</b>

Tabla 7: Características sistema de climatización

## 1.18 Extracción de aire

En los locales habitables que no van a ser climatizados, como son los casos de los baños para el público y los vestuarios de los trabajadores se realizará una extracción de aire de los mismos, teniendo un caudal mínimo de extracción de 15 l/s. De este modo se extraerá aire de los mismos pero será directamente expulsado al exterior, no será retornado a la climatizadora. Con esto se consigue una adecuada ventilación de los mismos. En nuestro caso de cálculo, para asegurarnos de una correcta ventilación en dichos locales, se estimará un caudal de 15 l/s por cada urinario en cada aseo o vestuario.

Se seleccionarán por lo tanto rejillas de extracción de aire del mismo modo que en el caso del aire de retorno a la climatizadora, escogiendo en este caso una rejilla de la marca Euroclima de 200 m<sup>3</sup>/h de caudal máximo para cada aseo y una rejilla de la misma marca pero de 300 m<sup>3</sup>/h de caudal máximo para cada vestuario.

Los conductos, serán circulares e irán dirigidos directamente al exterior, impulsando de este modo el aire hacia fuera del recinto. Del mismo modo que en los conductos de climatización, se supondrá una pérdida unitaria de carga de 0,2 Pa por lo que en función del caudal en cada tramo se tendrán las siguientes velocidades y secciones:

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Velocidad (m/s)	Sección (m <sup>2</sup> )	Diametro (mm)	Longitud (m)	Pérdida de carga unitaria	ΔP (Pa)
<b>1-2</b>	200	1,46	0,0381	225	2,75	0,2	0,55
<b>2-T</b>	400	1,76	0,0631	300	2,5	0,2	0,5
<b>3-T</b>	200	1,46	0,0381	225	2,5	0,2	0,5
<b>T-E</b>	600	1,92	0,0868	355	2	0,2	0,4
<b>4-F</b>	300	1,61	0,0518	250	6	0,2	1,2
<b>5-F</b>	300	1,61	0,0518	250	2	0,2	0,4
<b>F-S</b>	600	1,92	0,0868	355	2,5	0,2	0,5

Tabla 8: Conductos de extracción baños y vestuarios



Para la correcta extracción de dicho aire, se añaden dos ventiladores para lograr expulsar el aire procedente de baños y vestuarios. Se ha seleccionado un ventilador de S&P Modelo TD 2000/315 que es capaz de ventilar 2000 m<sup>3</sup>/h , tiene una velocidad de giro de 2400 rpm y absorbe una potencia de 255 W.

Por otro lado, tendremos el almacén, la sala de máquinas y la zona reservada de basura. En estos locales, al ser zonas no habitables se realizará una ventilación de los mismos. Ésta se realizará mediante ventilación natural, teniendo por lo tanto unas rejillas de entrada de aire en las fachadas para la entrada de aire nuevo en el local a ventilar. Tanto el almacén y la sala de máquinas tendrán un caudal de impulsión y retorno en torno a 0,7 l/s por m<sup>2</sup> útil, tal y como especifica el DB-HS en el caso de trasteros. Por otro lado, la sala de basura tendrá un caudal de impulsión y extracción de 10 l/s por m<sup>2</sup> útil.

Con estos datos obtenemos los siguientes caudales para cada local:

Local	Almacén	Sala de máquinas	Basura
<b>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</b>	600	189	2808

*Tabla 9: Caudales de extracción en locales no habitables*

Con estos datos, se sabe por lo tanto que serán necesarias dos rejillas de 300 m<sup>3</sup>/h de caudal máximo en la fachada del almacén, una rejilla en la sala de máquinas de 250 m<sup>3</sup>/h de caudal máximo y cuatro rejillas de 750 m<sup>3</sup>/h de caudal máximo en la sala de basura. Estas rejillas serán rectangulares de la marca Euroclima.

**Ferrol, Julio 2017**  
**Alejandro Pérez Casás**

# **ANEJO 1**

## **CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS Y CONDUCTOS**

## 1.19 Cálculo de las cargas térmicas

Se calcularán las cargas térmicas tanto en verano como en invierno en la situación más desfavorable de cada estación.

### 1.19.1 Cargas térmicas en verano

Los datos de partida para estos cálculos serán los siguientes:

- Temperatura exterior: 31,3 °C
- Temperatura interior: 24 °C
- Coeficiente de transmisión de los muros: 0,4 W/m<sup>2</sup>\*K
- Coeficiente de transmisión de los acristalamientos Climalit: 1,8 W/m<sup>2</sup>\*K
- Coeficiente de transmisión de la cubierta: 0,26 W/m<sup>2</sup>\*K
- Factor solar Climalit: 0,59

#### 1.19.1.1 Transmisión a través de cerramientos opacos con radiación solar

Para el cálculo de dichas cargas calcularemos primero la DTE para cada cerramiento en función de su orientación para la hora de proyecto seleccionada. Tras esto, se calculará la transmisión de calor a través del cerramiento por convección-conducción. Las ecuaciones para la realización de estos cálculos serán las siguientes:

$$DTE = a + \Delta_s + b * \frac{R_s}{R_m} * (\Delta_m - \Delta_s) \quad (27)$$

$$Q_{conv-cond} = S * U * DTE \quad (28)$$

Los valores de DTE, factor a y factor b han sido extraídos del libro "Manual de Carrier" en función de su orientación a las 15:00h y son los siguientes:

Orientación	NE	SE	NO	Techo
DTE	7,2	10,6	10,6	20

Tabla 11: Valores de DTE en función de la orientación del cerramiento

Contando además con una valor de la DTE a la sombra de 6,7. Estos valores tendrán que ser corregidos mediante la ecuación 27 para adaptar dicho valor a las condiciones de cálculo de la tienda de bricolaje. De este modo se hará una corrección tanto de la diferencia de temperaturas exterior e interior de las condiciones de cálculo de este proyecto en lugar de las condiciones de cálculo del "Manual de Carrier". De este modo obtendremos el factor a de la tabla de corrección de dicho manual y el factor b dependerá del color exterior del cerramiento, siendo en nuestro caso un color medio y teniendo un valor de 0,7 por ello. Con estos valores y los valores de radiación extraídos del manual para una latitud de 40 °, se obtendrá la DTE corregida para cada cerramiento y con ella se puede calcular la transmisión de calor a través de dicho cerramiento. Por otro lado, la DTE no sufrirá ningún cambio debida al factor de máxima insolación debido a que el mes de cálculo en las condiciones de este proyecto es el mismo que en el caso del manual, quedando por lo tanto  $R_s=R_m$ . Con todo ello, se puede calcular dicha transmisión de calor mediante la ecuación 28 obteniendo los siguientes valores:

Pared	DTE Tabla	Factor a	Factor b	DTE corregida	U (W/m <sup>2</sup> K)	S (W/m <sup>2</sup> )	Q trans (W)
<b>NE</b>	7,2	1,2	0,7	8,25	0,4	119,8	395,34
<b>SE</b>	10,6	1,2	0,7	10,63	0,4	417,41	1774,83
<b>NO</b>	10,6	1,2	0,7	10,63	0,4	417,41	1774,83
<b>Sombra</b>	6,7						
<b>Cubierta</b>	20	1,2	0,7	17,21	0,26	1466,898	6563,78
<b>TOTAL</b>							10773,47

Tabla 12: Transmisión de calor en cerramientos opacos con radiación solar en verano

Se tiene por lo tanto una transmisión de calor sensible a través de los cerramientos opacos de **10773,47 W**.

### 1.19.1.2 Transmisión a través de cerramientos opacos sin radiación solar

En este caso, el local está en contacto con el almacén, el cual no está climatizado, por lo que la carga térmica que sufrirá dicho cerramiento se producirá por la diferencia de temperaturas entre ambos en función de la siguiente ecuación:

$$Q_{conv.cond} = S * U * \Delta T \quad (29)$$

Fachada	S (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> )	$\Delta T$	Q trans (W)
<b>SO</b>	90,65	0,4	7,3	264,698

Tabla 13: Transmisión de calor en cerramientos opacos sin radiación solar en verano

Teniendo por lo tanto una transmisión de calor sensible por convección-conducción de **264,698 W**.

### 1.19.1.3 Transmisión de calor a través de cerramientos acristalados

La fachada principal cuenta con dos puertas automáticas de cristal. Para el cálculo de la transmisión de calor a través de dichas puertas tendremos dos casos: la radiación que reciba dicho cristal y sea capaz de transmitir al interior del local y la transmisión de calor por convección-conducción que transmitan dichas puertas. Por lo tanto contando con dos puertas de 4 metros de ancho y 3 de alto cada una con un vidrio Climalit Plus de baja emisividad con un coeficiente de transmisión de 1,8 W/m<sup>2</sup> y un factor solar de 0,59 tendremos las siguientes cargas térmicas por convección-conducción y por radiación:

El calor por convección-conducción se calcula:

$$Q_{conv.cond} = S * U * \Delta T \quad (30)$$

Cerramiento	S (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> )	$\Delta T$	Q trans (W)
<b>Puertas Cristal</b>	24	1,8	7,3	315,36

Tabla 14: Transmisión de calor por conducción en cerramientos semitransparentes

Teniendo una transmisión de calor por convección-conducción de **315,36 W**.

El calor por radiación se calcula:

$$Q_{rad} = R * S * f \quad (31)$$

Cerramiento	R (W/m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	factor solar	Q rad (W)
<b>Puertas Cristal</b>	92	24	0,59	1302,72

Tabla 15: Transmisión de calor por radiación en acristalamientos

Teniendo una transmisión de calor por radiación de **1302,72 W**

Además para el cálculo de la transmisión de calor por radiación se ha decidido utilizar el valor de radiación difusa obtenido del documento de apoyo del DB-HE para el día y la hora de cálculo debido a que dichos acristalamientos estarán a la sombra en dicho instante.

#### 1.19.1.4 Transmisión de calor por ventilación

La transmisión de calor por ventilación tiene una componente sensible y otra latente y se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$Q_{vent, sens} = V_{vent} * (T_{interior} - T_{exterior}) * \left( \frac{C_p + C_{p_{agua}} * W_{ext}}{V_{esp}} \right) \quad (32)$$

$$Q_{vent, lat} = V_{vent} * (W_{ext} - W_{int}) * \frac{Cl}{V_{esp}} \quad (33)$$

V <sub>vent</sub>	W <sub>s,vent</sub>	cp aire	cp agua	Vol esp aire	$\Delta T$	Q vent, sens
<b>2,8</b>	0,00683	1025	4180	0,8333333333	7,3	21042,33

Tabla 16: Transmisión de calor sensible por ventilación en verano

V <sub>vent</sub>	cl	Vol esp aire	W <sub>s,vent</sub>	W <sub>s,int</sub>	Qvent,lat
<b>2,8</b>	2257000	0,8333333333	0,00683	0,0095	-16487,66

Tabla 17: Transmisión de calor latente por ventilación en verano

Se transmiten por lo tanto **21042,33 W** por calor sensible y **-16487,66 W** por calor latente.

### 1.19.1.5 Transmisión de calor por ocupantes

La cantidad de personas que se encuentren en el local a climatizar influirán en la temperatura interior de este, generando por lo tanto una carga tanto sensible como latente. De este modo, y poniéndonos en el caso más desfavorable, que sería se daría con la ocupación máxima del mismo con un coeficiente de simultaneidad igual a 0,7, se obtienen las siguientes cargas térmicas debido a las siguientes ecuaciones:

$$Q_{\text{ocup, sens}} = f_{\text{sim}} * n^{\circ} \text{ ocupantes} * G_{\text{sens}} \quad (34)$$

$$Q_{\text{ocup, lat}} = f_{\text{sim}} * n^{\circ} \text{ ocupantes} * G_{\text{lat}} \quad (35)$$

	f <sub>sim</sub>	Nº Ocupantes	G	Q ocup (W)
Calor sensible	0,7	285	71	14611,8
Calor latente	0,7	285	60	12348

Tabla 18: Transmisión de calor por ocupantes

GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo medio W	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL									
			301 K		300 K		299 K		297 K		294 K	
			Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	102	51	51	57	45	62	40	67	35	76	26
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela Secundaria	116	52	64	56	60	63	53	70	46	79	37
Empleado de oficina	Oficina, hotel, departamento	131	52	79	58	73	63	68	71	60	83	48
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	131	52	79	58	73	63	68	71	60	83	48
Sentado, de pie	Farmacia	147	52	95	58	89	64	83	74	73	85	62
De pie, marcha lenta	Banco	147	52	95	58	89	64	83	74	73	85	62
Sentado	Restaurante	162	56	106	64	98	71	91	83	79	94	68
Sentado ligero en el banco del taller	Fabrica de trabajo ligero	220	56	164	64	156	72	148	86	134	107	113
Baile o danza	Sala de baile	249	64	185	72	177	80	169	95	154	117	132
Marcha 5 km/h	Fabrica de trabajo pesado	293	79	214	88	205	97	196	112	181	135	158
Trabajo pesado	Pista de bowling, Fábrica	424	131	293	136	288	142	282	154	270	176	248

Figura 9: Ganancia de calor por ocupantes

Se consigue por lo tanto una transmisión de **14611,8 W** de calor sensible y **12348 W** de calor latente.

### 1.19.1.6 Transmisión de calor por iluminación

Debido a la instalación de iluminación de la tienda, se producirá una transferencia de calor sensible a través de esta. Esta carga depende de la potencia del alumbrado y en el caso de un local comercial dicha carga será la siguiente:

$$Q_{\text{ilum}} = \text{Pot} * S \quad (36)$$

Potencia (W/m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	Q ilum (W)
<b>15</b>	1421	21315

Tabla 19: Transmisión de calor por iluminación

Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m <sup>2</sup> ]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Figura 10: Potencia máxima de iluminación según el DB-HE

Por lo tanto se consigue una transferencia de calor sensible de **21315 W**.

## 1.19.2 Cargas térmicas en invierno

Los datos de partida para estos cálculos serán los siguientes:

- Temperatura exterior: 0,5 °C
- Temperatura interior: 22 °C
- Coeficiente de transmisión de los muros: 0,4 W/m<sup>2</sup>\*K
- Coeficiente de transmisión de los acristalamientos: 1,8 W/m<sup>2</sup>\*K
- Coeficiente de transmisión de la cubierta: 0,26 W/m<sup>2</sup>\*K

### 1.19.2.1 Transmisión a través de cerramientos opacos

Para este cálculo no se calculará la DTE en función de la orientación del cerramiento debido a que la situación más desfavorable para este cálculo será cuando este cerramiento no reciba radiación solar. De este modo, se calculará la transmisión de calor a través de los mismos en función de la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior del local.

$$Q_{trans} = S * U * \Delta T \quad (37)$$

Fachada	A (W/m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	Q <sub>trans</sub> (W)
<b>SO</b>	90,65	0,4	-21,5	-779,59
<b>NE</b>	119,8	0,4	-21,5	-1030,28
<b>SE</b>	417,41	0,4	-21,5	-3589,72
<b>NO</b>	417,41	0,4	-21,5	-3589,72'
<b>Cubierta</b>	1466,9	0,35	-21,5	-8199,96
<b>TOTAL</b>				-16409,69

Tabla 20: Transmisión de calor en cerramientos opacos en invierno

Por lo tanto se genera una transmisión de calor sensible de **-16409,69 W**

### 1.19.2.2 Transmisión de calor a través de acristalamientos

En este apartado, del mismo modo que en el caso de los cerramientos opacos no se tendrá en cuenta la transmisión de calor por radiación solar por lo que solo tendremos transmisión por convección-conducción en función de la diferencia de temperaturas.

$$Q_{conv.cond} = S * U * \Delta T \quad (38)$$

Cerramiento	S (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> )	ΔT	Q trans (W)
<b>Puertas Cristal</b>	24	1,8	-21,5	-928,8

Tabla 21: Transmisión de calor en acristalamiento en invierno

Por lo tanto tendremos una transmisión de calor sensible de **-928,8 W**.

### 1.19.2.3 Transmisión de calor por ventilación

Del mismo modo que en verano, tendremos una transmisión de calor, tanto sensible como latente, por ventilación.

$$Q_{vent, sens} = V_{vent} * (T_{interior} - T_{exterior}) * \left( \frac{C_p + C_{p_{agua}} * W_{ext}}{V_{esp}} \right) \quad (39)$$

$$Q_{vent, lat} = V_{vent} * (W_{ext} - W_{int}) * \frac{Cl}{V_{esp}} \quad (40)$$

V <sub>vent</sub>	W <sub>s,vent</sub>	cp aire	cp agua	Vol esp aire	ΔT	Q vent, sens
<b>2,28</b>	0,00326	1025	4180	0,8333333333	-21,5	-61096,18

Tabla 22: Transmisión de calor sensible por ventilación en invierno



Vvent	cl	Vol esp aire	Ws,vent	Ws,int	Qvent,lat
<b>2,28</b>	2257000	0,8333333333	0,00326	0,0075	-26182,65

Tabla 23: Transmisión de calor latente por ventilación en invierno

Se transmiten por lo tanto **-61096,18 W** por calor sensible y **-26182,65 W** por calor latente.

#### 1.19.2.4 Transmisión de calor por ocupantes

En este apartado no se tendrá en cuenta debido a que se pretende el instante más desfavorable del año.

#### 1.19.2.5 Transmisión de calor por iluminación

Este apartado será igual que el apartado **2.1.1.5** debido a que la iluminación del local será la misma en ambos casos.

Por lo tanto se consigue una transferencia de calor sensible de **21315 W**.

### 1.19.3 Resumen de cargas

#### 1.19.3.1 Verano

Cargas	Sensible	Latente
<b>Externas</b>	33433,88589	-16487,65584
<b>Internas</b>	35479,5	11970
<b>Totales</b>	68913,38589	-4517,65584

Tabla 24: Resumen de cargas térmicas en verano

#### 1.19.3.2 Invierno

Cargas	Sensible	Latente
<b>Externas</b>	-78434,6747	-26182,64448
<b>Internas</b>	21315	0
<b>Totales</b>	-57119,6747	-26182,64448

Tabla 25: Resumen de cargas térmicas en invierno

## 1.20 Cálculo de conductos

Los conductos se calcularán mediante el método de la pérdida de carga constante, teniendo por lo tanto una carga unitaria constante de 0,2 Pa. Mediante el software de la página web "isover.es" se calculan las velocidades de los distintos caudales en función de una pérdida de carga unitaria de 0,2. Con estos valores de velocidad será posible calcular las distintas secciones de los conductos mediante la siguiente ecuación:

$$Sección = \frac{Caudal}{Velocidad} \quad (41)$$

Además en función de la longitud de cada sector del conducto se podrá calcular la pérdida de carga de ese conducto a partir de la pérdida de carga unitaria.

$$\Delta P = Longitud * h \quad (42)$$

Donde:

$\Delta P$ = Pérdida de carga (Pa)

Longitud= Longitud del tramo de conducto (m)

h= pérdida de carga unitaria (0,2)

De este modo los valores de sección, velocidad y pérdida de carga tanto para los conductos de impulsión, retorno y extracción de aire de baños y vestuarios serán los siguientes:

### 1.20.1 Conductos de impulsión

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Velocidad (m/s)	Sección (m <sup>2</sup> )	Diametro (mm)	Longitud (m)	Pérdida de carga unitaria	$\Delta P$ (Pa)
<b>M-I</b>	21000	5	1,1667	1200	3,50	0,2	0,7
<b>I-1</b>	3360	2,96	0,3153	630	2,00	0,2	0,4
<b>1-2</b>	2520	2,75	0,2545	560	14,5	0,2	2,9
<b>2-3</b>	1680	2,49	0,1874	500	16,5	0,2	3,3
<b>3-4</b>	840	2,09	0,1116	400	16,5	0,2	3,3
<b>I-5</b>	7715	3,64	0,5888	900	6,5	0,2	1,3
<b>5-6</b>	6875	3,54	0,5395	800	5,63	0,2	1,13
<b>6-7</b>	6035	3,43	0,4887	800	5,63	0,2	1,13
<b>7-8</b>	5195	3,3	0,4373	750	5,63	0,2	1,13
<b>8-9</b>	4355	3,16	0,3828	710	5,63	0,2	1,13
<b>9-10</b>	3515	2,99	0,3266	630	5,63	0,2	1,13
<b>10-11</b>	2675	2,79	0,2663	630	5,63	0,2	1,13
<b>11-12</b>	1835	2,54	0,2007	500	5,63	0,2	1,13

<b>12-13</b>	995	2,18	0,1268	400	5,63	0,2	1,13
<b>13-14</b>	155	1,37	0,0314	200	5,52	0,2	1,1
<b>I-15</b>	8099	3,69	0,6097	900	6,50	0,2	1,3
<b>15-16</b>	7259	3,59	0,5617	900	5,63	0,2	1,13
<b>16-17</b>	6419	3,48	0,5124	800	5,63	0,2	1,13
<b>17-18</b>	5579	3,36	0,4612	750	5,63	0,2	1,13
<b>17-18</b>	4739	3,22	0,4088	750	5,63	0,2	1,13
<b>18-19</b>	3899	3,07	0,3528	710	5,63	0,2	1,13
<b>19-20</b>	3059	2,89	0,294	630	5,63	0,2	1,13
<b>20-21</b>	2219	2,67	0,2309	560	5,63	0,2	1,13
<b>21-D</b>	1379	2,37	0,1616	450	5,63	0,2	1,13
<b>D-22</b>	840	2,09	0,1116	400	5,63	0,2	1,13
<b>D-23</b>	342	1,67	0,0569	280	5,30	0,2	1,06

Tabla 26: Conductos de impulsión

### 1.20.2 Conductos de retorno

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Velocidad (m/s)	Sección (m <sup>2</sup> )	Diametro (mm)	Longitud (m)	Pérdida de carga unitaria	ΔP (Pa)
<b>R-M</b>	21000	5	1,1667	1200	3,5	0,2	0,7
<b>1-R</b>	4668	3,21	0,4039	710	1	0,2	0,2
<b>2--1</b>	3890	3,07	0,352	710	9	0,2	1,8
<b>3-R</b>	3112	2,9	0,2981	630	10	0,2	2
<b>4--3</b>	2334	2,7	0,2401	560	10	0,2	2
<b>5--4</b>	1556	2,44	0,1771	500	10	0,2	2
<b>6--5</b>	778	2,05	0,1054	355	10	0,2	2
<b>7-R</b>	7157	3,58	0,5553	900	8	0,2	1,6
<b>8--7</b>	6400	3,48	0,5109	800	6	0,2	1,2
<b>9--8</b>	5600	3,36	0,463	750	6,5	0,2	1,3
<b>10--9</b>	4800	3,23	0,4128	750	6,5	0,2	1,3
<b>11--10</b>	4000	3,09	0,3596	710	6,5	0,2	1,3
<b>12--11</b>	3200	2,92	0,3044	630	6,5	0,2	1,3
<b>13--12</b>	2400	2,72	0,2451	560	6,5	0,2	1,3

<b>14--13</b>	1600	2,46	0,1807	500	6,5	0,2	1,3
<b>15--14</b>	800	2,06	0,1079	400	6,5	0,2	1,3
<b>16--15</b>	155	1,37	0,0314	200	10	0,2	2
<b>17-R</b>	7541	3,62	0,5787	900	8	0,2	1,6
<b>18--17</b>	6763	3,53	0,5322	800	6,5	0,2	1,3
<b>19--18</b>	5985	3,42	0,4861	800	6,5	0,2	1,3
<b>20--19</b>	5207	3,3	0,4383	750	6,5	0,2	1,3
<b>21--20</b>	4429	3,17	0,3881	710	6,5	0,2	1,3
<b>22--21</b>	3651	3,02	0,3358	710	6,5	0,2	1,3
<b>23--22</b>	2873	2,84	0,281	630	6,5	0,2	1,3
<b>24--23</b>	2095	2,63	0,2213	560	6,5	0,2	1,3
<b>D--24</b>	1317	2,34	0,1563	450	1,5	0,2	0,3

Tabla 27: Conductos de retorno

### 1.20.3 Conductos de extracción de baños y vestuarios

En baños y vestuarios se realizará una extracción de aire de acuerdo con el DB-HS, teniendo un mínimo de 15l/s por cada urinario para asegurarnos una correcta ventilación.

Tramo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Velocidad (m/s)	Sección (m <sup>2</sup> )	Diametro (mm)	Longitud (m)	Pérdida de carga unitaria	ΔP (Pa)
<b>1-2</b>	200	1,46	0,0381	225	2,75	0,2	0,55
<b>2-T</b>	400	1,76	0,0631	300	2,5	0,2	0,5
<b>3-T</b>	200	1,46	0,0381	225	2,5	0,2	0,5
<b>T-E</b>	600	1,92	0,0868	355	2	0,2	0,4
<b>4-f</b>	300	1,61	0,0518	250	6	0,2	1,2
<b>5-F</b>	300	1,61	0,0518	250	2	0,2	0,4
<b>F-S</b>	600	1,92	0,0868	355	2,5	0,2	0,5

Tabla 28: Conductos de extracción en aseos y vestuarios

# **ANEJO 2**

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## 1.21 Introducción

### 1.21.1 Justificación de redacción del estudio básico de seguridad y salud

Según el Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, en el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se requiere elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en las obras para todos aquellos proyectos que cumplan las siguientes condiciones:

- Tener un presupuesto de contrata superior o igual a 450.759€
- Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables o emplee más de 200 trabajadores en algún momento.
- Que el volumen de mano de obra sea superior a 500
- Ejecución de obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas

En los proyectos que no cumplen los supuestos anteriores, es suficiente con redactar un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

### 1.21.2 Objeto del estudio básico de seguridad y salud

Tal y como especifica el apartado 2 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra
- La identificación de los riesgos laborables que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias
- La relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas con el fin de controlar y reducir riesgos, valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, según las condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores

### 1.21.3 Datos del proyecto

- Tipo de obra: Instalación de climatización
- Situación: Calle Enrique Mariñas Romero
- Población: A Coruña
- Promotor: Escuela Politécnica Superior de Ferrol
- Proyectista: Alejandro Pérez Casás (alumno), Isabel Lamas Galdo (tutora)

## 1.22 Normas de seguridad aplicables en la obra

- Ley 31/1.995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE número 298 de 13 de Diciembre
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de Abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de Abril, sobre Manipulación de Cargas
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de Enero, Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 1251/1.997, de 18 de Julio, sobre Utilización de Trabajo
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 23/1.984, Ley 11/1.994)

## 1.23 Identificación de riesgos y prevención de los mismos

### 1.23.1 Posibles riesgos:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Choques o golpes contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Lesiones y/o cortes en manos
- Lesiones y/o cortes en pies
- Sobresfuerzos
- Ruido, contaminación acústica
- Cuerpos extraños en los ojos
- Afecciones en la piel
- Contactos eléctricos directos
- Ambientes pobres en oxígeno
- Inhalación de vapores y gases
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas
- Explosiones e incendios
- Radiaciones y derivados de soldadura
- Quemaduras
- Derivados del acceso al lugar de trabajo
- Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles

### *1.23.2 Medidas preventivas:*

- Andamios adecuados
- Marquesinas rígidas
- Barandillas
- Pasos o pasarelas
- Redes verticales
- Redes horizontales
- Andamios de seguridad
- Tableros o planchas en huecos horizontales
- Escaleras auxiliares adecuadas
- Escalera de acceso con peldaños y protegida
- Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria
- Evacuación de escombros
- Limpieza de las zonas de trabajo y tránsito
- Plataformas de descarga de material

### *1.23.3 Protecciones individuales:*

- Casco de seguridad
- Botas o calzado de seguridad
- Botas de seguridad impermeables
- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos
- Cinturón de seguridad
- Ropa de trabajo
- Pantalla de soldador

## **1.24 Botiquín**

El centro de trabajo deberá disponer de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y existirá una persona capacitada designada por la empresa constructora que esté a cargo del mismo

## **1.25 Presupuesto de seguridad y salud**

En el Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto se ha reservado un Capítulo con una partida alzada de 2000 € para Seguridad y Salud.



## 1.26 Trabajos posteriores

El apartado 6 del Real Decreto 1627/1.997 establece que en el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En los casos de reparación, conservación y mantenimiento de la instalación:

### 1.26.1 Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel en suelos.
- Caídas de altura por huecos horizontales.
- Caídas por huecos en cerramientos.
- Caídas por resbalones.
- Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria.
- Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos.
- Explosión de combustibles mal almacenados.
- Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos.
- Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de carga.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio.
- Vibraciones de origen interno y externo.
- Contaminación por ruido.

### 1.26.2 Medidas preventivas:

- Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros
- Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza
- Anclajes de cinturones fijados en caso de reparaciones

### 1.26.3 Protecciones individuales:

- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada

## 1.27 Obligaciones del promotor

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará a un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, en el caso de que en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El Promotor deberá efectuar un aviso previo a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuese necesario.

## 1.28 Coordinador en materia de seguridad y salud

La designación del Coordinador en la elaboración del Proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer sobre la misma persona. Este Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada en todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra según se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no sea necesaria la designación de un Coordinador.

## 1.29 Plan de seguridad y salud en el trabajo

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista, antes del inicio de la obra y en función de su propio sistema de ejecución de obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de Prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa en todo momento.

### 1.30 Obligaciones del contratista y del subcontratistas

El Contratista y Subcontratista estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de Prevención de Riesgos Laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### **1.31 Obligaciones de los trabajadores autónomos**

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza. o El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados. o La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular, en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud

### **1.32 Libro de incidencias**

En cada centro de trabajo existirá, con el fin de controlar y seguir el Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud. Éste deberá mantenerse siempre en la obra y en poder del Coordinador.

A dicho Libro tendrá acceso la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

### **1.33 Paralización de los trabajos**

En el caso de que el Coordinador, durante la ejecución de las obras, observase algún incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de trabajos, o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Además deberá dar cuenta de este hecho, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la obra.

Igualmente notificará al contratista y en su caso al subcontratista y/o autónomos afectados de la paralización de las obras y a los representantes de los trabajadores.

### **1.34 Derechos de los trabajadores**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Estos recibirán una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento. Esta copia será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores

### **1.35 Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras**

Las obligaciones previstas del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características, circunstancias o riesgos de la obra o de la actividad.

En todos los casos la Propiedad es responsable de la revisión y mantenimiento de forma periódica o eventual del inmueble, encargándose a un técnico competente en cada caso.

Ferrol, Julio 2017  
Alejandro Pérez Casás



Escuela Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2016/17**

---

*INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA UNA  
TIENDA DE BRICOLAJE*

---

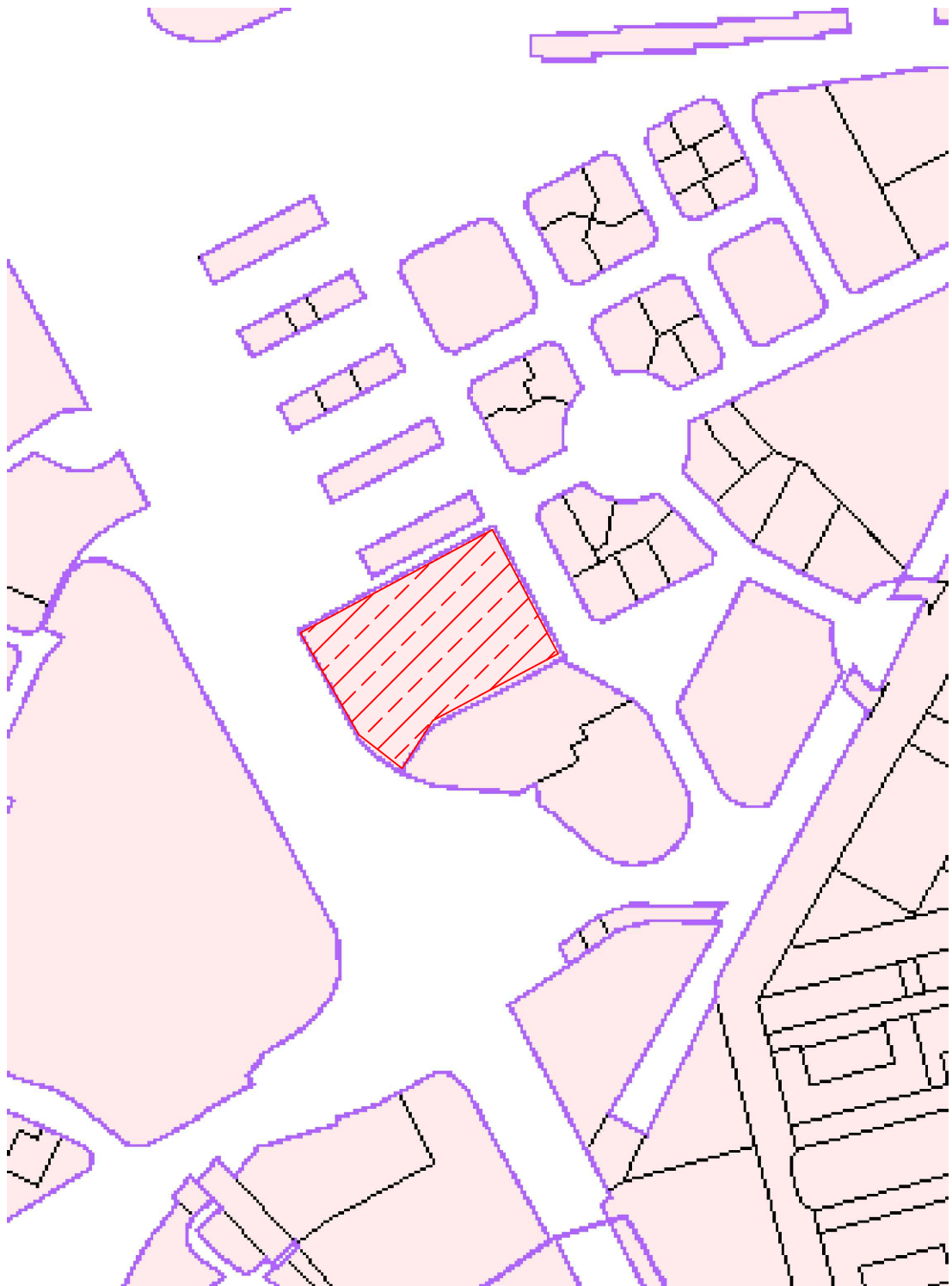
**Grado  
en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**PLANOS**



**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**  
Trabajo Fin de Grado

Proyecto:		Instalación de climatización de una tienda de bricolaje	
Plano:		Situación	Plano nº: 1
Autor:	Firma:	Fecha:	Escala:
Alejandro Pérez Casás		Julio 2017	1/250000



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Trabajo Fin de Grado

Proyecto: Instalación de climatización de una tienda de bricolaje

Plano: Emplazamiento

Plano nº: 2

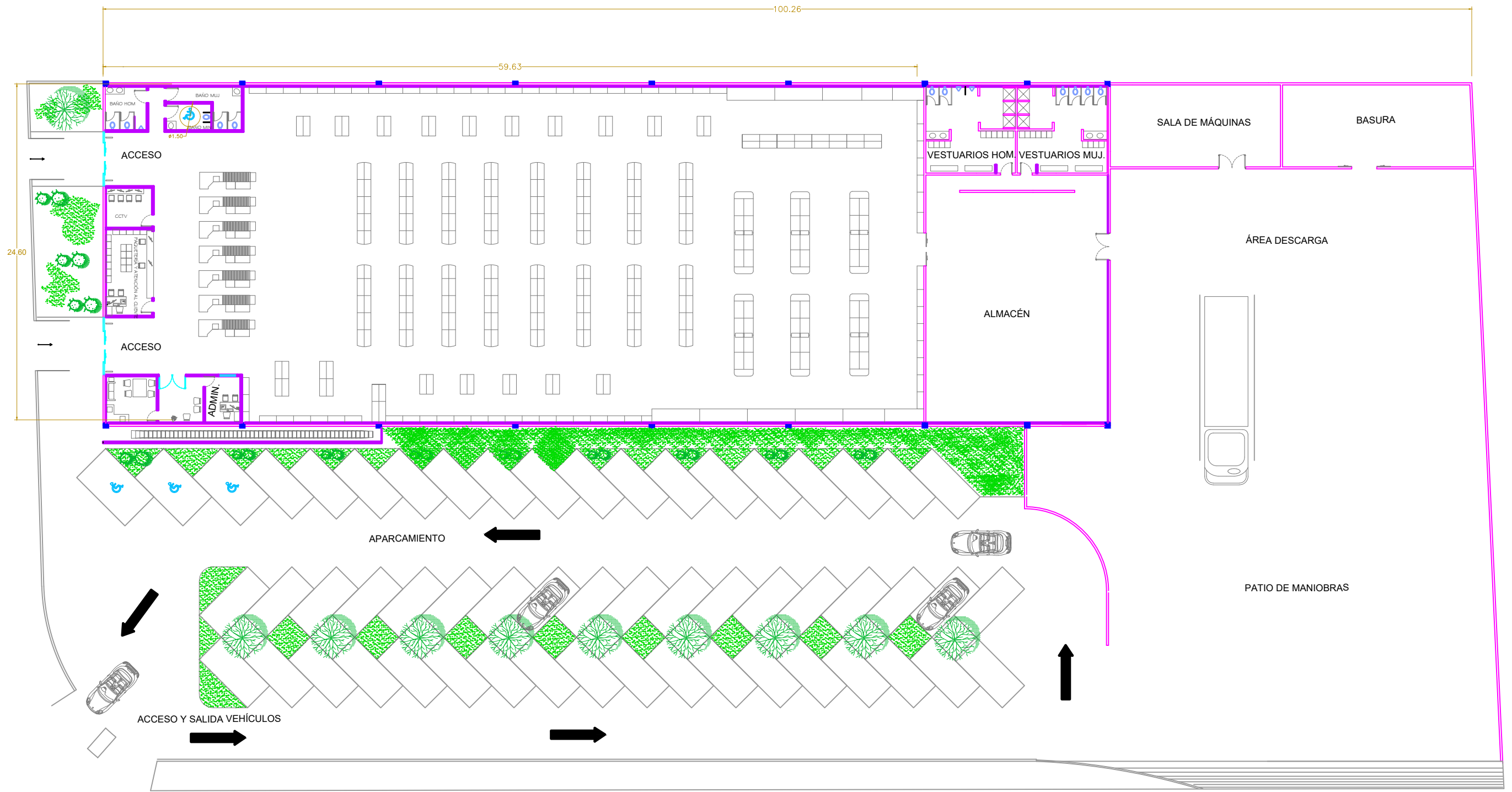
Autor: Alejandro Pérez Casás


Firma:

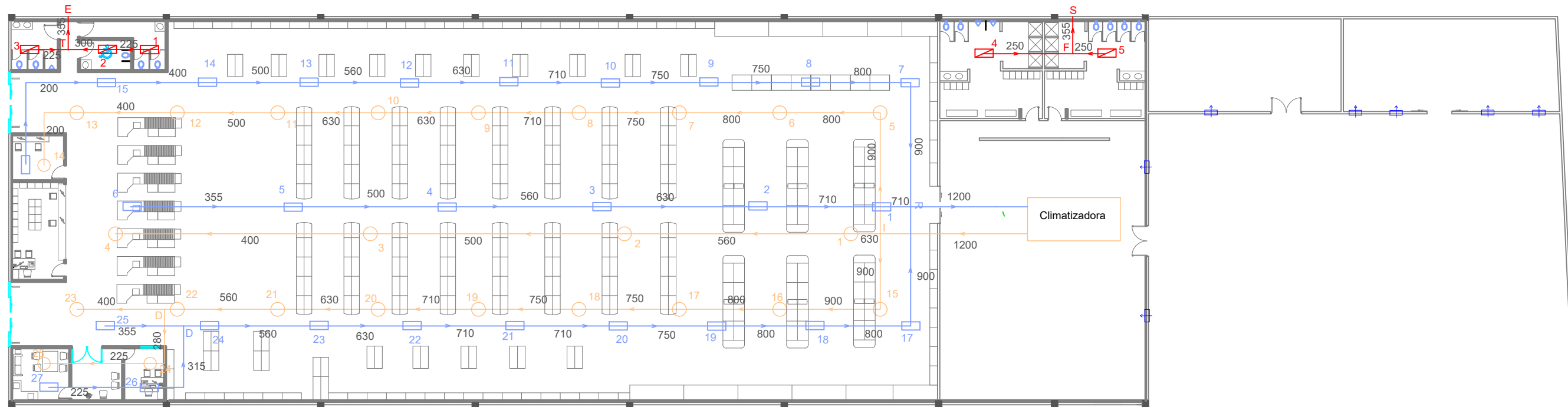
Fecha: Julio 2017

Escala: 1/50000






		<b>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR</b> Proyecto Fin de Grado	
Proyecto:		Instalación de climatización para tienda de bricolaje	
Plano:		Distribución general	Plano n°: 3
Autor:	Firma:	Fecha:	Escala:
Alejandro Pérez Casás		Julio 2017	1/300



- Conductos de impulsión
- Conductos de retorno
- Conductos de extracción forzada
- Difusor circular de impulsión
- Rejilla de retorno
- Rejilla de extracción forzada
- Rejilla de ventilación natural

		<b>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR</b> Proyecto Fin de Grado	
Proyecto:		Instalación de climatización para tienda de bricolaje	
Plano:		Conductos de climatización y extracción	Plano nº: <b>4</b>
Autor:	Firma:	Fecha:	Escala:
Alejandro Pérez Casás		Julio 2017	1/300



Escuela Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2016/17**

---

*INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA UNA  
TIENDA DE BRICOLAJE*

---

**Grado  
en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**PLIEGO DE  
CONDICIONES**

## 1.1 Obras que se proyectan.

El objeto del presente proyecto es definir las normas y especificaciones que han de regir en la ejecución de las obras y en los materiales empleados para la instalación del sistema de climatización del local en cuestión.

El Contratista se compromete a ejecutar, a los precios que figuran en el presupuesto, cuántas unidades de obra le ordene la dirección de obra.

## 1.2 Normativa aplicable

- Real Decreto 238/2013, de 05 de Abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de Enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de legionelosis.
- Ordenanza General de seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Decreto 133/2008, de 12 Junio, por el que se regula la evaluación de la incidencia ambiental.
- Normas UNE de aplicación.

Serán también aplicables aquellas Normas, Instrucciones o Disposiciones de carácter oficial de cualquier tipo o condición de ejecución impuestas por cualquier Administración con competencias sobre las mismas que se puedan aplicar durante la ejecución de las obras.

## 1.3 Condiciones generales

### 1.3.1 Documentos del proyecto

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria
- Planos
- Estudio básico de Seguridad y Salud
- Presupuesto
- Pliego de condiciones

Dichos documentos se complementarán con los planos de obra y con las órdenes e instrucciones que exprese la Dirección Facultativa.

El proyecto se considera una unidad indivisible, que se expresa mediante el conjunto de todos y cada uno de sus documentos. Por ello, cualquier parte de la obra sólo será completa considerando todas las especificaciones que se expresen en los mismos.

### *1.3.2 Disposiciones generales*

Las obras se ajustarán a los planos que se entregan en el Proyecto al Contratista, junto con los posibles planos de rectificación, complementación o detalle que pudieran ser entregados durante el transcurso de la obra.

Igualmente, se adaptará la ejecución de la obra a las instrucciones tanto verbales como escritas que el Director de obra, o el Subdirector de la misma, tengan a bien dictar en cada caso particular.

El Contratista es el único responsable de la correcta ejecución técnica de las obras. Éste no tiene derecho a una supuesta indemnización debida al aumento de precio al que se pudiera ver afectada la obra, ni por las modificaciones que la Dirección Facultativa tenga bien a marcar, ni por las falsas operaciones que cometa durante la construcción de las mismas, siendo dichas operaciones de su cuenta y riesgo, independientemente de las inspecciones ejercidas por la Dirección Técnica.

El presente Pliego regirá hasta la completa entrega, terminación, recepción definitiva y plazo de garantía de las obras ejecutadas.

### *1.3.3 Leyes y disposiciones vigentes*

El contratista a su vez se sujetará a las leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes, así como a los que se dicten durante la ejecución de las obras.

El Contratista debe cumplir la legislación vigente en lo relativo a accidentes de trabajo desde el momento que toma a su cargo la organización de los trabajos contratados.

### *1.3.4 Seguridad y accidentes de trabajo*

Cualquier aparato, maquinaria, herramientas o medio auxiliar que sea empleado durante la ejecución de las obras deberán reunir las máximas condiciones de seguridad y resistencia, así como cumplir con todas las normas oficiales.

Toda la responsabilidad de los accidentes que pudieran producirse por el empleo de materiales defectuosos, por imprudencias o por el incumplimiento de lo anteriormente citado, recaerá exclusivamente en el Contratista.

El Contratista tiene la libertad de ejecutar los andamiajes que estime convenientes, siempre dentro de las normas de seguridad para el personal que señalen en cada momento las leyes o reglamentos de Seguridad e Higiene o Accidentes de Trabajo.

### *1.3.5 Calidad de los materiales*

Los materiales utilizados deberán reunir las condiciones expresadas tanto en la Memoria, en los Anejos, Planos o en los Presupuestos, siendo estos además de primera calidad. De no especificarse nada en concreto, se presentarán estos al Director Técnico para su aprobación y reconocimiento ya que sin su aprobación, no se podrá proceder a su colocación o empleo, pudiendo estos ser retirados de la obra por cuenta del Contratista, si no se hubiese procedido como se indica.

Si aún pese a este procedimiento, se advirtiesen defectos en un material colocado y aprobado, éste podrá ser retirado por cuenta del Contratista.

- Materiales

Todos los materiales serán de la mayor calidad posible. Además estos tendrán las dimensiones y detalles que marquen los documentos del Proyecto y las memorias que la Dirección Facultativa redacte durante la ejecución de las obras.

- Reconocimiento y aprobación de los materiales

Los materiales serán reconocidos antes de su empleo en obra por la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán emplearse en la misma. La Dirección Facultativa se reserva el derecho de desecharlos, pudiendo retirarlos de la obra en el plazo más breve posible, sin superar las 24 horas.

- Materiales no expresados

Todo el material no expresado en este Proyecto y que se vaya a emplear en la obra, se entenderá que es de la mejor calidad que se conoce y tendrá que ser aceptado por la Dirección Facultativa, la cual podrá desechar los que no fueran de su agrado.

- Pruebas y análisis

La Dirección Facultativa tiene derecho a someter a todos los materiales a los análisis que estime oportunos, para cerciorarse de sus buenas condiciones. Estos análisis podrán ser bien al pie de la obra o en los laboratorios que indique el Contratista, en cualquier época o estado de la obra.

Si el resultado de dichas las pruebas no es satisfactorio se desechará la partida entera o el número de unidades que no reúnan las debidas condiciones impuestas por la Dirección Facultativa.

### *1.3.6 Mano de obra*

El personal que tenga contratado el Contratista para la realización de la obra, deberá ser cualificado y responsable, al igual que todo el personal perteneciente al Subcontratista. Todo el personal por tanto deberá acatar las órdenes dictadas por la Dirección de Obra.

El Contratista deberá tener siempre en la obra un número de operarios proporcional a la extensión y clase de trabajo que se esté ejecutando.

En todo momento debe de haber un oficial encargado en la obra. Éste, no permitirá trabajar a ningún obrero que no tenga costumbre a trabajar en los andamios, y si ocurriese una desgracia, las responsabilidades caerán sobre él.

### *1.3.7 Oficina en obra*

El Contratista habilitará en la obra una oficina en la que tendrá siempre una copia de todos los documentos del proyecto que le hayan sido facilitados por el Director de la obra.

### *1.3.8 Documentos que puede reclamar el Contratista*

El Contratista conforme a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones, podrá sacar a sus expensas copias de los documentos del Proyecto de Contrata. Los documentos originales le

serán facilitados por el Director de obra, pudiendo autorizar con su firma las copias si el Contratista así lo desea.

### *1.3.9 Correspondencia oficial*

El Contratista tendrá derecho a que se le acuse de las comunicaciones y reclamaciones que dirija al Director de obra y, a su vez está obligado a devolverle todas las órdenes y avisos que él reciba poniendo al pie el ``enterado`` y su firma.

### *1.3.10 Libro de órdenes*

El Contratista tendrá en la oficina un libro de órdenes para anotar las instrucciones que crean convenientes el Director de obra o sus ayudantes, debidamente autorizados expresamente por él en cada ocasión o parte de la obra. Este libro estará también a disposición de los Delegados del Colegio de Ingenieros correspondiente expresamente autorizados por el mismo.

### *1.3.11 Presencia en la obra*

El Contratista de por sí o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estará en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Director de obra o a las personas por él delegadas. Éste se pondrá a su disposición para la práctica de cualquier reconocimiento que se considere necesario y le suministrará los datos precisos para las mediciones, comprobaciones y liquidaciones.

El Contratista o su delegado vigilarán los trabajos de colocación de los andamios y demás medios auxiliares. Además comprobará que los materiales llevan la garantía de fabricación, siendo el Contratista responsable de los accidentes que ocurran por incumplimiento de esta disposición o por no tomar las debidas precauciones.

### *1.3.12 Replanteos*

Todas las operaciones y medios auxiliares para ellas, serán de la exclusiva cuenta del Contratista, pudiendo ser vigilados, comprobados y anulados por la Dirección Técnica.

### *1.3.13 Unidades de obra*

Las Unidades de Obra serán las de presupuesto de contrata más aquellas que surjan de los precios contradictorios, previamente aceptados por la Dirección de Obra.

Se entiende que las Unidades de Obra se entregarán totalmente terminadas, según lo marcado en el Proyecto. En los precios unitarios están comprendidos todos los gastos de estas obras.

Se medirán y abonarán por certificaciones expresadas según la unidad que haya detallado en el presupuesto, de no existir otro acuerdo detallado referente al tipo y forma de pago.

Los precios serán los de oferta del Contratista o los contradictorios aceptados por Dirección de Obra.

### *1.3.14 Medios auxiliares*

El costo de los medios auxiliares para el total acabado de una unidad de obra, será por cuenta del Contratista, aun cuando no se exprese directamente en el presupuesto.

Del mismo modo, se procederá en las circunstancias intermedias, de una unidad de obra (carga, descarga, movimiento de materiales, etc) aun cuando hayan sido verificados siguiéndose las indicaciones de la Dirección Técnica.

### *1.3.15 Trabajos no recogidos en el Pliego de Condiciones*

Es obligación de la Contrata ejecutar cuanto sea necesario para conseguir una completa y buena construcción siempre que, lo disponga el Director de Obra y dentro de los límites y posibilidades para cada tipo de ejecución.

Para las interpretaciones y modificaciones de los documentos del Proyecto, el Contratista se someterá expresamente al criterio y juicio del Director de la Obra.

### *1.3.16 Reformas en el proyecto*

En el caso de que Director de obra estimase conveniente introducir modificaciones en el Proyecto, el Contratista estará obligado a realizarlas, siempre y cuando la cantidad de las obras nuevamente proyectadas no aumenten ni disminuyan en la proporción que indique el Pliego de Condiciones, abonándose la parte resultante a los precios del Proyecto.

Si antes de comenzar las obras o durante su construcción, la entidad propietaria, de acuerdo con el Director de Obra, decidiese ejecutar por si mismo parte de las obras que comprende la Contrata, o acordase introducir en el Proyecto modificaciones que impongan un aumento o reducción, o sustitución de una clase de fábrica para otra, serán obligatorias para el Contratista estas disposiciones, sin que tenga derecho en caso de suspensión de obra a reclamar ninguna indemnización. Aun cuando las reformas hicieran variar los trazados, si se le participan al Contratista con la debida antelación, no podrá exigir indemnización alguna bajo ningún concepto.

Tendrán derecho, en caso de modificación, a que se le prorogue prudencialmente, y a juicio del Director de Obra, el plazo de terminación de las obras.

Si para llevar a cabo las modificaciones a las que se refiere el presente artículo el Director de Obra tenga que suspender toda o parte de las obras contratadas, se comunicará por escrito la orden correspondiente al Contratista, procediéndose a la medición de la Obra ejecutada en la parte que alcance la suspensión y se extenderá un acta del resultado.

Cuando debidamente autorizadas, se introduzcan modificaciones de Obra, se hará constar por escrito antes de comenzar los trabajos el importe de aquellas, cuyo valor, se abonará en la liquidación correspondiente al plazo en el que trabajo se haya ejecutado.

### *1.3.17 Pérdidas y averías*

. El Contratista no podrá reclamar ni percibir ninguna indemnización debido a sustracciones, pérdidas o averías u otros perjuicios acaecidos durante la obra.

Sin embargo, será responsable de las pérdidas del material que se le entregase a su custodia, descontándosele un importe de las cantidades a percibir. Será igualmente responsable de cualquier daño en las propiedades colindantes, estando obligado a repararlas y dejarlas en su estado primitivo.



### *1.3.18 Materiales y unidades distintos de los proyectados*

No tendrá derecho el Contratista a percibir mayor precio por unidades que voluntariamente mejorase, sin el consentimiento previo de la Dirección Facultativa. Para poder percibir un precio diferente, deberá presentar para su aprobación un precio contradictorio, que no tendrá validez hasta la conformidad por parte de la Dirección Facultativa.

### *1.3.19 Trabajos por administración*

Quando se realicen éstos, la propiedad satisfará los gastos que fueran ocasionados por separado. Para ello el Contratista presentará para su aprobación los precios unitarios descompuestos de jornales, materiales y maquinaria empleados. De no hacerse así, se abonará lo que estime la Dirección de Obra.

### *1.3.20 Reclamaciones contra las órdenes del ingeniero*

No se admitirá ninguna reclamación en contra de las disposiciones de orden técnico y facultativo, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad si lo estima oportuno mediante una exposición razonada dirigida al Director de Obra del que recibirá firmado acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

No podrá pedir que por parte de la Propiedad se designe otros facultativos para los reconocimientos y mediciones y en caso de creerse perjudicado procederá de acuerdo con el párrafo anterior.

El Director de Obra pondrá a su disposición un Libro de Órdenes en el cual, cada orden irá firmada por aquel con el ``enterado`` suscrito por el Contratista. La copia de cada orden quedará en poder del Director de Obra.

Las órdenes preceptivas de este Pliego de Condiciones no suponen eximente ni atenuante para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista, aún en el caso de que éstas figuren en el Libro de Órdenes.

## **1.4 Comienzo de las obras y ritmo de ejecución**

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado, desarrollándose en la forma necesaria para que la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido por el Contrato realizado con la Propiedad.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos antes de transcurrir 24 horas desde su iniciación.

En general, la determinación del orden de los trabajos será facultad potestativa de la Contrata, salvo en aquellos casos que por cualquier circunstancia y orden técnico, se estime conveniente su variación por el Director de Obra.

Si por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista y siempre que esta causa sea de las que se especifican como rescisión en las Condiciones Generales de índole legal, no se pudiera comenzar la obra o se tuvieran que suspender, o no fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la Contrata, previo informe favorable del Director de Obra.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base, a las modificaciones que sobre el mismo hayan sido aprobadas y a las órdenes e

instrucciones que entregue el Director de Obra al Contratista, siempre que encaje dentro de la cifra a que ascienden los presupuestos aprobados.

El Contratista debe emplear materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con dicho documento.

Como consecuencia de esto, cuando el Director de Obra o su representante en la obra advierta vicios o defectos en los trabajos efectuados o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados estos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con el contrato, y todo ello a expensas de la Contrata. Si ésta no estimase justa la reclusión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenada, se procederá de acuerdo a lo establecido a continuación:

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Director de Obra dará orden al Contratista para que los remplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del propio Director de Obra.

El Director de Obra podrá, si las circunstancias o el estado de la obra lo aconseja, permitir el empleo de materiales defectuosos que le parezca o imponer materiales de superior calidad a la indicada si no le fuese posible al Contratista suministrarlos de la misma calidad requerida en ellos, descontándose en el primer caso la diferencia del precio del material requerido al defectuoso empleado, y no teniendo el Contratista derecho a indemnización alguna en el segundo.

Por ello, y hasta que no tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que éstos pudieran tener por su mala ejecución y por la deficiencia de la calidad de los materiales empleados o aparatos colocados. En el caso de que la orden sea injusta a juicio del Contratista, podrá recurrir ante la Propiedad.

#### ***1.4.1 Vicios ocultos***

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en la obra ejecutada, ordenará efectuar en cualquier momento y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y reconstrucción serán por cuenta del Contratista siempre que los vicios existan realmente, o en caso contrario correrán a cargo del Propietario. Si éste se negase a las responsabilidades, serán a su cargo en caso de accidente.

### **1.5 Suspensión de las obras**

Cuando la entidad propietaria desee suspender la ejecución de las obras, tendrá que avisar al Contratista con un mes de anticipación, y el Contratista tendrá que suspender los trabajos sin derecho a indemnización, siempre que le abone el importe de la obra ejecutada y el valor de los materiales acumulados.

Si la suspensión de las obras fuese motivada por el Contratista, el Propietario se reserva el derecho a la rescisión del contrato, con pérdida de la garantía como indemnización de perjuicios irrogados a la entidad propietaria, quedando siempre el Contratista obligado a responder de los perjuicios superiores a esta cantidad.

En caso de muerte o de quiebra del Contratista, quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o los síndicos de la quiebra ofrezcan llevarla a cabo bajo las condiciones estipuladas en la misma. El Propietario puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos, derecho a indemnización alguna.

Tanto en los casos de rescisión como en los que legalmente se pudiesen presentar, el Contratista tendrá la obligación de recoger las herramientas y demás elementos de trabajo que sean de su pertenencia en un plazo de ocho días; de no ser así se entiende que los abandona a favor de la obra.

### *1.5.1 Rescisión de las obras*

Son causa de rescisión de las obras las siguientes:

- El no ejecutar las obras según el Proyecto o modificaciones indicadas.
- El empleo deficiente de los materiales o su mala colocación en obra, que obligue insistentemente a demoler la misma, o a valorar obra defectuosa.
- Que las obras no se ejecuten al ritmo preciso.
- Por incapacidad de personal empleado, tanto técnico como de obra.
- Por toda causa de fuerza mayor que obligue a suspender las obras indefinidamente.

En los cuatro primeros casos, la fianza quedará a beneficio de la Propiedad. En todos los casos, incluido el quinto, la Propiedad se reserva el derecho a continuar las obras, bien por sí misma, o bien por las personas o entidad que estime conveniente.

Cuando, por consecuencia de la rescisión o por otra causa, fuere preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto sin que el Contratista tenga derecho alguno a reclamación, y si no hubiese precios descompuestos o no estuviesen claramente especificados, se aplicarán a los materiales los precios corrientes en almacén de la localidad.

## **1.6 Seguros**

El contratista está obligado a mantener a su cargo las siguientes pólizas de seguro:

- Seguro de Accidentes de Trabajo en la mutualidad laboral correspondiente.
- Seguro de Automóviles para todos aquellos vehículos del Contratista que tengan acceso a la obra.
- Seguro para toda la maquinaria y equipo que el Contratista utiliza en el trabajo.
- Seguro de incendios para las obras, en compañía de reconocida solvencia, inscrita en el Registro del Ministerio de Hacienda en virtud de la vigente Ley de Seguros

## 1.7 Subdirector de Obra

En el caso de que fuese necesario nombrar un Subdirector de la obra, éste será propuesto por la entidad propietaria de acuerdo con el Director de la Obra, y cuyas obligaciones son las prescritas por las leyes.

Tanto los honorarios del Director de Obra como los del Subdirector de la obra serán abonados por el Propietario o el Contratista, según se especifique, y en la cantidad acordada.

## 1.8 Facultades del Ingeniero Director

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Director de Obra, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí o por medio de su representante técnico con autoridad técnica y legal, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para su ejecución se lleven a cabo, pudiendo incluso, con causa justificada, recusar al Contratista si considera esta resolución útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

## 1.9 Criterios de medición

La Dirección Facultativa realizará periódicamente una relación valorada que incluya mediciones de la obra ejecutada.

El Contratista por sí, o mediante sus representantes técnicos, podrá presenciar la realización de las mediciones. También podrá, por delegación de la Dirección Facultativa, confeccionar las relaciones valoradas que someterá posteriormente a la conformidad y visto bueno de la misma. El Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con suficiente antelación, para que ésta verifique las dimensiones y características de las unidades de obra, que parcial o totalmente hayan de quedar ocultas. Los datos obtenidos quedarán reflejados en el Libro de Órdenes y se suplementarán, en su caso, con croquis o elementos gráficos que se consideren oportunos para su correcta definición, con la conformidad del Contratista y de la Dirección Facultativa.

Todas las unidades de obra se medirán de conformidad con los criterios especificados en las mediciones y presupuesto del Proyecto.

En los casos en que el Proyecto no defina un criterio de medición y/o valoración o si se produce controversia al respecto, se estará a lo dispuesto en la normativa específica de aplicación obligatoria, si la hubiere y/o en su caso, en el vigente Pliego de Condiciones de la Dirección General de Arquitectura, en su defecto, en los códigos Técnicos de la Edificación. La Dirección Facultativa, a la vista de las disposiciones que afecten a cada caso, o incluso si existe vacío normativo, decidirá el criterio a seguir.

Las mediciones se basarán exclusivamente en la definición geométrica del Proyecto y en las partes visibles de los distintos elementos. No se considerarán las partes ocultas, excepto en las cimentaciones. Tampoco serán tenidos en cuenta los excesos de medición que se produzcan por defectos del material o por circunstancias inherentes a su manipulación, que se suponen repercutidos en el precio unitario, de modo que prevalezca en todo caso, la medición teórica de Proyecto.

Cuando la medición de un material venga dada por peso, no se admitirán desviaciones superiores al 5% por todos los conceptos, respecto al valor teórico obtenido en la medición de Proyecto, y se despreciarán los elementos accesorios no previstos en el mismo. No obstante, la Dirección Facultativa podrá exigir la verificación en la báscula de los acopios, a cuyo fin el Contratista deberá realizar, a su costa, las previsiones necesarias. Dicha

verificación no generará, en ningún caso, derechos a medición suplementaria superior al 5% respecto a la medición prevista de Proyecto, aun cuando el peso obtenido rebasara dicho valor.

## **1.10 Recepción provisional de las obras**

Se hará al término de las obras y a petición de la contrata. Se acompañará esta petición de la última certificación de las mismas.

Para proceder a la recepción provisional de las obras, será necesaria la asistencia del Propietario o su representación autorizada, del Director de la obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado. Si, expresamente requerido, el Contratista no asistiese o renunciase a ese derecho conformándose con el resultado, se le requerirá de nuevo, y si tampoco acudiese, se le nombrará de oficio un representante por el Colegio de Ingenieros correspondiente.

Se levantará un Acta de Recepción de las obras, por triplicado, por parte de la Dirección Técnica, en la que se harán constar las deficiencias que en su caso existiesen en aquellas y el plazo para su subsanación, y que será firmada por los tres asistentes legales indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía establecido en el contrato que, como mínimo, será de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará costar en el Acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Director de Obra debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindido de la contrata con la pérdida de la fianza, a no ser que el Propietario acceda a concederle un nuevo e improrrogable plazo.

## **1.11 Recepción definitiva**

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva de las obras con las mismas formalidades que en el caso de la recepción provisional.

En el caso de que las obras no se encontrasen en perfecto estado de uso y conservación, el Contratista no tendrá derecho a percepción alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, corriendo a su cargo los gastos de conservación necesarios hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

## **1.12 Garantía**

Servirá de garantía de las responsabilidades del Contratista la fianza que deberá depositar al serle adjudicada la contrata de las obras, y en caso de no hacerlo, se descontará en cada certificación el tanto por cien que se estipule para formar la fianza.

El incumplimiento de cualquiera de las condiciones del contrato llevará consigo la rescisión, con pérdida de la fianza definitiva, sin perjuicio de las demás responsabilidades en que pueda incurrir el adjudicatario.

## **1.13 Gastos por cuenta del Contratista**

El Contratista proporcionará de su cuenta los útiles de construcción, herramientas, cuerdas y utensilios que sean necesarios para la realización de las obras, siendo asimismo de su cuenta los gastos necesarios para evitar todo desmerecimiento de los acopios y de las obras hasta su recepción definitiva, sin que pueda realizar reclamación por ello de cosa alguna.

Serán también de su cuenta los gastos de recepción, dirección y comprobación de las obras con los planos, plantillas, modelos y en general cuanto sea necesario para realizar las obras consignadas en el Presupuesto.

## **1.14 Responsabilidades del Contratista**

Toda obra ejecutada de mala fe por parte del Contratista, sea por su deseo inmoderado de lucro, por contravenir las órdenes del Director de Obra o por no dar cuenta al mismo de soluciones constructivas que pueden atentar contra la estabilidad del edificio por errada maniobra o ejecución de sus empleados y oficios por no ajustarse a las normas de la buena construcción, será motivo de responsabilidad legal por parte del Constructor. Además de lo específicamente detallado en la Memoria, Anexo de Cálculos, Planos y en este Pliego de Condiciones, el Contratista se atenderá al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas.

## **1.15 Generalidades**

La instalación de climatización se realizará de acuerdo con la Memoria y Planos del Proyecto, no pudiendo el instalador modificar en calidad, disposición o cantidades las unidades de obra que figuran en aquél, sin conocimiento y previa autorización del Director de obra.

Si fuera preciso instalar alguna unidad no prevista, el Instalador deberá solicitar la autorización oportuna, formulando al mismo tiempo el precio unitario correspondiente, sin cuyo requisito no le será reconocida dicha ampliación.

La ejecución de las instalaciones se hará siguiendo la práctica normal con el fin de conseguir un correcto funcionamiento durante el período de vida que se le puede atribuir a la instalación. Deberán seguirse, en todo caso, las instrucciones de los fabricantes de los aparatos y accesorios.

Cualquier error en la formulación e interpretación de las instrucciones que para la ejecución de los trabajos figuran en el presente proyecto, no eximirá al instalador, a quien se considera facultado a tal efecto, de su responsabilidad y obligatoriedad de realizarse de acuerdo con la práctica común.

Durante el período de montaje, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios.

## **1.16 Instalación de aire acondicionado**

### *1.16.1 Inspección y ensayos*

La calidad de los materiales empleados y la de su mano de obra, podrán ser reconocidos en cualquier momento por el Director de la obra, que también podrá exigir el

certificado de fabricación y de los ensayos practicados con los materiales y hacer por su parte las pruebas que considere necesarias.

### *1.16.2 Plazo de garantía*

El plazo de garantía de todas las instalaciones que comprende este Proyecto, será de un año, contando desde la fecha de la recepción provisional, siendo por cuenta del Contratista, las conservaciones y recepciones que sean necesarias en las instalaciones ejecutadas.

### *1.16.3 Modificación de las instalaciones*

Sólo el Director de Obra podrá acordar modificaciones en el Proyecto a causa de nuevas necesidades o de causas técnicas no previstas al redactarlo. Si las variaciones modifican en más o menos el Presupuesto, el plazo de ejecución podría ser ajustado sin que pueda ser aumentado o disminuido en mayor proporción que en las que resulte afectado el Presupuesto.

### *1.16.4 Recepción de las instalaciones*

Ésta tendrá lugar dentro de los 15 días siguientes a su terminación. El Contratista comunicará por escrito la fecha de terminación al Director de Obra. La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de las reglamentaciones vigentes, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de la energía, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del Director de Obra de las instalaciones, el cual dará fe de los resultados por escrito.

### *1.16.5 Pruebas parciales.*

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales y controles de recepción, de todos los elementos que haya indicado el Director de Obra. Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidad de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados o colocar las protecciones requeridas.

### *1.16.6 Pruebas finales*

Terminada la instalación será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indiquen los Reglamentos Vigentes, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el Director de Obra:

- Recepción provisional.
- Una vez realizado el protocolo de pruebas por el instalador según indicaciones de la Dirección de Obra y acordes a la Normativa Vigente, aquel deberá presentar la siguiente documentación:
  - Documentación especificada en la documentación final de obra.
  - Copia del certificado de la instalación presentado ante la Delegación del Ministerio de Industria y Energía.
  - Certificados Protocolos de pruebas (original y copia).

- Libro oficial de mantenimiento.
- Libro registrado de instalaciones frigoríficas.

Ante la documentación indicada, la Dirección de Obra emitirá el acta de recepción correspondiente con las firmas de conformidad correspondientes de instalador y propiedad. Es facultad de la Dirección de Obra adjuntar con el acta, la relación de puntos pendientes, cuya menor incidencia permitan la recepción de la obra, quedando claro el compromiso por parte del instalador de su corrección en el menor plazo.

Desde el momento en que la Dirección acepte la recepción provisional, se contabilizarán los periodos de garantía establecidos, tanto de los elementos como de su montaje. Durante este periodo es obligación del instalador, la reparación, reposición o modificación de cualquier defecto o anomalía, salvo los originados por uso o mantenimientos, advertido, todo ello sin ningún coste a la propiedad y programado según ésta para que no afecte al uso y explotación del edificio.

- Recepción definitiva.
- Transcurrido el plazo contractual de garantía en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo o habiendo sido éstos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya sido cursado aviso en contra, antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

**Ferrol, Julio 2017**  
**Alejandro Pérez Casás**





Escuela Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**CURSO 2016/17**

---

*INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA UNA  
TIENDA DE BRICOLAJE*

---

**Grado**  
**en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**PRESUPUESTO**

## Capítulo I: Equipo de climatización

Descripción de la partida	Medición	Precio unidad	Importe
<p>m<sup>2</sup> Climatizadora Kubic RCF 3502.2</p> <p>Bomba de calor de la marca Hitecsa, modelo Kubic 3502.2 con sistema de recuperación de calor RCF. Climatizadora tipo Roof-Top, Fabricado en chapa de acero galvanizado, acabado con resinas de poliéster, cuenta con una óptima resistencia a la corrosión y a la intemperie y forrado con aislamiento termo-acústico. Su diseño modular extracompacto le proporciona una gran versatilidad de instalación y funcionamiento, pudiéndose adaptar así a infinidad de situaciones, contando con varios sistemas de filtrado y un sistema Free-cooling. Posee seguridad de alta y baja presión mediante presostato manual o automático, válvula anti-retorno y regulación electrónica mediante la placa de control o el termostato SUPER SI ( rango de regulación de temperatura, modificación del modo de funcionamiento, regulación del caudal)</p>	1	45.025 €	45.025 €

<b>TOTAL</b>	<b>45.025 €</b>
--------------	-----------------

## Capítulo II: Conductos y rejillas de climatización y extracción

	Descripción de la partida	Medición	Precio unidad	Importe
m	Doble tubo aislado galva-galva			
	Conducto de acero aislado helicoidal para impulsión y retorno	374,85	106,87 €	40.063 €
m	Tubo helicoidal galva-galva			
	Conducto de acero helicoidal para extracción	76,75	22,88 €	1.756,06 €
Ud.	Difusor de impulsión Koolair 44-SF-TR			
	Difusores termorregulables circulares encargados de la impulsión de aire al local. Modelo 44-SF-TR de tamaño 315 con caudal máximo de 870 m <sup>3</sup> /h	25	242,78 €	6.069,5 €
Ud	Rejillas de retorno Euroclima E-VOCA			
	Rejillas adaptables a conductos circulares de 525x150 con un caudal máximo de 800 m <sup>3</sup> /h	27	62,57 €	1.689,39 €
Ud	Rejillas extracción Euroclima E-VOCA			
	Rejillas adaptables a conductos circulares de 425x75 con un caudal máximo de 200 m <sup>3</sup> /h	4	50,26 €	251,3 €
Ud	Rejillas extracción Euroclima E-VOCA			
	Rejillas adaptables a conductos circulares de 425x75 con un caudal máximo de 300 m <sup>3</sup> /h	4	55,30 €	221,2 €
Ud	Rejillas extracción Euroclima E-VOCA			
	Rejillas adaptables a conductos circulares de 425x75 con un caudal máximo de 750 m <sup>3</sup> /h	4	60,74 €	242,96 €

<b>TOTAL</b>	<b>50.240,35 €</b>
--------------	--------------------

### Capítulo III: Estudio Básico de Seguridad y Salud

	Descripción de la partida	Medición	Precio unidad	Importe
Ud	Estudio básico de Seguridad y Salud	1	3.500 €	3.500 €

<b>TOTAL</b>	<b>3.500 €</b>
--------------	----------------

## 1.1 Resumen de la partida

Capítulo I :	Equipo de climatización	45.025 €
Capítulo II	Conductos y rejillas de climatización	50.240,35 €
Capítulo III	Estudio básico de Seguridad y Salud	3.500 €
<b>IMPORTE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>98.765,35 €</b>
	13 % gastos materiales	12.839,50 €
	6 % beneficio industrial	5.925,92 €
<b>IMPORTE DE EJECUCIÓN</b>		<b>117.530,77 €</b>
	21 % IVA	24.681,46 €
<b>IMPORTE DE CONTRATA</b>		<b>142.212,23 €</b>

Ciento cuarenta y dos mil doscientos doce euros con veintitrés céntimos.

Ferrol, Julio 2017  
Alejandro Pérez Casás