

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



ANÁLISIS Y MEJORAS EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN EN EDIFICIO DE OFICINAS EN ALICANTE

Trabajo Fin de Grado
INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Jenaro Vera Carbonell
Tutor: José Gregorio Nadal Ortuño

Quiero agradecer el apoyo y la paciencia de mis padres durante toda la carrera y especialmente a mi padre en este último tramo.

A mi tutor por su tiempo y disponibilidad siempre que lo he necesitado.

Por último a Elecnor, donde he realizado mis prácticas de empresa durante un año y me han dado la oportunidad y confianza de dirigir y gestionar proyectos tan interesantes cómo el de mantenimiento del sistema de climatización del edificio objeto del presente proyecto.

ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.
 - 1.1. Objetivos.
 - 1.2. Contextualización.
 - 1.3. Argumentación del trabajo.
 - 1.4. Breve descripción de los distintos sistemas de A/C proyectados.
 - 1.5. Análisis de la ocupación del edificio.
 - 1.6. Entorno físico del edificio.
 - 1.7. Descripción del espacio a climatizar.
 - 1.8. Relación de los equipos de climatización utilizados.
 - 1.9. Comprobación de las especificaciones de la maquinaria existente para el cumplimiento de la ITE 02.

2. CÁLCULOS.
 - 2.1. Introducción.
 - 2.2. Comprobación de las demandas de la instalación en su estado inicial.
 - 2.3. Comprobación de la propuesta de depósito de inercia.
 - 2.4. Análisis económico sin "depósito de inercia".
 - 2.5. Análisis económico con "depósito de inercia".

3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.
 - 3.1. Condiciones generales
 - 3.1.1. Objeto
 - 3.1.2. Relaciones entre promotor, proyectista y contratista
 - 3.1.2.1. Promotor
 - 3.1.2.2. Proyectista
 - 3.1.2.3. Contratista
 - 3.1.2.3.1. Director de obra
 - 3.1.2.3.2. Jefe de obra
 - 3.1.2.3.3. Jefe de equipo
 - 3.1.2.3.4. Responsable de seguridad y salud
 - 3.2. Obligaciones y responsabilidades civiles de la ejecución.
 - 3.2.1. Contratación de personal
 - 3.2.2. Subcontratas
 - 3.2.3. Seguridad e higiene
 - 3.2.4. Daños material
 - 3.2.5. Conocimiento del emplazamiento de la obra
 - 3.2.6. Limpieza de obra
 - 3.2.7. Documentación final
 - 3.3. Condiciones particulares
 - 3.3.1. Contrato
 - 3.3.2. Replanteo
 - 3.3.3. Comprobación replanteo
 - 3.3.4. Programa del trabajo
 - 3.3.5. Control de calidad

- 3.3.6. Medios auxiliares
 - 3.3.7. Recepción y preparación de los materiales
 - 3.3.8. Instalaciones térmicas
 - 3.3.8.1 Equipos en la planta de enfriadoras
 - 3.3.8.2 Bomba de calor aire-agua reversible HIDROPACK 960V R410A serie IWE
 - 3.3.8.2.1 Características técnicas del equipo.
 - 3.3.8.2.2 Funcionamiento en frío
 - 3.3.8.2.3. Funcionamiento en calor
 - 3.3.8.3 Descripción técnica HIDROPACK 960v R410A serie IWE
 - 3.3.8.3.1 Material conforme a las directivas
 - 3.3.8.3.2 Partes principales de la enfriadora
 - 3.3.8.4 Grupo de producción de agua helada con condensación por agua Bomba de calor AGUA/AGUA DYNACIAT LG/LGP 300V R410A
 - 3.3.8.4.1 Características técnicas del equipo.
 - 3.3.8.4.2 Funcionamiento en frío
 - 3.3.8.4.3 Funcionamiento en calor
 - 3.3.8.5 Descripción técnica DYNACIAT LG/LGP 300V R410A
 - 3.3.8.5.1 Material conforme a las directivas
 - 3.3 Depósito de inercia.
 - 3.4 Trabajos nocturnos
 - 3.5 Fianza
 - 3.6 Materiales
 - 3.7 Instalación de los depósitos
 - 3.8 Pruebas
4. ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.
- 4.1. Introducción.
 - 4.2. Partidas.
 - 4.3. Resumen.
5. PLANOS.
- 5.1. Plano de situación.
 - 5.2. Planta Baja Aire Acondicionado.
 - 5.3. Planta Primera Aire Acondicionado.
 - 5.4. Planta Segunda Aire Acondicionado.
 - 5.5. Planta Tercera Aire Acondicionado.
 - 5.6. Planta Cuarta Aire Acondicionado.
 - 5.7. Planta Quinta Aire Acondicionado.
 - 5.8. Azotea.
6. APÉNDICE SOBRE EL ESTADO DE CONFORT TÉRMICO.
- 6.1. Introducción.
 - 6.2. Calculadora basada en 'Heat Index'.
 - 6.3. Calculadora basada en 'Temperatura Operativa'.
 - 6.3.1. *Temperatura de globo (T_g)*.

- 6.3.2. *Temperatura Radiante Media (TRM).*
- 6.3.3. *Temperatura operativa (to).*
- 6.4. Calculadora basada en 'Método de Fanger'.
 - 6.4.1. *Gasto metabólico (M).*
 - 6.4.2. *Intercambio radiante (R).*
 - 6.4.3. *Transporte convectivo (C).*
 - 6.4.4. *Sudoración - Flujo evaporativo (E)*
 - 6.4.5. *Aplicación Método Fanger.*
- 6.5. Evaluación del estado de confort térmico del edificio estudiado.
 - 6.5.1. Resultados Confort según calculadora - Heat Index.
 - 6.5.2. Resultados Confort según calculadora - Temperatura Operativa.
 - 6.5.3. Resultados Confort según calculadora - Método de Fanger.

7. CONCLUSIONES.

- 7.1. Conclusión Respecto a la Adecuación de la Propuesta del Depósito de Inercia.
- 7.2. Conclusión Respecto a las Condiciones de Confort Térmico.

8. BIBLIOGRAFÍA.

9. ANEXOS.

- 9.1. Anexo I: Descripción de la instalación.
- 9.2. Anexo II: Comprobación de cumplimiento de las especificaciones de la maquinaria existente para el cumplimiento de la ITE 02.
- 9.3. Anexo III: Relación de equipos generadores de energía térmica con datos identificativos, potencia térmica y tipo de energía empleada.
- 9.4. Anexo IV: Condiciones exteriores climáticas de Alicante según ITE 02.3

CAPÍTULO 1

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Objetivos

El objetivo del proyecto es estudiar y proponer posibles mejoras para minorar el consumo eléctrico del sistema de acondicionamiento térmico que, actualmente, está instalado en un edificio de oficinas del Instituto Nacional de la Seguridad Social en Alicante que más tarde describiremos y ubicaremos con más precisión. Para este análisis disponemos del proyecto de reforma de la instalación de climatización [20] que se redactó en el año 2013.

Como objetivo secundario se analizarán las diferentes causas de las quejas provenientes de diversas plantas, todas ellas por un mismo motivo, corrientes de aire y frío. Para ello se valorará de una manera objetiva el confort térmico de las salas y se comprobará con el método de Fanger [8] el ambiente psicrométrico de las salas y si no es el correcto, se propondrá una solución que ayude a paliar la situación de falta de confort que manifiestan los trabajadores en el recinto bajo estudio; que a priori pensamos que se debe a un balance erróneo entre temperatura y humedad relativa del aire, ya que en esta zona la humedad es muy alta.

1.2. Contextualización

El edificio data de los años 90, tiene 5 plantas, hall de entrada y sótano. Cada planta tiene dos alas. En cada ala hay una habitación diáfana de 245 m² con un volumen medio aproximado de 600 m³. El edificio se ubica en la ciudad de Alicante y ocupa la parcela que hace esquina con la calle Reyes Católicos y Churruca. Su uso está destinado a la atención al público y a la gestión administrativa de las prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social (INSS). En el 2000 se realizó una reforma, donde se rebajó la altura de las oficinas a un

máximo de 3 metros. Puede que fuera para la colocación de pantallas lumínicas, por algún cambio en el diseño de las bajantes, o simplemente se optó por la colocación de un falso techo.

En el 2014 se ejecuto la reforma citada al principio con la finalidad de conseguir que el sistema de acondicionamiento de aire del edificio, tuviera la capacidad de suministrar frío y calor simultáneamente en función de las demandas particulares de cada zona. Se modificó el anterior sistema de impulsión y distribución que estaba obsoleto. Se colocó un sistema de rejillas que en condiciones optimas provoca que el aire adquiera un perfil de velocidades laminar a través de toda la superficie del techo, conocido como efecto hilo y techo frío. Para conseguir dicho efecto la velocidad tiene que ser tal que haga que el aire circule paralelo al techo durante el mayor tiempo posible antes de caer por diferencia de densidad respecto al aire menos frío de la sala. Por lo que si no se cumplen los parámetros de diseño en lo que respecta a la velocidad de impulsión, nos encontramos con que el aire al salir de las rejillas a menor velocidad que la requerida, cae creando así una sensación de cascada de aire frío continuo.

Los sistemas de acondicionamiento de aire para conseguir el efecto hilo y techo frío se suelen instalar en techos con una altura mayor a la que se dispone en las estancias actualmente; para así evitar que las posibles turbulencias que se producen antes de conseguir el perfil de velocidades laminar no sean detectadas por los ocupantes del recinto. Es por lo que la velocidad de impulsión se tuvo que disminuir y el aire frío desciende por gravedad sobre los trabajadores, lo que se puede considerar un factor negativo sobre la sensación de confort térmico que en proyecto se pensó que se conseguiría con el diseño del citado techo frío.

Por otra parte, a pesar de que en las salas se suministra aire climatizado dentro de los márgenes aceptables de temperatura y humedad según los parámetros descritos en el Real Decreto 1826/2009 [19] [17] es posible que, por las condiciones particulares del clima de Alicante [2], resumidas en el Anexo IV de esta memoria, y del sistema elegido para el acondicionamiento del aire, los resultados del binomio Humedad relativa y Temperatura en el interior de estas oficinas no sean los adecuados. Y este hecho junto con la velocidad de impulsión de aire se convierta en un factor de riesgo a la hora de evaluar la sensación térmica de cada trabajador, que como se sabe depende en gran manera de dichos parámetros [13] [15] [12].

Este tema lo trataremos al final de nuestro trabajo como un apéndice ya que no fue la idea que motivó nuestro interés para la realización del Trabajo Fin de Grado, sino que ha sido una problemática adicional que fuimos descubriendo al escuchar comentarios adversos de los trabajadores en estas oficinas al realizar las inspecciones periódicas de mantenimiento de las instalaciones. Hemos pensado que la problemática tiene cierta relevancia pues ese malestar provoca un continuo de operaciones de mantenimiento y ajustes sin que se logren resultados determinantes de mejora en las opiniones respecto al confort térmico.

El reto principal y que nos planteamos como objetivo fundamental de nuestro trabajo es: analizar si la inclusión de un depósito de inercia dentro del sistema de acondicionamiento que está ahora en funcionamiento conseguirá un ahorro sustancial en el consumo de energía eléctrica. Teóricamente la instalación no lo requiere puesto que el volumen de agua que circula se supone que garantiza cierta inercia que se prevé suficiente. Como veremos en una primera aproximación al problema, con los parámetros de cálculo estándar, no es necesaria su instalación. Aunque nosotros pensamos todo lo contrario: que todas las

instalaciones de climatización de grandes dimensiones deberían tener un depósito de inercia, que aunque encareciera el presupuesto del proyecto (coste económico inicial), y es evidente que eso no es atractivo, a la larga si se hace un análisis del gasto energético se puede demostrar que no colocar el depósito de inercia es una solución inadecuada, pues desemboca en un coste energético que está en contra de la sostenibilidad. Se demostrará que si adicionáramos un depósito de inercia a la instalación proyectada es posible reducir el gasto de energía eléctrica de forma significativa. Al hacer números veremos que nuestra propuesta se traduce en una pequeña inversión que se rentabiliza a partir del segundo año.

También vamos a realizar otra propuesta de menor nivel que implica la forma de utilizar la máquina que denominamos como 'recuperadora'. En el sistema que se ejecutó en la última reforma, la composición estaba formada por tres enfriadoras más una recuperadora que se encarga de recuperar la energía térmica no utilizada, cuando la demanda es de frío y calor simultáneamente, dado que esta última situación no se produce habitualmente, por no decir nunca, se ha pensado usar dicha recuperadora como apoyo a las tareas de mantenimiento para salvar el salto diferencial de temperatura entre el flujo de agua de retorno y el punto de consigna de temperatura del sistema cuando está en funcionamiento normal. Este trabajo recae por diseño generalmente, en las enfriadoras y pensamos que puede producir un desgaste innecesario en estas máquinas.

Están diseñadas para arrancar por las mañanas cuando es necesario un salto térmico considerable. Por lo que estudiaremos si es viable que ese trabajo de menor envergadura lo realice la citada recuperadora que es un pequeño compresor que está infrautilizado y que aún siendo menos eficiente que la planta de enfriadoras, puede utilizarse como máquina de sacrificio para los continuos encendidos y

apagados. Al ser de menor potencia, probablemente este todo el día encendida y ese continuo evite que las juntas y válvulas se deterioren por inactividad y de paso favorezca el mantenimiento de sus hermanas mayores. Ya que no estarán en continuo paro-marcha.

1.3. Argumentación del trabajo

El núcleo del trabajo se basa en el cálculo del depósito de inercia. Con ello se busca disminuir los costes energéticos y alargar la vida promedio del sistema de enfriadoras.

El análisis del confort térmico se realizará usando una serie de calculadoras basadas en la bibliografía al respecto, implementadas en Excel donde a partir de los datos disponibles se discutirán los diversos factores de confort térmico en el recinto de estudio.

1.4. Breve descripción de los distintos sistemas A/C proyectados

Fué en la reforma del 2010 cuando se cambiaron las antiguas enfriadoras, de las que no disponemos información, por las que hay ahora y se instaló la recuperadora para el cumplimiento de la Norma "RITE IT.1.2." [18]. Pero la instalación no estaba preparada para suministrar ambas condiciones de climatización simultáneamente, solo se disponía de los dos tubos del anterior sistema, fue por ello que en 2014 se realiza una nueva reforma para pasar la instalación de dos tubos a una canalización de cuatro vías.

A día de hoy la instalación consta de un grupo de tres enfriadoras situado en la azotea más una recuperadora. Esta instalación no es la original, en el proyecto inicial no había recuperadora, ya que la primera idea tenía un planteamiento sencillo con dos opciones no simultáneas,

calor o frío. Por lo que el año se dividía en cuatro fases: la primera fase era durante los meses mas fríos y se utilizaba la opción calor, durante la

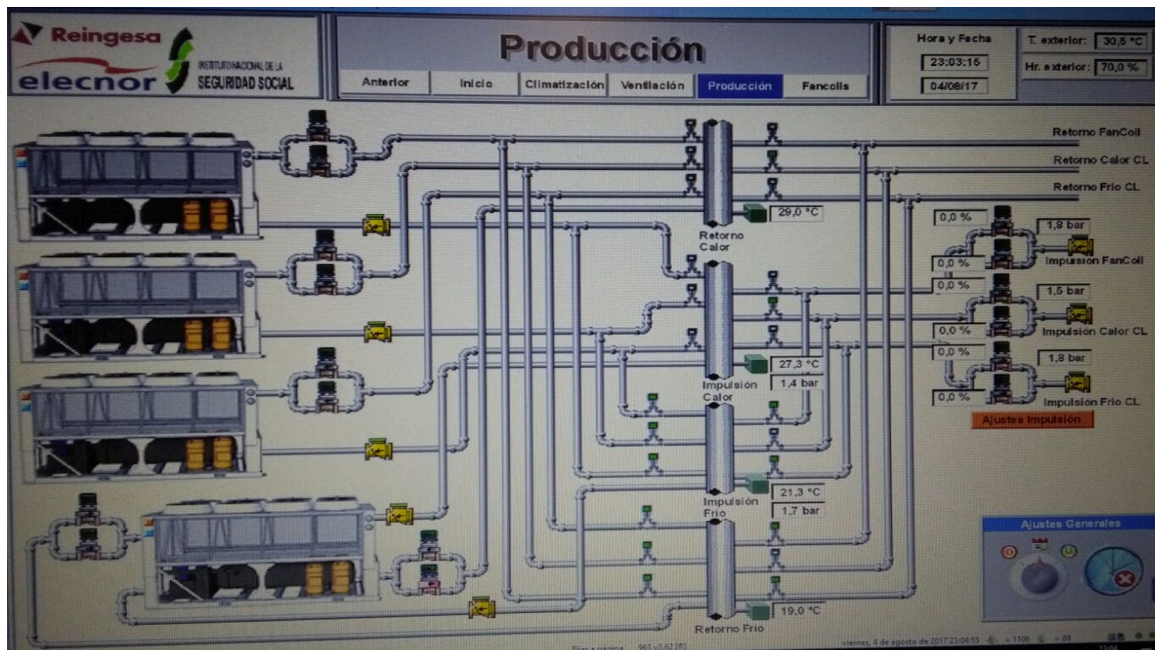


Figura 1.-Enfriadoras, recuperadora, grupo de bombeo y líneas frigoríficas.

primavera como había menos demanda de calor se apagaba la climatización y se hacía lo conocido como "freecooling", que es aprovechar la temperatura del aire exterior para climatizar espacios interiores, sin necesidad de gastar energía.

Durante los meses mas calurosos se pone en marcha el suministro de aire frío. Por último durante el otoño se vuelve a poner la instalación en "stand-by" y se vuelve a utilizar la técnica del "freecooling" aprovechando la temperatura de entretiempo que hace en la calle para climatizar el interior de los espacios. En Alicante las épocas de primavera y otoño están muy poco marcadas, podríamos decir que casi pasamos de frío a calor en pocas semanas. Por lo que el requerimiento de frío y calor simultaneo dentro del edificio es en su caso necesario durante un periodo muy corto de tiempo, por lo que como veremos se optó por no habilitar esa opción. Con lo que tenemos un sistema moderno de cuatro vías con posibilidad de doble climatización simultanea que no se usa como tal, sino que se utiliza con la filosofía de uno de dos vías por los motivos ya comentados.

La instalación queda de la siguiente manera: De la planta de enfriadoras sale la línea principal que es distribuida por toda la instalación a través del grupo de bombeo, para cada línea frigorífica, incluido el retorno.

Eso circuitos suministran el agua a las salas de climatización que se encuentran en cada planta preparadas para hacer el intercambio de energía. En dichas habitaciones se realizará el intercambio de energía con el aire, para posteriormente introducirlo a las oficinas a la temperatura de consigna.

Por otra parte, los despachos individualizados que se encuentran dentro de las grandes salas de oficinas, se climatizan gracias a unos pequeños intercambiadores agua-aire llamados "fancoils". A ellos les llega una derivación independiente y se puede modificar el punto de consigna.

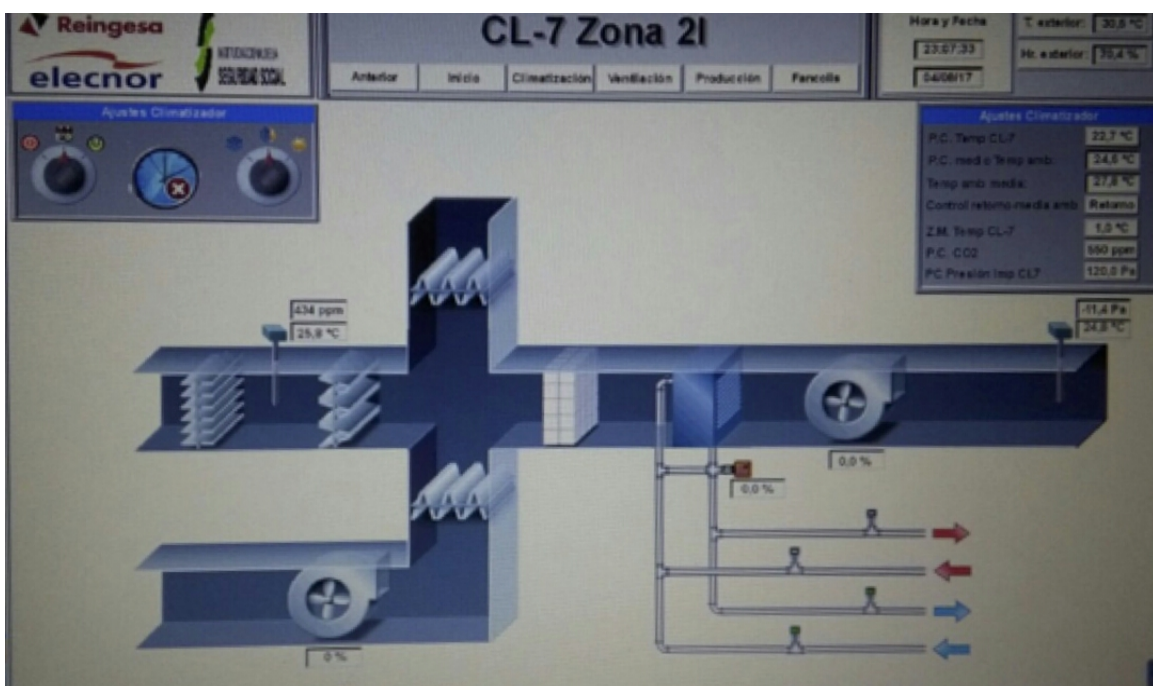


Figura 2.- Sistema de impulsión y climatización de cada zona.

Para una descripción mas exhaustiva de los elementos constituyentes de la instalación consultar el ANEXO I

1.5. Análisis de la ocupación del edificio

A continuación veremos cuál es el nivel de ocupación máximo y simultáneo de cada una de las diferentes dependencias, Tabla 1. Estos datos nos servirán más adelante para el cálculo de comprobación de las necesidades termo-frigoríficas máximas.

ESPACIO / ZONA	Nivel de ocupación	
	Máximo	Simultáneo
	(Personas)	(Personas)
EDIFICIO DE OFICINAS EN LA CIUDAD DE ALICANTE		
PLANTA SOTANO	8	6
PLANTA BAJA		
PLANTA BAJA IZQUIERDA	15	10
PLANTA BAJA DERECHA	25	20
PLANTA PRIMERA		
PLANTA PRIMERA IZQUIERDA	15	10
PLANTA PRIMERA DERECHA	20	15
PLANTA SEGUNDA		
PLANTA SEGUNDA IZQUIERDA	25	20
PLANTA SEGUNDA DERECHA	25	20
PLANTA TERCERA		
PLANTA TERCERA IZQUIERDA	25	20
PLANTA TERCERA DERECHA	25	20
PLANTA CUARTA		
PLANTA CUARTA IZQUIERDA	25	20
PLANTA CUARTA DERECHA	10	8
PLANTA QUINTA		
PLANTA QUINTA IZQUIERDA	25	20
PLANTA QUINTA DERECHA	25	20
TOTAL OCUPACION	268	209

Tabla 1. Ocupación simultanea y máxima por plantas.

Y el horario de uso aproximado para cada planta es el siguiente:

ESPACIO/ZONA	HORARIO	
	INICIO	FINAL
EDIFICIO DE OFICINAS EN LA CIUDAD DE ALICANTE		
PLANTA SOTANO	0	23
PLANTA BAJA		
PLANTA BAJA IZQUIERDA	8	15
PLANTA BAJA DERECHA	8	15
PLANTA PRIMERA		
PLANTA PRIMERA IZQUIERDA	10	15
PLANTA PRIMERA DERECHA	8	15
PLANTA SEGUNDA		
PLANTA SEGUNDA IZQUIERDA	8	15
PLANTA SEGUNDA DERECHA	8	15
PLANTA TERCERA		
PLANTA TERCERA IZQUIERDA	8	15

PLANTA TERCERA DERECHA	8	15
PLANTA CUARTA		
PLANTA CUARTA IZQUIERDA	8	15
PLANTA CUARTA DERECHA	0	23
PLANTA QUINTA		
PLANTA QUINTA IZQUIERDA	8	15
PLANTA QUINTA DERECHA	8	15

1.6. Entorno físico del edificio

Sus lindes son:

1. Fachada frontal: calle vía pública.
2. Fachada izquierda: calle vía pública.
3. A derecha: medianera edificio.
4. Superior: cielo abierto.
5. Trasera: medianera edificio.
6. Sótano: directamente con el terreno.



Imagen 3. Vista del edificio desde C/ Churruca

Las orientaciones predominantes de las fachadas principales del edificio son:

Fachada: C/ Reyes Católicos
NORTE – OESTE

Fachada: C/ Churruca
OESTE – SUR

Las condiciones climáticas de Alicante las hemos definido en el Anexo IV

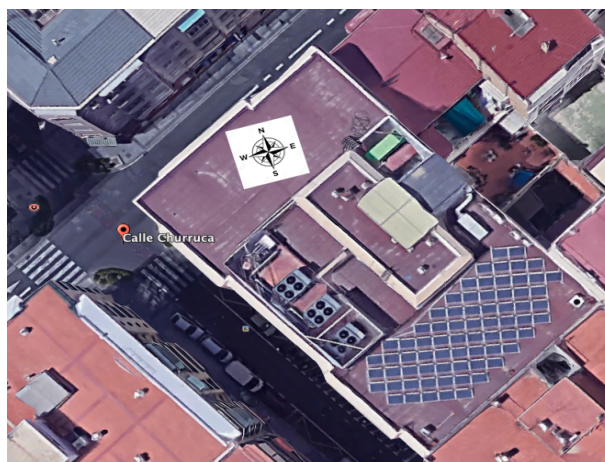


Imagen 4. Vista aérea de la instalación antes de la reforma 2014

1.6. Descripción del espacio a climatizar

El edificio tiene una superficie a climatizar de alrededor de 2940 m² y un volumen de 7644 m³. Como se puede observar en la Tabla 3, no todas las plantas tienen el mismo volumen, ya que dentro de ellas puede tener despachos individualizados que se climatizarán, independientemente, con "fancoils".

La distribución por plantas es la siguiente:

ESPACIO/ZONA	SUPERFICIE m ²	VOLUMEN m ³
EDIFICIO DE OFICINAS EN LA CIUDAD DE ALICANTE		
PLANTA SOTANO	245	612
PLANTA BAJA		
PLANTA BAJA IZQUIERDA	225	697
PLANTA BAJA DERECHA	265	821
PLANTA PRIMERA		
PLANTA PRIMERA IZQUIERDA	225	562
PLANTA PRIMERA DERECHA	265	662
PLANTA SEGUNDA		
PLANTA SEGUNDA IZQUIERDA	225	562
PLANTA SEGUNDA DERECHA	265	662
PLANTA TERCERA		
PLANTA TERCERA IZQUIERDA	225	562
PLANTA TERCERA DERECHA	265	662
PLANTA CUARTA		
PLANTA CUARTA IZQUIERDA	225	562
PLANTA CUARTA DERECHA	265	662
PLANTA QUINTA		
PLANTA QUINTA IZQUIERDA	225	562
PLANTA QUINTA DERECHA	265	662
TOTAL	2 940	7 644

Tabla 3. Superficie y volumen de las diferentes plantas.

Los equipos generadores encargados de climatizar todo este volumen de aire, están situados en la azotea. Al ser un volumen tan grande y tantas salas, se opta por un sistema de climatización aire-agua termofrigrífico, en vez de las tradicionales máquinas domésticas de aire acondicionado que tenemos en casa.

1.7. Relación de los equipos de climatización utilizados

Los equipos principales que forman el alma de la instalación son:

- 3 unidades enfriadoras Hidropack IWE 960 U R 410A CIAT.
- 1 unidad recuperadora Dynaciat LF/GP 300 U R 420^a CIAT.

La razón de que se proyecten tres unidades enfriadoras es porque si se sigue la estrategia de funcionamiento que preveía el diseño original, las necesitamos utilizar de la siguiente forma: una en modo frío, otra en automático, y la tercera en modo calor, para así tener siempre disponible frío y calor en la instalación. Pero dadas las circunstancias climáticas en Alicante, como ya hemos apuntado anteriormente, desde la dirección técnica del propio INSS de Alicante se decidió que la doble climatización suponía una pérdida de energía innecesaria, que implica tener los dos circuitos frigoríficos a temperatura de consigna, aun que no se esté demandando su uso.

Por lo que finalmente se decide poner una en modo frío y otra en automático, dejando una de reserva e ir rotando sucesivamente la función de cada enfriadora por temporada, así el desgaste es mínimo, todas trabajan y se ahorra mucho en posibles averías por desgaste.

La rotación de la función de las enfriadoras ayuda también a que ninguna enfriadora se quede parada por no más de un periodo de tres meses, evitando que las juntas y las gomas se dañen. En las visitas mensuales de mantenimiento todas las máquinas se encienden para comprobar su correcto funcionamiento, haciendo un mantenimiento preventivo.

Por otra parte la recuperadora Dynaciat estaría funcionando en continuo si la instalación estuviera en el modo para el cual se diseñó

(una de las enfriadoras en modo frío, otra en automático y la tercera en modo calor). Pues entonces su cometido es el de recuperar la energía del circuito de frío para suministrarlo a la parte de calor, aprovechando así la energía sobrante del agua que no se ha consumido en su totalidad en el proceso de intercambio de energía en las climatizadoras. Pero ya que no es esta la situación, dicha recuperadora la usaremos de apoyo a las enfriadoras, aunque su eficiencia sea bastante menor, pero no se puede dejar en desuso ya que si no la estaríamos condenando a envejecimiento por no funcionamiento.

Más adelante, cuando tratemos el tema de la instalación del depósito de inercia con el propósito de optimizar el gasto energético, veremos que la pequeña recuperadora puede entrar a jugar un papel importante en la propuesta, descargando de trabajo a sus hermanas mayores y evitando picos de consumo al arranque de las enfriadoras.

Esto no significa que no necesitemos al grupo de enfriadoras en la instalación, pues estas son las encargadas de enfriar o calentar, cada jornada, todo el volumen de agua de la instalación (7000 litros) hasta los 10°C en verano y hasta los 50°C en invierno que son los puntos de consigna estacionales. Además en momentos de calor/frío extremo o picos de demanda siempre estarán preparadas para que la instalación pueda responder con prontitud los requerimientos climáticos de los trabajadores.

1.9. Comprobación de las especificaciones de la maquinaria existente para el cumplimiento de la ITE 02.

La instalación de estos equipos se realizó siguiendo la normativa de instalaciones de climatización vigente [18], con lo que en materia de eficiencia energética la instalación cumple con todos los requisitos.

Para el correcto análisis de la instalación deberemos comprobar que las instalaciones del edificio, cumplen con las exigencias del RITE [18], especificadas en el Anejo 2 de Instrucciones Técnicas Complementarias ITE02. Concretamente el apartado de EFICIENCIA ENERGETICA en la sección ITE02 -1.2. Dicha comprobación la realizaremos para cada subsistema diseñado, utilizando el procedimiento simplificado que consiste en la adopción de soluciones basadas en la limitación indirecta del consumo de energía de la instalación. El cumplimiento de los puntos de la Normativa de eficiencia energética en ITE 02-1.2. del RITE que afectan directamente a nuestra instalación térmica, los desarrollamos completamente en el Anexo II de esta memoria y son los siguientes:

1. Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío aportado.
2. Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío aportado.
3. Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética de los equipos para el transporte de energía.
4. Cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos apartado.
5. Cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía apartado. (La recuperadora no esta conectada)

La instrucción técnica del RITE, ITE 02, solo indica unas pautas que justifican la correcta instalación y exige que esta cumpla unos mínimos en lo referido a la eficiencia energética. El cumplimiento de todos los puntos no implica que la instalación esté optimizada ni que su eficiencia sea la máxima posible, solo que se cumple con lo dictado en la normativa de acuerdo a lo especificado en la legislación vigente.

El eje principal de nuestro trabajo consiste en demostrar que en una instalación de estas características se puede mejorar, a nivel de consumo energético y rendimiento, sin perder calidad de servicio. Y por supuesto cumpliendo normativa. Eso lo llevaremos a cabo añadiendo un depósito de inercia por cada línea de climatización. La justificación de su viabilidad, en todos los sentidos, se muestra al final del capítulo siguiente.

CAPÍTULO 2

CÁLCULOS

2.1. Introducción.

En este punto distinguiremos dos grandes apartados. Comprobaremos, primero, que la instalación en su estado actual es capaz de satisfacer las necesidades termo-frigoríficas de demanda. En el segundo apartado calcularemos el impacto, en materia de ahorro económico y eléctrico, que produce la instalación de un depósito de inercia en cada una de las líneas.

Todas nuestras presunciones y resultados, se recuerda que serán para la línea de frío por ser esta la más desfavorable en cuanto a exigencias y demandas térmicas.

2.2. Comprobación de las demandas de la instalación en su estado actual.

Para hacer una primera aproximación al comportamiento de la instalación, realizaremos un cálculo rápido en el que comprobaremos si la demanda requerida por la totalidad del edificio, extraída del proyecto de ejecución [20], coincide con la estimación que realizaremos a continuación:

Edificio o dependencia	Wattios/m²
Viviendas bien aisladas	100
Viviendas parcialmente aisladas	115
Habitaciones	100
Vestíbulos de hoteles	140
Oficinas pequeñas	115
Oficinas Grandes	140

Tabla 4. Coeficientes de carga térmica según dependencia.

Una manera sencilla para evaluar la carga térmica de una habitación es multiplicar su superficie por un coeficiente dependiente del uso que se le vaya a dar a las instalaciones [9]. Para este caso elegimos el correspondiente a una oficina grande (140 W/m²)

Con lo que la expresión de cálculo, ecuación 1, y su resultado es:

$$Q = S \cdot K \cdot c_R \quad \text{ecuación 1.}$$

Q= Carga térmica

S= Superficie

K= Coeficiente en W/m²

c_R= 1,25 (Corrección de pérdidas por radiación de ventanas)

La superficie total a climatizar del edificio es de 2940 m², consultar Tabla 3. Con lo que el resultado para la carga térmica aproximada según esta expresión es de 422,6 kW, que será nuestro valor de referencia para evaluar si se satisface la demanda de climatización.

A continuación, extraemos una tabla del proyecto de ejecución [20] de la instalación, donde se desglosa por plantas la potencia requerida.

CUADRO DE NECESIDADES CLIMATIZACION	Nº DE UNIDADES	DEMANDA CALORÍFICA		DEMANDA FRIGORÍFICA	
		PC (kW) (Unidades)	PCT (kW) (Total)	PF (kW) (Unidades)	PFT (kW) (Total)
Instalación climatización integral invierno verano sede provincial Edificio de oficinas en alicante.					
UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE					
PLANTA QUINTA					
CLIMATIZADOR CLI-5I	1	51,16	51,16	56,27	56,27
CLIMATIZADOR CLI-5D	1	47,67	47,67	52,44	52,44
FAN-COIL 440	3	3,01	9,03	3,46	10,38
FAN-COIL 660	1	4,44	4,44	5,10	5,10
PLANTA CUARTA					
CLIMATIZADOR CLI-4I	1	51,16	51,16	56,27	56,27
FAN-COIL 440	2	3,01	6,02	3,46	6,92

ANÁLISIS Y MEJORAS EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACION EN EDIFICIO DE OFICINAS EN ALICANTE

FAN-COIL 660	3	4,44	13,32	5,10	15,31
PLANTA TERCERA					
CLIMATIZADOR CLI-3I	1	51,16	51,16	56,27	56,27
CLIMATIZADOR CLI-3D	1	47,67	47,67	52,44	52,44
FAN-COIL 440	2	3,01	6,02	3,46	6,92
FAN-COIL 660	2	4,44	8,88	5,10	10,21
PLANTA SEGUNDA					
CLIMATIZADOR CLI-2I	1	51,16	51,16	56,27	56,27
CLIMATIZADOR CLI-2D	1	47,67	47,67	52,44	52,44
FAN-COIL 440	2	3,01	6,02	3,46	6,92
FAN-COIL 660	2	4,44	8,88	5,10	10,21
PLANTA PRIMERA					
CLIMATIZADOR CLI-1I	1	22,20	22,20	24,43	24,43
CLIMATIZADOR CLI-1D	1	16,28	16,28	17,90	17,90
FAN-COIL 440	5	3,01	15,05	3,46	17,31
FAN-COIL 660	7	4,44	31,08	5,10	35,74
PLANTA BAJA					
CLIMATIZADOR CLI-BI	1	22,20	22,20	24,43	24,43
CLIMATIZADOR CLI-BD	1	51,16	51,16	56,27	56,27
FAN-COIL 440	0	3,01	-	-	-
FAN-COIL 660	0	4,44	-	-	-
PLANTA SOTANO					
FAN-COIL 440	2	3,01	6,02	3,46	6,92
FAN-COIL 660	2	4,44	8,88	5,10	10,21
TOTAL POTENCIA FRIGORIFICA INTALADA					
INSTALACION EXISTENTE			583,17	-	647,67
COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD			0,85	-	0,85
TOTAL POTENCIA SIMULTANEA			495,69	-	550,52

Tabla 5. Suministro termo-frigorífico de las diferentes plantas

Como se puede comprobar, el cálculo aproximado realizado (422,6 kW) y el resultado obtenido de la Tabla 4 (550,5 kW). El resultado proyectado es más grande que el estimado teórico por lo que se puede afirmar que la instalación está diseñada (sobredimensionada) para satisfacer las necesidades de climatización del edificio.

Una vez conocida la demanda termo-frigorífica del edificio, comprobaremos con los datos obtenido de la ficha técnica de las Enfriadoras (Anexo III), ver Tabla 5, si es posible cubrir tal demanda.

EQUIPO	Pot. Calorífica (kW)	Pot. Frigorífica (kW)
CTF01	201,60	227,60
CTF02	201,60	227,60
CTF03	201,60	227,60
TOTAL	604,80	682,80
CTF.04 (FRÍO-CALOR)	86,89	108,30

Tabla 6. Características energéticas de las Enfriadoras

Como la demanda frigorífica siempre es más desfavorable que la calorífica, los cálculos de comprobación se realizan sobre dicha potencia (682,89 kW), Tabla 6.

Como hemos visto, la demanda según el proyecto de ejecución, Tabla 5, era de 495,7 kW de potencia calorífica y 550,5 kW de potencia frigorífica. Con los equipos instalados, Tabla 6, suplimos de sobra dicha demanda. Tenemos 604,8 kW de potencia calorífica para cubrir 495,7 kW de demanda máxima simultánea; y 682,8 kW de potencia frigorífica para cubrir los 550,5 kW de demanda.

2.3. Comprobación de la propuesta con "depósito de inercia"

Definimos el concepto de inercia térmica como la propiedad que indica la cantidad de calor o frío que puede acumular un cuerpo.

La instalación, objeto del presente proyecto, esta dotada de 7352 litros de fluido, por lo que para cada línea frigorífica (frío/calor) corresponden 3676 litros que en las expresiones que siguen lo denotamos con la letra uve minúscula 'v'. El fluido en este caso es agua de la red de distribución general.

Los parámetros y condicionantes que vamos a tener en cuenta para el planteamiento del problema van a ser los siguientes [11]: la

velocidad de variación de temperatura, que en este caso es de descenso, debe ser tal, que el fluido caloportador suba en 'x' minutos el diferencial seleccionado en el termostato para la etapa correspondiente.

Tomaremos como diferencial admisible el máximo que suele ser 2°C. Y el tiempo mínimo de parada de compresor debe ser de 5 minutos que expresamos como:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{2^{\circ}\text{C}}{5 \text{ min.}} = 24^{\circ}\text{C/Hora} \quad \text{ecuación 2.}$$

Teniendo en cuenta que la expresión para una variación máxima es:

$$\frac{dT}{dt} (\text{máx}) = K \cdot \left(\frac{-Q}{v + V}\right) \quad \text{ecuación 3.}$$

Imaginemos que el equipo consta de N compresores y la última parcialización de cada compresor, es del n% de su potencia frigorífica total. Volvamos al momento en que un compresor, de los N, después de estar un rato en su mínima parcialización queda fuera de servicio porque así lo manda el control de temperatura. Supongamos que después de parar el compresor, la carga térmica en las líneas frigoríficas, difiere de la frigorífica de la enfriadora prácticamente en la fracción de potencia frigorífica que acabamos de extraer. Esto lo expresamos en la siguiente ecuación:

$$q_1 - Q_1 = \frac{Q}{N} \cdot n \cdot 10^{-2} \quad \text{ecuación 4.}$$

Donde:

- q_1 Carga calorífica del consumo, en el instante de la parada del compresor.
- Q_1 Potencia frigorífica de la enfriadora, una vez parado el compresor.
- Q Potencia frigorífica total del conjunto de enfriadoras.

Teniendo en cuenta la ecuación 4, la ecuación 3 se puede reescribir como:

$$\frac{dT}{dt} = k \cdot \left(\frac{q_1 - Q_1}{v+V} \right) = K \cdot \left(\frac{Q}{N \cdot (v+V)} \right) \cdot n \cdot 10^2 \quad \text{ecuación 5.}$$

Igualando ahora la ecuación 1 y la ecuación 5, nos queda:

$$24 = K \cdot \left(\frac{Q}{N \cdot (v+V)} \right) \cdot n \cdot 10^{-2} \quad \text{ecuación 6.}$$

Tomando como incógnita el volumen del depósito de inercia 'V' y despejando:

$$V = \left[K \cdot \left(\frac{Q}{2400 \cdot N} \right) \cdot n \right] - v \quad \text{ecuación 7.}$$

Una vez que tenemos definida la expresión que liga el volumen de agua necesario (depósito de inercia) con el resto de variables; podemos calcular su necesidad en la instalación en función de diferentes tiempos de parada, Tabla 7, y de las características energéticas de los dispositivos de que se dispone, Tabla 8. (Si $V < 0$; no será necesario, ver resultados en Tabla 9).

	5 mins	10 mins	15 mins	20 mins
Tiempo de paro 2°C	2,4	1,2	0,8	0,6
Tiempo de paro 1,5°C	1,8	0,9	0,6	0,45

Tabla 7. Coeficientes de tiempos de paro respecto al tiempo.

CANTIDAD	MAQUINA	POTENCIA Kw	POTENCIA FRIGORIFICA	COMPRESORES	ÚLTIMA PARCIALIZACIÓN
1	Enfriadora	68,60	201,6	4	25
2	Enfriadora	137,2	403,2	8	25
3	Enfriadora	205,80	604,8	12	25
1	Recuperadora	21,4	86,9	1	50

Tabla 8. Datos de las máquinas para el cálculo del depósito de inercia.

Teniendo en cuenta que el volumen de la instalación en la línea de la etapa de frío es de $v=3676$ litros. Y haciendo uso de la ecuación 7, vamos a calcular el volumen que debería tener el depósito de inercia. Se calcula para periodos de inactividad de 5, 10, 15 y 20 minutos y se muestran los resultados en la Tabla 7 que insertamos a continuación.

dT	2°C				
$t_{(parada)}$	5 mins	10 mins	15 mins	20 mins	25 mins
Máquinas	Dos enfriadoras 8 compresores				
$V_{inercia}(l)$	-2368	-1061	247	1554	2862
Máquinas	Tres enfriadoras 12 compresores				
$V_{inercia}(l)$	-2368	-1061	247	1554	2862
Máquinas	Tres enfriadoras 12 compresores + Recuperadora 1				
$V_{inercia}(l)$	-2244	-811	621	2054	3486
Máquinas	Dos enfriadoras 8 compresores+Recuperadora 1				
$V_{inercia}(l)$	-2188	-700	788	2276	3764

Tabla 9. Volumen requerido para el depósito de inercia

Se puede comprobar que para el tiempo mínimo de inactividad exigido por la normativa vigente (5 minutos) no es necesaria la instalación de un depósito de inercia que aporte volumen extra de agua a la línea frigorífica en ninguno de los posibles escenarios que se pueden dar a lo largo del año. Vemos que en cualquiera de los casos con una parada de 5 minutos el volumen calculado necesario siempre es negativo (no necesidad de más volumen de agua en la instalación).

De las opciones presentadas anteriormente, la que pertenecería a la situación de máxima demanda de frío, es la que corresponde a las tres enfriadoras más la recuperadora suministrando energía frigorífica a

la instalación. Si en este caso que es el más desfavorable exigimos además que las enfriadoras permanezcan apagadas durante 15 minutos (Tercera columna 15 minutos. Y tercer bloque horizontal: Tres enfriadoras + Recuperadora). Vemos que es necesario tener un acumulador de 621 litros por cada línea de frigorífica, frío y calor.

La instalación, durante estos 15 minutos, no estaría sin aporte de frío al circuito, puesto que para la recuperadora hemos elegido la opción de no tenerla parada. Manteniendo así, un continuo aporte de energía a la red frigorífica.

Ahora vamos a calcular el ahorro energético, traducido a económico, al conseguir que las enfriadoras hayan alargado su paro de 5 a 15 minutos, gracias al aumento de volumen en la instalación.

Utilizaremos un coeficiente de simultaneidad de 0,85 y en la situación mas desfavorable, utilizando tres enfriadoras y la recuperadora.

Para la estimación que estamos tratando se suponen 10 horas de funcionamiento cada jornada (600 minutos) durante 242 días al año.

2.3.1 Análisis económico sin "depósito de inercia"

Estudiaremos primero el caso actual en el que la instalación no dispone de depósito de inercia y el tiempo que permanecen las enfriadoras paradas es de 5 minutos cada 10 de funcionamiento. Por lo que en una hora son 20 minutos parados por cada 40 de funcionamiento. Al cabo de una hora tenemos que hemos estado 0,66 horas gastando 205,8 kW de la planta de enfriadoras y 21,4 kW de la

recuperadora que funciona continuamente, ver Tabla 8. Lo que da un consumo total por hora de:

$$(205,8 \cdot 0,66) + (21,4 \cdot 1) = 157,3 \text{ kW} \cdot h \quad \text{ecuación 8.}$$

Por lo que en un día tendremos un consumo de 1572,8 kW·día y aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0,85 obtenemos 1336,88 kW·día. Y como hemos estimado que las oficinas están abiertas un total de 242 días por año, obtenemos un consumo total anual de:

$$1336,88 \cdot 242 = 323524,96 \text{ Kw} \cdot \text{año} \quad \text{ecuación 9.}$$

Si lo traducimos a dinero, solo tenemos que multiplicarlo por el precio del kW de mercado, 0,12 céntimos·kW:

$$323524,96 \cdot 0,12 = \mathbf{38822,99} \text{ euros} \cdot \text{año} \quad \text{ecuación 10.}$$

2.3.2 Análisis económico con “depósito de inercia”

Haremos los mismos planteamientos, cálculos y supuestos que en el sub-apartado anterior pero con la opción de que la instalación posea un depósito de inercia.

La variable tiempo máximo de funcionamiento posible es de 600 minutos por jornada durante 242 días al año como en el caso anterior. Pero ahora el tiempo que permanecen las enfriadoras paradas es de 15 minutos cada 15 de funcionamiento. Por lo que en una hora son 30 minutos parados por cada 30 de funcionamiento. Al cabo de una hora tenemos que hemos estado 0,5 horas gastando 205,8 kW de la planta de enfriadoras y 21,4 kW de la recuperadora. Un total de:

$$(205,8 \cdot 0,50) + (21,4 \cdot 1) = 124,3 \text{ kW} \cdot h \quad \text{ecuación 11.}$$

En un día tendremos un consumo de 1243 kW·día. Aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0,85 obtenemos 1056,55 kW·día. Y como las oficinas están abiertas un total de 242 días por año, y el precio del kW de mercado dijimos que lo estimamos en 0,12 céntimos·kW, se traduce en un costo en euros de:

$$1056,55 \cdot 242 \cdot 0,12 = \mathbf{255685,1 \text{ kW} \cdot \text{año}} \quad \text{ecuación 12.}$$

$$255685,1 \cdot 0,12 = \mathbf{30682,21 \text{ euros} \cdot \text{año}} \quad \text{ecuación 13.}$$

Como podemos apreciar, obtenemos un ahorro anual, suponiendo que el precio de la luz se mantiene estable, de :

$$\mathbf{38822,99 - 30682,21 = 8140,78 \text{ euros} \cdot \text{año}} \quad \text{ecuación 14.}$$

Si realizamos una estimación del tiempo que pasaría hasta que el incremento de costos, debidos a la instalación del depósito de inercia, fuera absorbido por el ahorro en el gasto de electricidad, se obtendría lo mostrado en la Tabla 10:

Año	Gasto anual eléctrico	Ahorro anual eléctrico	Coste instalación	Ahorro anual real	% de Amortización de la instalación
1	30682,21 €	8140,78 €	12930,07 €	0€	63%
2	30682,21 €	8140,78 €	4789,29 €	3351,49 €	100%
3	30682,21 €	8140,78 €	0 €	8140,78 €	100%

Tabla 10. Análisis económico de amortización del costo del depósito de inercia propuesto

Como podemos ver, el primer año amortizamos un 63% del coste de la instalación, y en un tiempo de dos años la tendríamos totalmente amortizada, un total de 12930,07 euros gracias al ahorro en la instalación. En el capítulo de mediciones y presupuesto, desglosaremos el coste de ejecución de la instalación de los depósitos de inercia.

CAPÍTULO 3

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

3.1.Condiciones generales

3.1.1.Objeto

El objeto de este pliego es definir las condiciones que han de regir en la ejecución de la instalación de los depósitos de inercia fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles al promotor proyectista y contratista, así como las relaciones entre ellos y sus correspondientes obligaciones y responsabilidades en el transcurso de la ejecución.

3.1.2 Relaciones entre promotor, proyectista y contratista

3.1.2.1. Promotor

El promotor en este caso será una institución pública, ya que es la persona jurídica, que individualmente impulsa y financiará la obra con recursos propios del presupuesto anual de mantenimiento, concretamente la parte destinada a actuaciones correctivas, para mejorar y repara las instalaciones térmicas. El promotor deberá facilitar la documentación e información para posterior redacción del proyecto de ejecución así como autorizar al contratista, en concreto al director de obra, las posibles modificaciones del mismo.

3.1.2.2. Proyectista

El proyectista será el encargado de la redacción del proyecto de ejecución de la obra en base al presente proyecto presentado. Deberá tener la titulación académica y profesional habilitante de Ingeniero Industrial y estar colegiado. Deberá redactar el proyecto de ejecución de acuerdo a la norma vigente basándose en la bibliografía del presente proyecto d y de acuerdo a lo que se haya propuesto en el contrato. Podrá acordar con el promotor la contratación de colaboraciones o estudios si fuera necesario.

3.1.2.3. Contratista

El contratista es el encargado de la ejecución de la reforma e instalación de los depósitos de inercia sujeta a la legislación aplicable. Bajo la responsabilidad del contratista está la designación de los siguientes puestos.

3.1.2.3.1 Director de obra

Este cargo corresponde un Ingeniero contratado por el contratista o de la misma empresa. Deberá estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante para el desempeño y ejercicio de la profesión. Deberá desarrollar un documento de estudio y análisis del proyecto. Deberá efectuar el replanteo de obra y preparar el acta correspondiente. Deberá realizar las medidas de obra ejecutadas y dar conformidad según lo realmente ejecutado una vez terminada la instalación de los depósitos.

3.1.2.3.2 Jefe de obra

Este cargo corresponde a una persona en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución previamente redactado. Asistir a la obra cada vez que se le requiera al fin de resolver las contingencias que se produzcan y decidir que hacer en caso de duda ante la correcta interpretación del proyecto.

3.1.2.3.3 Jefe de equipo

El cargo corresponde a una persona en posesión de la titulación académica profesional de grado superior o universitaria y cumplir las condiciones exigibles para el desempeño de la profesión. Será el encargado a pie de obra de controlar y realizar los trabajos designados en el proyecto de ejecución. Si lo viera conveniente puede proponer cambios en el diseño de la instalación y/o materiales designados para la

ejecución de la reforma, con la aprobación del director de obra y del promotor. Podrá ofrecer ayuda técnica en el momento de redacción del proyecto de ejecución. Comprobará junto los acabados de la instalación y su funcionamiento. Dará la conformidad antes de entregar la obra.

3.1.2.3.4 Responsable de seguridad y salud

El responsable de prevención de riesgos laborales, durante la ejecución de la obra, deberá asumir las responsabilidades correspondientes a la coordinación de los principios generales de prevención y seguridad. Coordinará al jefe de obra y al jefe de equipo para que todos los implicados directamente, en la ejecución de la obra, cumplan los principios de acción preventiva del artículo 15 de la ley de prevención de riesgos laborales. Deberá elaborar un plan de seguridad y salud o brindar apoyo a su redacción. Podrá sugerir modificaciones pertinentes cuando lo vea necesario. Adoptará las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. Deberá llevar un control de las condiciones de seguridad y calidad de la instalación. Todos deberán tener la calidad exigida en el contrato.

3.2. Obligaciones y responsabilidades civiles de la ejecución.

3.2.1. Contratación de personal

Corresponde al contratista, bajo su exclusiva responsabilidad la contratación de la mano de obra que precise para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y en la normativa laboral vigente. El contratista deberá disponer del equipo técnico suficiente para la instalación de los depósitos de inercia. El Jefe de equipo podrá comunicar al Jefe de obra el descontento con algún empleado y operario en cosa que incurra en insubordinación, falta de respeto a él mismo o sus subalternos, y realice actos que comprometan la buena marcha de la instalación. El incumplimiento reiterado de las

normas de seguridad será motivo de expulsión de la obra tras comunicación al Director del proyecto.

3.2.2. Subcontratas

El control de las subcontratas queda bajo la exclusiva responsabilidad del Contratista. Las subcontratas que realizase el Contratista, podrán ser rechazadas por la Dirección Facultativa, por los mismos motivos y en las mismas condiciones establecidas para el personal del contratista.

3.2.3. Seguridad e higiene

Se redactará un estudio de seguridad y salud antes de iniciarse la contratación de las obras. Deberá presentarlo el contratista de las obras debidamente firmado por el técnico competente y visado por su respectivo colegio profesional.

3.2.4. Daños material

El contratista responderá frente a los daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos que dure la ejecución del proyecto y los plazos indicados en la legislación vigente. Durante 10 años daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten al forjado u otros elementos estructurales que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

3.2.5. Conocimiento del emplazamiento de la obra

El contratista tiene la obligación de haber inspeccionado y estudiado el emplazamiento y sus alrededores, así como el alcance de los trabajos a realizar y los materiales

3.2.6. Limpieza de obra

El contratista es responsable del orden y limpieza de la reforma objeto del presente proyecto, por lo que deberá adoptar a su cargo y

bajo su responsabilidad las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes, por los reglamentos vigentes y por el Director en materia de limpieza y orden.

3.2.7. Documentación final

El jefe de obra deberá entregar, asistido por el jefe de equipo, la documentación final de obra, que se facilitara al cliente o promotor. Se adjuntara junto al acta de recepción, con las indicaciones pertinentes de mantenimiento, el acata de conformidad a la normativa actual vigente.

3.3 Condiciones particulares

3.3.1. Contrato

La propiedad y el contratista formalizaran contrato mediante documento privado o publico, a petición de cualquiera de las partes con arreglo a las disposiciones legales vigente. En el contrato se acordaran y especificaran las condiciones y particularidades que convengan ambas partes y todas aquellas que sean necesarias como complemento de este Pliego: plazos, porcentajes, revisión de precios, ejecución, etc.

3.3.2. Replanteo

El constructor iniciará las obras con el replanteo de las misma en el terreno, marcando la ubicación de lo proyectado. El coste corre a cargo del contratista.

3.3.3. Comprobación replanteo

Las obras se considerarán comenzadas con el Acta de Comprobación del replanteo general de las obras por parte de la dirección facultativa. La comprobación del replanteo se formalizara mediante un acta que será firmada por la propiedad, la dirección Facultativa y el contratista.

3.3.4. Programa del trabajo

El contratista estará obligado a presentar un programa de trabajos que deberá proporcionar al cliente, pero dado el poco tiempo estimado para la ejecución, el programa de trabajos será como un cronograma indicando el orden de las operaciones de obra

3.3.5. Control de calidad

Tanto los materiales como la ejecución de los trabajos deberán ser de la calidad exigida en el contrato, cumplirán las instrucciones de la dirección facultativa y estarán sometidos a ensayos y pruebas que verifiquen el buen funcionamiento y la correcta instalación.

3.3.6. Medios auxiliares

El contratista está obligado, bajo su responsabilidad, a proveerse y disponer en obra de todas las maquinas, útiles y medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras, en las condiciones de calidad, capacidad, potencia y cantidad suficientes para cumplir todas las condiciones del Contrato para su correcta instalación.

3.3.7. Recepción y preparación de los materiales

Los materiales que hayan de constituir parte integrante de las unidades de obra definitiva, los que el contratista emplee en los medios auxiliares para su ejecución, así como los materiales de aquellas instalaciones y obras auxiliares que parcialmente hayan de formar parte de las obras, objeto del contrato. El contratista deberá presentar, para su aprobación, muestras, catálogos y certificados de homologación de los productos y materiales industriales y equipos identificados por marcas. Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o cuando a falta de prescripciones formales en los Pliegos se reconociera o demostrara que no fueran adecuados para su objeto, el contratista deberá reemplazarlos, a su costa por otros que cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto a que ese destinen.

Los materiales rechazados y los que habiendo sido inicialmente aceptados han sufrido deterioro posteriormente, deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del contratista.

3.3.8. Instalaciones térmicas

En el siguiente pliego de prescripciones técnicas vamos a especificar el tipo de maquinaria existente en la instalación responsable de la climatización y la que será necesaria instalar en caso que se quiera llevar a cabo la mejora planteada en el presente proyecto. Se especifican las características técnicas de las máquinas instaladas en el edificio, necesarias sus características, para una correcta ejecución de la reforma.

3.3.8.1. Equipos en la planta de enfriadoras

Estos equipos se encuentran en la azotea. La planta de enfriadoras consta de 3 enfriadoras bomba de calor y aire/agua y 1 recuperadora bomba de calor agua/agua.

3.3.8.2. Bomba de calor aire-agua reversible HIDROPACK 960V R410A serie IWE

Es un equipo reversible, compacto y silencioso perfectamente preparado para el suministro de agua fría o caliente para la climatización de locales y edificios.

Regulación y gestión completa con modulo electrónico con microprocesador.

3.3.8.2.1 Características técnicas del equipo.

- Fluido refrigerante/ Kg : R410A/58
- Nº circuitos frigoríficos : 2
- Regulación de potencia : 100-75-50-25-0
- Modo de arranque : en escalada

3.3.8.2.2 Funcionamiento en frío

- Potencia frigorífica bruta : 201.6 kW
- Potencia frigorífica neta : 200.9 kW
- EER neto (en 14511) ESEER NETO : 2.9 / 3.9

- Fluido: : Agua
- Temperatura de entrada/salida : 12.0 °C/ 7.0°C
- Caudal : 34.7 m3/h
- Perdidas de carga : 3.44 mCA
- Diámetro de conexión : PN10 – DN 80

- Temperatura de entrada del aire : 35.0 °C
- Velocidad de los ventiladores : 895 rpm
- Caudal del aire : 74,000 m3/h
- Numero de ventiladores : 4
- Potencia motor unitario : 2.00 kW

- Potencia absorbida bruta : 68.6 kW
- Potencia absorbida neta : 69.3 kW
- Tensión de alimentación : Trifásica de 400V 50Hz

- Intensidad para selección

- Cable de alimentación : 178.2 A
- Intensidad de arranque : 385.0 A

3.3.8.2.3. Funcionamiento en calor

- Potencia frigorífica bruta : 227.6 kW
- Potencia frigorífica neta : 228.3 kW
- COP neto (EN 14511) : 3.20

- Fluido: : Agua
- Temperatura de entrada/salida : 39.4 °C/ 45.0°C
- Caudal : 34.7 m3/h
- Perdidas de carga : 3.44 mCA
- Diámetro de conexión : PN10 – DN 80

- Temperatura de entrada del aire : 6.0 °C
- Velocidad de los ventiladores : 895 rpm
- Caudal del aire : 74,000 m3/h
- Numero de ventiladores : 4
- Potencia motor unitario : 2.00 KW

- Potencia absorbida bruta : 70.7 kW

- Potencia absorbida neta : 71.4 kW
- Tensión de alimentación : Trifásica de 400V 50Hz

Intensidad para selección

- Cable de alimentación : 178.2 A
- Intensidad de arranque : 385.0 A

La máquina tiene una longitud de 3,33 metros, 2,201 metros de ancho y una altura de 2,168 metros. Un peso en vacío (sin agua y sin gas) de 2,439 Kilogramos. El peso en servicio asciende a 2.500 kilogramos en total.

El nivel de presión sonora es de 54 dB, a 10 metros y a 1,5 metros del suelo, en campo libre. El nivel sonoro dependerá de las condiciones de la instalación.

3.3.8.3 Descripción técnica HIDROPACK 960v R410A serie IWE:

3.3.8.3.1 Material conforme a las directivas

- Máquinas (2006/42/CE)
- CEM (92/31/CE-93/68/CE) modificada 2004/108/CE
- Baja tensión (93/68/CE) modificada 2006/95CE
- PED 97/23/CE : Categoría II
- EN 60-204-EN 378-2

3.3.8.3.2 Partes principales de la enfriadora

-2 Circuitos frigoríficos

-4 compresores hermeticos scroll

- Bomba de aceite centrifuga, señal visible de aceite, motor incorporado enfriado por los gases aspirados, protección del motor con un termostato interno de bobinado.
- Montado sobre amortiguadores.
- Resistencia de cárter.

-1 Bateria exterior aire / refrigerante

- Batería de tubos de cobre, aletas de aluminio de alto rendimiento.
- Ventilador axial estándar alta velocidad con acoplamiento directo –Diámetro: 80mm.
- Motor estanco.
- Índice de protección : IP54 –Clase F.

-2 evaporadores de placas soldadas aislados

- Contenido total en agua 37.6l
- Placas de extemo y placas internas de acero inoxidable AISI 316.
- Perfil de las placas optimizadas para altas prestaciones.
- Aislamiento térmico.
- Filtro calidad superior de max 600 micras.
- Ensuciamiento: 0,00005 m² °C/W.

-Cuadro eléctrico

(acorde a la norma EN 60-204)

- Interruptor general de seguridad.
- Protección de los circuitos de potencia y de control.
- Contactor para compresores.
- Contactor motoventiladores.
- Toma de tierra general.

Relé control de fases:

- Control sentido de rotación de las fases.
- Detección ausencia una o varias fases.
- Control de sobretensión y subtensión.

-Modulo electrónico de control

Regulación electrónica MICROCHILLER2

Sistema de control compacto

Funciones principales:

- Control de la temperatura del agua en la entrada y la salida del evaporador.
- Gestión del desescarche por tiempo y/o temperatura y/o presión.
- Control de la velocidad del ventilador.
- Gestión completa de las alarmas.
- Temporización anti-corto-ciclo.
- Funcionamiento de todas las estaciones por control de presión.

-Display :

- Modo de funcionamiento Calor / Frío.
- Visualización de las consignas temperatura de agua.
- Modificación de los parámetros de funcionamiento (consignas, diferenciales, temporizaciones).
- Señalización del funcionamiento de la bomba de circulación.
- Señalización de alarma por códigos.

-Alimentación eléctrica estándar

- Trifásica 400V 50Hz + N+ Tierra.
- Tolerancia tensión +/- 10%.

-Componentes frigoríficos estándar

- Filtros deshidratadores.
- Válvula de expansión termostática.
- Calderines.
- Válvulas de 4 vías de inversión de ciclo.

-Máquinas de regulación y seguridad

- Presostato de seguridad alta y baja presión.
- Control de circulación de agua en el evaporador..
- Sonda antihielo evaporador.
- Sonda de regulación de agua fría.
- Sonda de regulación de agua caliente.

-Estructura de la máquina

- Chasis realizado en chapa recubierta de pintura de poliuretano gris claro RAL7035 y gris grafito RAL7024.
- Un diseño elaborado para una mejor integración visual.

Equipo diseñado y fabricado en fabrica certificada ISO 9001.

3.3.8.4 Grupo de producción de agua helada con condensación por agua Bomba de calor AGUA/AGUA DYNACIAT LG/LGP 300V R410A

Grupo compacto, diseño atractivo y silencioso- Compresores SCROLL- Intercambiador de placas soldadas. Regulación y gestión mediante módulo electrónico con microprocesador.

3.3.8.4.1 Características técnicas del equipo.

- Fluido refrigerante/ Kg : R410A/9.9
- N° circuitos frigoríficos : 1
- Regulación de potencia : 100-50-0 %
- Modo de arranque : en escalada

3.3.8.4.2 Funcionamiento en frío

- Potencia frigorífica bruta : 86.9 kW
- Potencia frigorífica neta : 86.6 kW
- EER neto (en 14511) ESEER NETO : 3.86 / 4.97

- Fluido: : Agua
- Temperatura de entrada/salida : 12.0 °C/ 7.0°C
- Caudal : 14.9 m³/h
- Perdidas de carga : 2.44 mCA
- Diametro de empalme : G 2”M

3.3.8.4.3 Funcionamiento en calor

- Potencia frigorífica bruta : 108.3 kW
- Potencia frigorífica neta : 109.0 kW
- COP neto (EN 14511) : 4.86

- Fluido: : Agua
- Temperatura de entrada/salida : 35.0 °C/ 40.0°C
- Caudal : 18.6 m³/h
- Perdidas de carga : 6.65 mCA
- Diámetro de conexión : G 2”M

- Potencia absorbida bruta : 21.4 kW
- Potencia absorbida neta : 22.4 kW

- Tensión de alimentación : Trifásica de 400V 50Hz
- Intensidad para selección
- cable de alimentación : 60.2 A
- Intensidad de arranque : 204.0 A

La máquina tiene una longitud de 1,492 metros, 0,883 metros de ancho y una altura de 1,201 metros. Un peso en vacío (sin agua y sin

gas) de 590 Kilogramos. El peso en servicio asciende a 617 kilogramos en total.

El nivel de presión sonora es de 42 dB, a 10 metros y a 1,5 metros del suelo, en campo libre. El nivel sonoro dependerá de las condiciones de la instalación.

3.3.8.4.2 Descripción técnica DYNACIAT LG/LGP 300V R410A:

3.3.8.4.2.1 Material conforme a las directivas

- Máquinas (2006/42/CE)
- CEM (92/31/CE-93/68/CE)
- Baja tensión (93/68/CE) modificada 2006/95/CE
- PED 97/23/CE
- PED 97/23/CE : Categoría II
- EN 60-204 EN 378-2

-1 circuito frigorífico

-2 compresores hermeticos scroll

- Bomba de aceite centrifuga, señal visible de aceite, motor incorporado enfriado por las gases aspirados, protección del motor con un termostato interno de bobinado.
- Montado sobre amortiguadores.
-

-Evaporador de placas soldadas aisladas (9,9I)

- Placas de extremo y placas internas de acero inoxidable AISI 316.
- Perfil de las placas optimizadas de altas prestaciones.
- Aislamiento térmico.
- Orificio filtro calidad superior de máximo 600 micras.
- Ensuciamiento: 0,00005 m²°C/W.

-1 condensador de placas soldadas (8I)

- Placas de extremo y placas internas de acero inoxidable AISI 316.
- Placas de extremo y placas internas de acero inoxidable AISI 316.
- Perfil de las placas optimizadas de altas prestaciones.
- Orificio filtro calidad superior de máximo 800 micras.
- Ensuciamiento: 0,00005 m²°C/W.

-Armario eléctrico (conforme a las normas NF C15100 y EN 60204)

- Interruptor general de seguridad.
- Transformador para el circuito de control.
- Numeración hilos cuadro eléctrico.
- Protección de los circuitos de potencia y de control.
- Contactores para compresores.
- Toma de tierra general.

-Módulo electrónico de control, regulación y señalización ciat connect 2 de fácil manejo y comunícate.

- Indicación de todas las informaciones sobre una pantalla LCD 4 líneas de 24 caracteres.
- Acceso directo al techo y al valor de cada parámetro.
- Regulación de la temperatura del agua (en el retorno o la salida del intercambiador)
- Compensación de la consigna en función de la temperatura exterior.
- Regulación de la presión de condensación.
- Doble punto de consigna conmutable a distancia.
- Variación del punto de consigna a distancia.
- Recuento y equilibrado de los tiempos de funcionamiento de los compresores.
- Gestión del número de arranques de los compresores.

-Componentes frigoríficos estándar.

- Filtros deshidratadores.
- Válvulas de expansión termostáticas.
- Visores Frigoríficos.

-Máquinas de regulación y seguridad.

- Presostato de seguridad alta y baja presión.
- Controlador de circulación de agua en el evaporador.
- Sonda antihielo evaporador.
- Sonda de regulación de agua caliente.
- Sonda de regulación de agua fría.
- Sonda de temperatura exterior.

-Estructura de la máquina

- Monobloque carrozado.
- Revestimiento de chapa galvanizada lacada RAL 7024 – RAL 7035.

- Amplios paneles de acceso desmontables que facilitan las operaciones de mantenimiento.
- Conexiones por la parte superior que facilitan la instalación y reducen la superficie necesaria.
- Montaje de antivibratorio específico que garantiza un nivel sonoro muy bajo.
- Diseño y fabricación en fábrica certificada ISO 9001.

3.3. Depósito de inercia.

Para dotar a la instalación de más litros y asegurar una temperatura media constante, para evitar los continuos arranques del compresor y ahorrar energía y desgaste de los materiales, lo que repercute además favorablemente en el apartado económico y energético. La capacidad del Depósito de Inercia será de 1500 litros, que por motivos de diseño de funcionamiento, seguridad, serán dos depósitos de 750 litros y se instalarán en la cubierta. La presión manométrica que soportan es de 6 bar. Tratamiento galvanizado en caliente, con un acabado externo de poliuretano rígido de 30mm de espesor (PUR 30).

3.4. Trabajos nocturnos

Como norma general, el contratista nunca considerará la posibilidad de realización de trabajos nocturnos, pero dada la situación, si se opta por la elevación de los depósitos con grúa y no por el montacargas del edificio, objeto del proyecto, deberá contemplar, dicha posibilidad a nivel de oferta de licitación, acompañándola de los estudios y autorizaciones necesarios que le permitan realizar estos trabajos que se someterán a la aprobación de la Dirección.

3.5. Fianza

El contratista presentara una fianza de entre el 5% y el 10% del precio total de la contrata. Mediante retención en las certificaciones de dicho porcentaje y por último, puede facilitar un aval bancario. La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30

días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la reforma. La propiedad podrá exigir la acreditación de la liquidación y finiquito, al contratista, de las deudas causadas por la ejecución de la reforma, como salarios, subcontrata, materiales, medios auxiliares, etc.

3.6. Materiales

Los materiales necesarios para la correcta instalación y ejecución de la reforma seguirán el criterio del presente pliego y características expuestas a continuación. Las tuberías de acero tendrán un recubrimiento de 0,6 mm para aislar el Armaflex de 40 cm de espesor. Los manquitos antivibratorios serán DN 2 ½ de 65mm. PN-10 Kg/cm² construido en neopreno reforzado con tela de nylon, presión máxima de rotura mayor a 60kg/cm². Temperatura de trabajo -30 a 110°C. Las válvulas de bola serán DN ½ PN-10Kg/cm², botellín DN 3" de tubería de acero negro. Los manómetros utilizados serán circulares con glicerina de diámetro 64mm. Escala graduada hasta 6Kg/cm². Se instalarán también válvulas de bola o esfera DN-1 ½", PN-10 Kg/cm², construida en cuerpo de GG-25 o equivalente. Bola de acero inoxidable AISI 316/A351 Gr. Todos los materiales anteriormente expuestos deberán cumplir los estándares de calidad marcado en el proyecto, haciendo responsable al contratista de controlar y verificar todos los elementos que se instalen.

3.7 Instalación de los depósitos

La instalación de los depósitos dependerá de la empresa adjudicataria de la reforma, o a la empresa de mantenimiento que en ese momento tenga la responsabilidad sobre la mejora continua de la instalación. Lo importante en la adquisición de los depósitos de inercia es su capacidad, por lo que el adjudicatario podrá elegir que tipo de

deposito quiere instalar. El calculo de este proyecto se ha hecho sobre un deposito de características estándar para las necesidades requeridas.

Los materiales y accesorio deberán cumplir los requisitos de control de calidad exigidos en este pliego. La empresa contratista será la responsable del control de los estándares de calidad, ofreciendo al cliente lo que mejor se adecue a sus necesidades.

La empresa contratista es responsable de la correcta instalación de los depósitos, por lo que su personal deberá tener los conocimientos adecuado para desempeñar los trabajos por los cuales ha sido contratada. Podrá subcontratar las tareas de las que no disponga medios, siempre y cuando sea informado y de el visto bueno el promotor y el cliente. A continuación de indican los pasos a seguir en la instalación básica de los depósitos de inercia. El proyectista no se responsabiliza de error en la instalación o fallo, ya que es responsabilidad del jefe de obra comprobar la instalación antes de su puesta en marcha. La ejecución de la obra tendrá que hacerse completa, incluyendo todos los accesorios necesarios para un correcto funcionamiento de toda la instalación.

- Los depósitos de inercia se situaran en la azotea, bien con una grúa o se subirán por el montacarga del edificio.
- Se situaran sobre unas placas de goma para no dañar la cubierta y así distribuir el peso uniformemente por la cubierta.
- Se harán las conexiones hidráulicas mediante soldadura en las líneas frigoríficas de la instalación. Todas las conexiones se recubrirán de material aislante de 40 cm de espesor con aluminio de 0,06 mm para un correcto aislamiento.
- Entre el deposito de inercia y las tuberías de acero se instalarán manguitos antivibratorios, especificados en el apartado de

materiales, para evitar la transmisión de esfuerzos entre la instalación.

- En los depósitos de inercia deberán instalarse purgadores de aire para evacuar las burbujas que se forman, en las labores de mantenimiento. Las conexiones son de 3"
- Deberán instalarse llaves de esfera o de bola de 1 ½" para las labores de mantenimiento de la instalación. También poder cerrar y abrir la instalación en caso de avería de los depósitos.
- Los depósitos, una vez instalados y comprobado que no hay fugas, se procederá a su llenado y a se realizaran las correspondientes pruebas de presión.

3.8. Pruebas

Todas las redes de circulación del fluido caloportador, agua, deben ser probadas hidrostáticamente ya que las habremos modificado tras la ejecución de obra, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por el material aislante. Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, debe efectuarse una prueba final de estanqueidad de todos los equipos y conducciones a una presión que en frío sea equivalente a vez y media la de trabajo, como un mínimo de 6 bar, de acuerdo con la norma UNE 100.151.1998. Posteriormente se harán pruebas de circulación de agua y finalmente se realizara la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a temperatura de régimen. Para finalizar se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

CAPÍTULO 4

ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

4.1. Introducción.

A continuación se exponen los precios descompuestos por unidad de obra para la instalación de los depósitos de inercia en la cubierta del edificio.

4.2 Partidas

4.2.1 Partida 1.

Partida	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
1	Unidad de conjunto de deposito de inercia para instalaciones de climatización, solo frio y/o bomba de calor, con limitado contenido de agua, para asegurar una temperatura media constante y reducir los arranques de los compresores de la instalación. Capacidad de 750 litros. Presión estándar de trabajo 6 bar. Temperatura estándar de acumulación: 7 a 12 en frio. 50 a 50 en calor. Tratamiento galvanizado en caliente según proyecto UNI. Acabado externo de poliuretano reticulado de 19mm de espesor, acabado en Skai. Recepción del material en la puerta, subida hasta la azotea por el montacargas del edificio. Colocación en punto estudiado. Recubrimiento del deposito de inercia con chapa metálica de 0,6mm para protegerlo del sol.			
UD	DEPOSITO DE INERCIA	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
M2	RECUBRIR DEPOSITO CON CHAPA DE ACERO 0,6mm	1,00	980,78 €	980,78 €
UD	ACCESORIO DE MONTAJE Y PEQUEÑO MATERIAL	1,00	7,80 €	7,80 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 1º CLIMA	0,30	27,00 €	8,10 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	0,30	21,50 €	6,45 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	0,30	21,50 €	6,45 €
%	MEDIOS AUXILIARES	0,03	3.509,58 €	105,29 €
%	COSTES INDIRECTOS	0,02	3.614,87 €	72,30 €
	Clase: Mano de Obra			21,00 €
	Clase: Material			3.480,78 €
	Clase: Medio auxiliar			177,58 €
	Resto de obra			7,80 €
	Coste Total			3.687,16 €

4.2.2 Partida 2.

Partida	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
2	Unidad de conjunto de situar depósitos de inercia sobre placas metálicas con goma para no dañar la cubierta y distribuir el peso uniformemente no cargando puntualmente la estructura. Anclar al suelo con tornillos fijadores especiales de 2cm. Pasta selladora de tornillos.			
UD	PLACAS DE METAL	1,00	1,20 €	1,20 €
UD	TORNILLOS FIJADORES	1,00	0,45 €	0,45 €
L	PASTA SELLADORA	0,09	7,34 €	0,66 €
M2	GOMA ANTIVIBRATORIA	0,50	3,21 €	1,61 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 1º CLIMA	0,10	27,00 €	2,70 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	0,10	21,50 €	2,15 €
%	MEDIOS AUXILIARES	0,03	8,77 €	0,26 €
%	COSTES INDIRECTOS	0,02	9,03 €	0,18 €
	Clase: Mano de Obra			4,85 €
	Clase: Material			3,92 €
	Clase: Medio auxiliar			0,44 €
	Resto de obra			-
	Coste Total			9,21 €

4.2.3. Partida 3.

Partida	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
3	Unidad de conjunto de conexión hidráulica mediante soldadura a la tubería de acero, en las líneas frigoríficas de la instalación. Recubrimiento de aluminio de 0,06mm para aislar el aislante. Recubrimiento de armaFlex sobre la tubería para aislarla térmicamente 40 cm de espesor.			
UD	TUBERIA DE ACERO NEGRO ELECTRO SOLDADA DN 1/2"	8,00	1,30 €	10,40 €
M2	ARMAFLEX	8,00	0,45 €	3,60 €
M2	ALUMINIO PARA RECUBRIR 0,6mm	8,00	8,70 €	69,60 €
UD	ACCESORIO DE MONTAJE Y PEQUEÑO MATERIAL	1,00	7,80 €	7,80 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 1º CLIMA	2,50	27,00 €	67,50 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	2,50	21,50 €	53,75 €
%	MEDIOS AUXILIARES	0,03	212,65 €	6,38 €
%	COSTES INDIRECTOS	0,02	219,03 €	4,38 €
	Clase: Mano de Obra			121,25 €
	Clase: Material			83,60 €
	Clase: Medio auxiliar			10,76 €
	Resto de obra			67,50 €
	Coste Total			215,61 €

4.2.4 Partida 4.

Partida	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
4	Unidad de conjunto manguito antivibratorio de DN 2 1/2" (65MM), PN-10 KG/cm2, construido en neopreno reforzado con tela de nylon, presión máxima de rotura mayo 60kg/cm". Temperatura de trabajo -30°C a 110°C, tolerancia de desviación de tuberías mayor de 3 mm, en compresión momento de instalación mayor de 5 mm. Accesorios de montaje y pequeño material para la correcta instalación.			
UD	MANGUITO ANTIVIBRATORIO DN 2 1/2"	1,00	34,65 €	34,65 €
UD	ACCESORIO DE MONTAJE Y PEQUEÑO MATERIAL	1,00	5,67 €	5,67 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 1º CLIMA	0,30	27,00 €	8,10 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	0,30	21,50 €	6,45 €
%	MEDIOS AUXILIARES	0,03	54,87 €	1,65 €
%	COSTES INDIRECTOS	0,02	56,52 €	1,13 €
		Clase: Mano de Obra	14,55 €	
		Clase: Material	34,65 €	
		Clase: Medio auxiliar	2,78 €	
		Resto de obra	5,67 €	
		Coste Total	57,65 €	

4.2.5 Partida 5.

Partida	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
5	Unidad de conjunto de formación de purgas de aire y desagüe, mediante tubería de acero negro DN 1/2", válvula de bola DN 1/2" PN- 10 KG/cm2, botellín DN 3" de tubería de acero negro, conducido hasta desagüe cercano. Accesorios de montaje y pequeño material para la correcta instalación.			
UD	TUBERIA DE ACERO NEGRO ELECTRO SOLDADA DN 1/2"	1,00	1,45 €	1,45 €
UD	VALVULA DE BOLA DN 1/2"	1,00	14,43 €	14,43 €
UD	ACCESORIO DE MONTAJE Y PEQUEÑO MATERIAL	0,50	15,88 €	7,94 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 1º CLIMA	0,20	27,00 €	5,40 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	0,20	21,50 €	4,30 €
%	MEDIOS AUXILIARES	0,03	33,52 €	1,01 €
%	COSTES INDIRECTOS	0,02	34,53 €	0,69 €
		Clase: Mano de Obra	9,70 €	
		Clase: Material	15,88 €	
		Clase: Medio auxiliar	1,70 €	
		Resto de obra	7,94 €	
		Coste Total	35,22 €	

4.2.6 Partida 6.

Partida	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
6	Unidad de conjunto de manómetro circular con glicerina de diámetro 64mm. Con escala graduada 0-6 Kg/cm ² , salida horizontal para instalar en deposito de inercia. Accesorios de montaje y pequeño material para la correcta instalación.			
UD	MANOMETRO DE GLICERINA D-63 mm 0-6 Kg/m ²	1,00	6,45 €	6,45 €
UD	ACCESORIO DE MONTAJE Y PEQUEÑO MATERIAL	0,05	2,10 €	0,11 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 1º CLIMA	0,10	27,00 €	2,70 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	0,10	21,50 €	2,15 €
%	MEDIOS AUXILIARES	0,03	11,41 €	0,34 €
%	COSTES INDIRECTOS	0,02	11,75 €	0,23 €
	Clase: Mano de Obra			4,85 €
	Clase: Material			6,45 €
	Clase: Medio auxiliar			0,58 €
	Resto de obra			0,11 €
	Coste Total			11,98 €

4.2.7 Partida 7.

Partida	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
7	Unidad de conjunto de válvula de esfera o de bola DN-1 1/2", PN-10 KG/cm2, construida en cuerpo GG-25; Bola de acero inoxidable AISI 316/A351 Gr CF(M asiento PTFE mando por palanca. Conexión roscada. Montadas para cerrar o abrir el paso de agua a través del deposito de inercia , o para tareas de mantenimiento del mismo. En caso de rotura o fuga de agua poder cortar el circuito.			
UD	VALVULA DE ESFERA BOLA DN1-1 1/2"	1,00	13,32 €	13,32 €
UD	ACCESORIO DE MONTAJE Y PEQUEÑO MATERIAL	0,50	13,32 €	6,66 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 1º CLIMA	0,25	27,00 €	6,75 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	0,25	21,50 €	5,38 €
%	MEDIOS AUXILIARES	0,03	32,11 €	0,96 €
%	COSTES INDIRECTOS	0,02	33,07 €	0,66 €
	Clase: Mano de Obra			12,13 €
	Clase: Material			13,32 €
	Clase: Medio auxiliar			1,62 €
	Resto de obra			6,66 €
	Coste Total			33,73 €

4.2.8 Partida 8.

Partida	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
8	Unidad de conjunto de válvula de esfera o de bola DN-1 1/2", PN-10 KG/cm2, construida en cuerpo GG-25; Bola de acero inoxidable AISI 316/A351 Gr CF(M asiento PTFE mando por palanca. Conexión roscada. Montada para vaciar el deposito por el desagüe.			
UD	VALVULA DE ESFERA BOLA DN1-1 1/2"	1,00	13,32 €	13,32 €
UD	ACCESORIO DE MONTAJE Y PEQUEÑO MATERIAL	0,50	2,23 €	1,12 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 1º CLIMA	0,15	27,00 €	4,05 €
H	MANO DE OBRA OFICIAL 2º CLIMA	0,15	21,50 €	3,23 €
%	MEDIOS AUXILIARES	0,03	21,71 €	0,65 €
%	COSTES INDIRECTOS	0,02	22,36 €	0,45 €
	Clase: Mano de Obra			7,28 €
	Clase: Material			13,32 €
	Clase: Medio auxiliar			1,10 €
	Resto de obra			1,12 €
	Coste Total			22,81 €

4.3 Medición

Partida	Unidad	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
1	UD	DEPOSITO DE INERCIA	2	3.687,16 €	7.374,33 €
2	UD	EMPLAZAMIENTO DEPOSITO	32	9,21 €	294,69 €
3	UD	CONEXIONES HIDRAULICAS	4	215,61 €	862,44 €
4	UD	ANTIVIBRATORIOS	3	57,65 €	172,94 €
5	UD	DESAGÜES	2	35,22 €	70,43 €
6	UD	MANÓMETROS	2	11,98 €	23,96 €
7	UD	VÁLVULAS DE CORTE	4	33,73 €	134,92 €
8	UD	VÁLVULAS DESAGÜE	2	22,81 €	45,62 €
TOTAL					8.979,33 €

4.4 Resumen del presupuesto

DEPOSITO DE INERCIA	7.374,33 €
EMPLAZAMIENTO DEPOSITO	294,69 €
CONEXIONES HIDRAULICAS	862,44 €
ANTIVIBRATORIOS	172,94 €
DESAGÜES	70,94 €
MANOMETROS	23,96 €
VALVULAS DE CORTE	134,92 €
VALVULAS DESAGÜE	45,62 €

PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL (P.E.M)	8.979,33 €
13% GASTOS GENERALES	1.167,38 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	538,79 €
PRESUPUESTO EJECUCION OBRA	10.686,01 €
21% IVA	2.244,06 €
PRESUPUESTO CONTRATACION (PC)	12.930,07 €

CAPÍTULO 5

PLANOS

5.1. Introducción

A continuación mostramos los planos de planta de los diferentes niveles del edificio. En ellos podemos apreciar las conducciones de aire acondicionado correspondientes a cada sala de oficinas, al igual que los despachos con las líneas de "fancoils".



Jenaro Vera Carbonell


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Escala

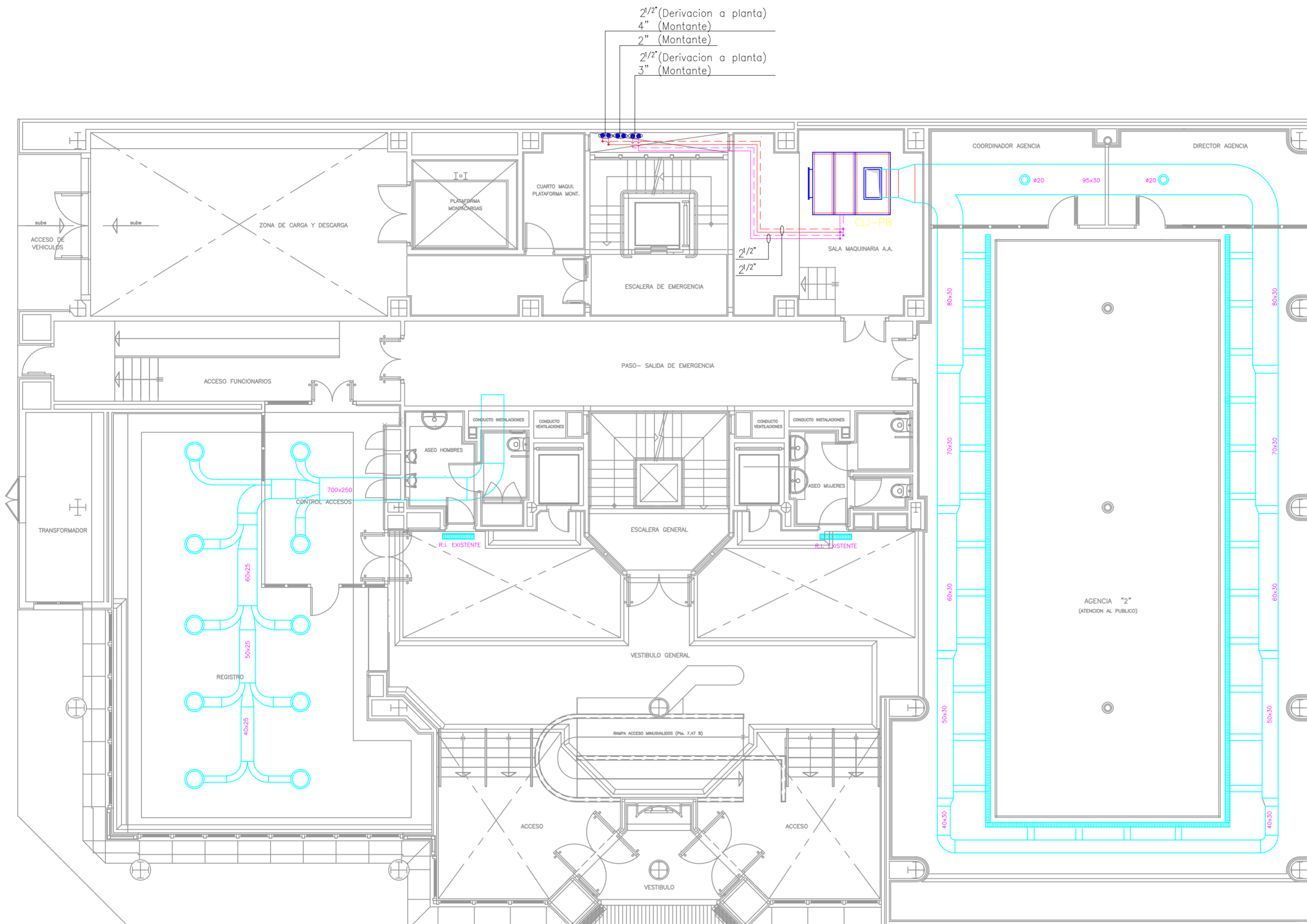
Denominación el Plano

Septiembre 2017

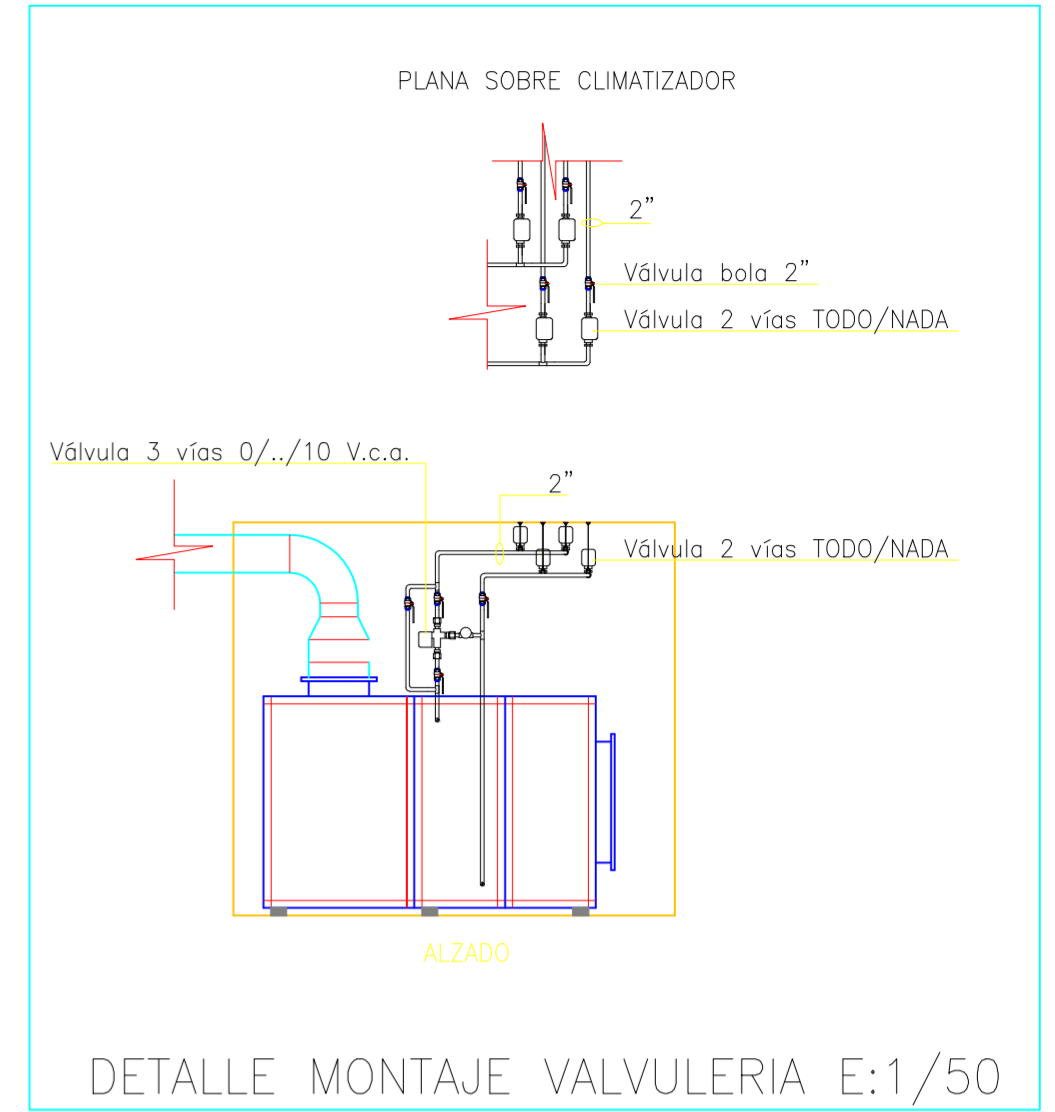
1:10

Situación

Plano 1



2 1/2" (Derivacion a planta)
 4" (Montante)
 2" (Montante)
 2 1/2" (Derivacion a planta)
 3" (Montante)



MAQUINARIA

MARCA	DENOMINACION	UDS	OBSERVACIONES
CL-PBD	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-13-B, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRIO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble aido con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "CL-1188-A-99" año 99	1	Pfs: --- kW; Pft: --- kW; Pci: --- kW. Caudal de aire: 12.000 m ³ /h; Pd.: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 3,00 kW Incorpora variador de frecuencia

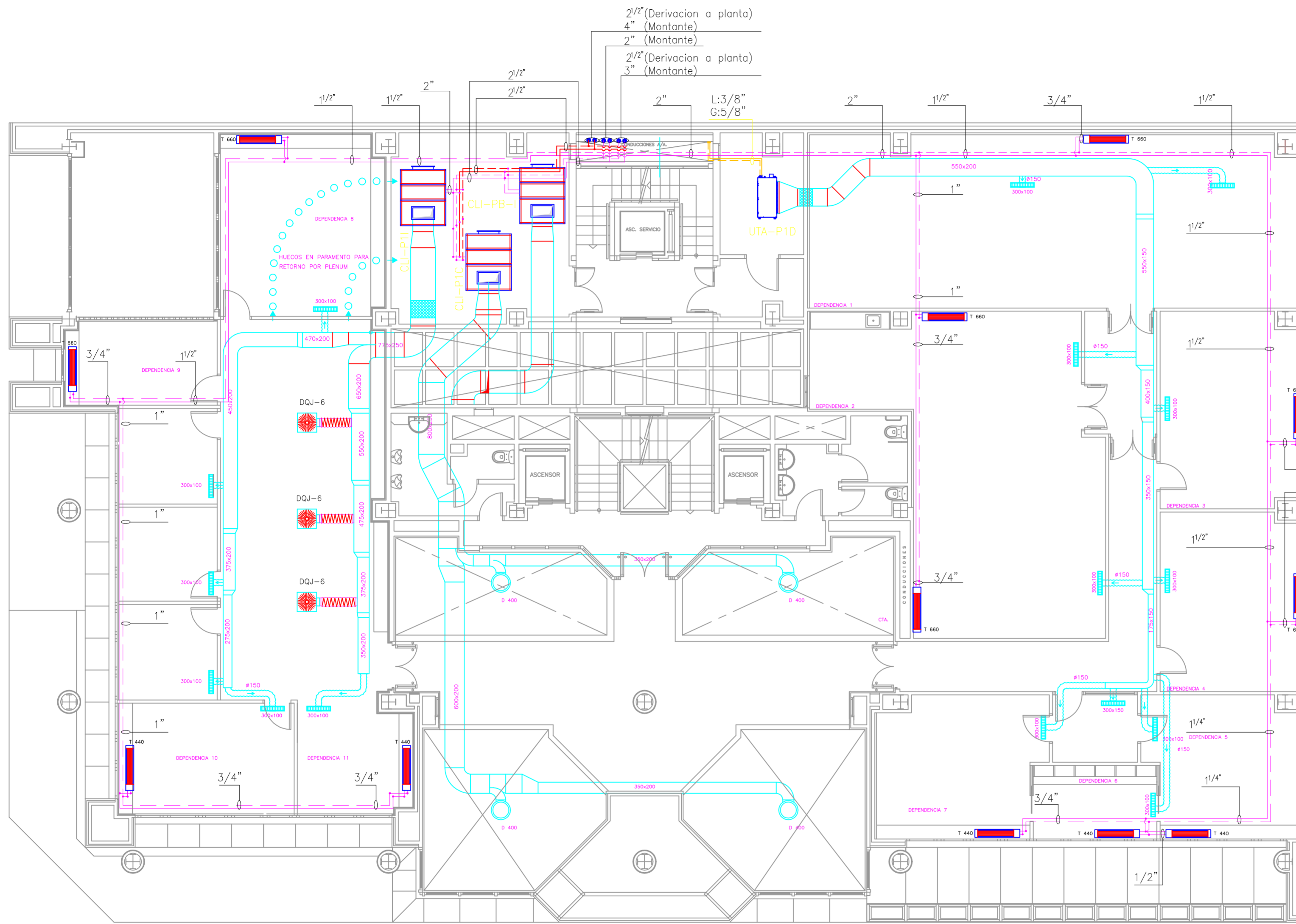
NOTA:

- Red hidráulica con tubería de acero negro electrosoldadocobre soldada UNE-19040-19041-19042-19043-19044-19045 (diámetro 2440), calorifugada con coquilla de poliuretano expandido de célula cerrada tipo "ARMAFLEX" de 30 mm. de espesor, por interior de edificio y de 35 por exterior del edificio"espesores dimensionados según tablas 1.2.4.2.1.2 y 1.2.4.2.2., del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios RI-TE 1027/2007.
- Recubrimiento del aislamiento de la tubería con planchas de aluminio de 0,6 mm., en tramo visto de sala de máquinas y tramos exteriores por cubiertas.
- Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación conectados a central detección de incendios
- Unides de tratamiento de aire y cajas de ventilación dotados de seccionador de corte a pie de maquina.
- Centrales de producción termofrigorífica aire aire Pfi: aire 24-14°C y aire exterior de condensación 32°C.

LEYENDA

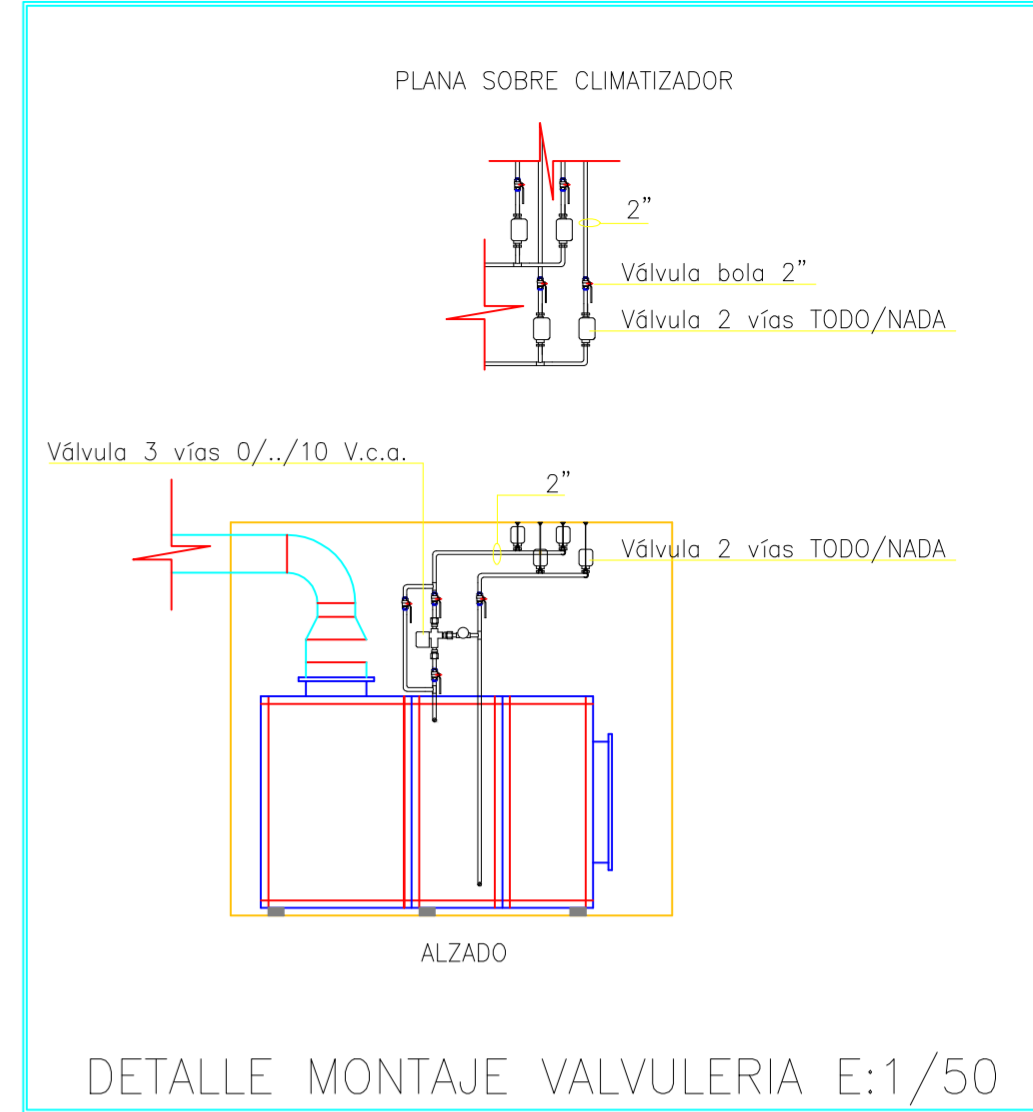
	Difusor circular con conducto
	Rejilla difusora todo o nada
	Tubería de retorno, red hidráulica
	Tubería de impulsión, red hidráulica

Jenaro Vera Carbonell		
Escala 1:150	Denominación el Plano Planta Baja Aire Acondicionado	Septiembre 2017 Plano 2



2 1/2" (Derivacion a planta)
 4" (Montante)
 2" (Montante)
 2 1/2" (Derivacion a planta)
 3" (Montante)

L: 3/8"
 G: 5/8"



MAQUINARIA

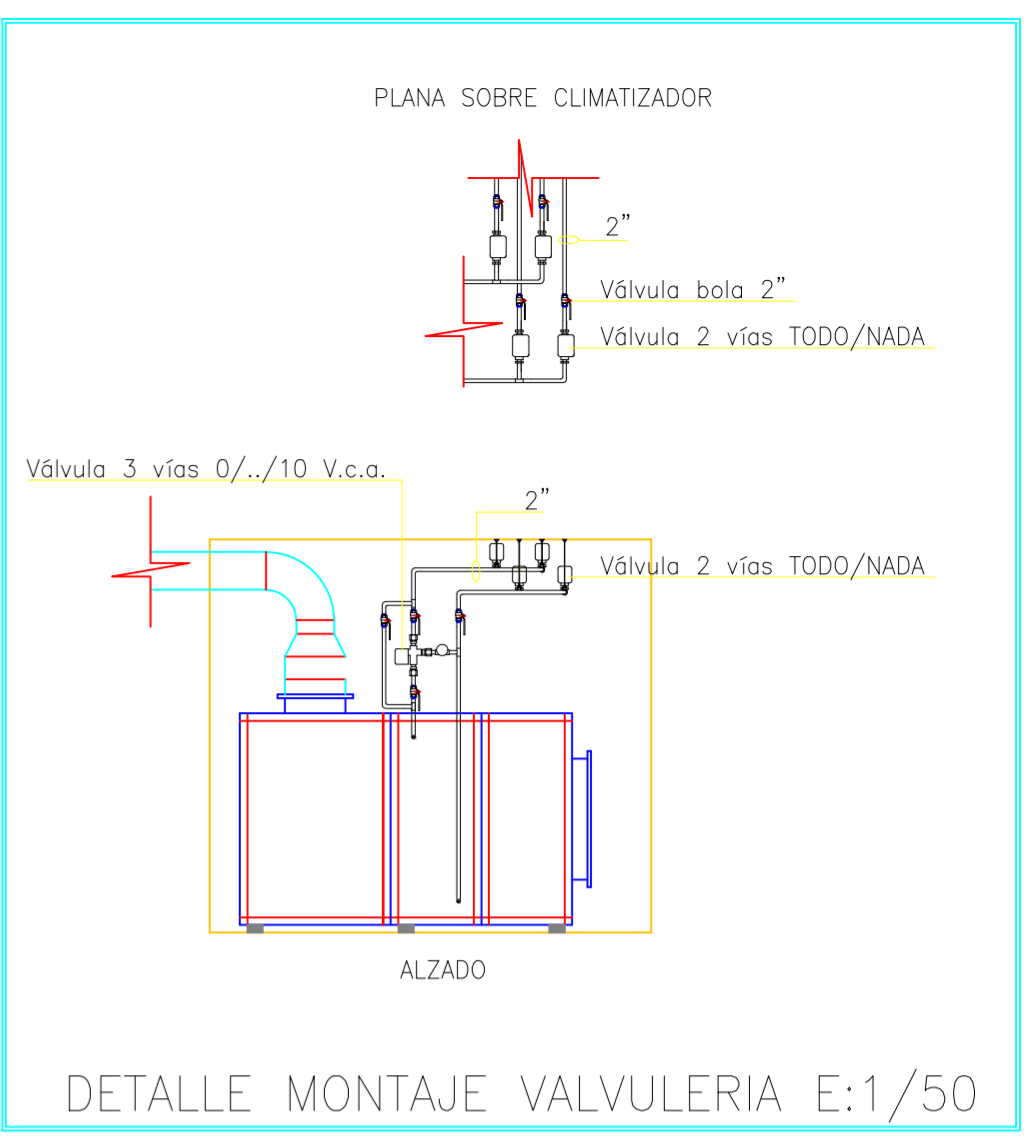
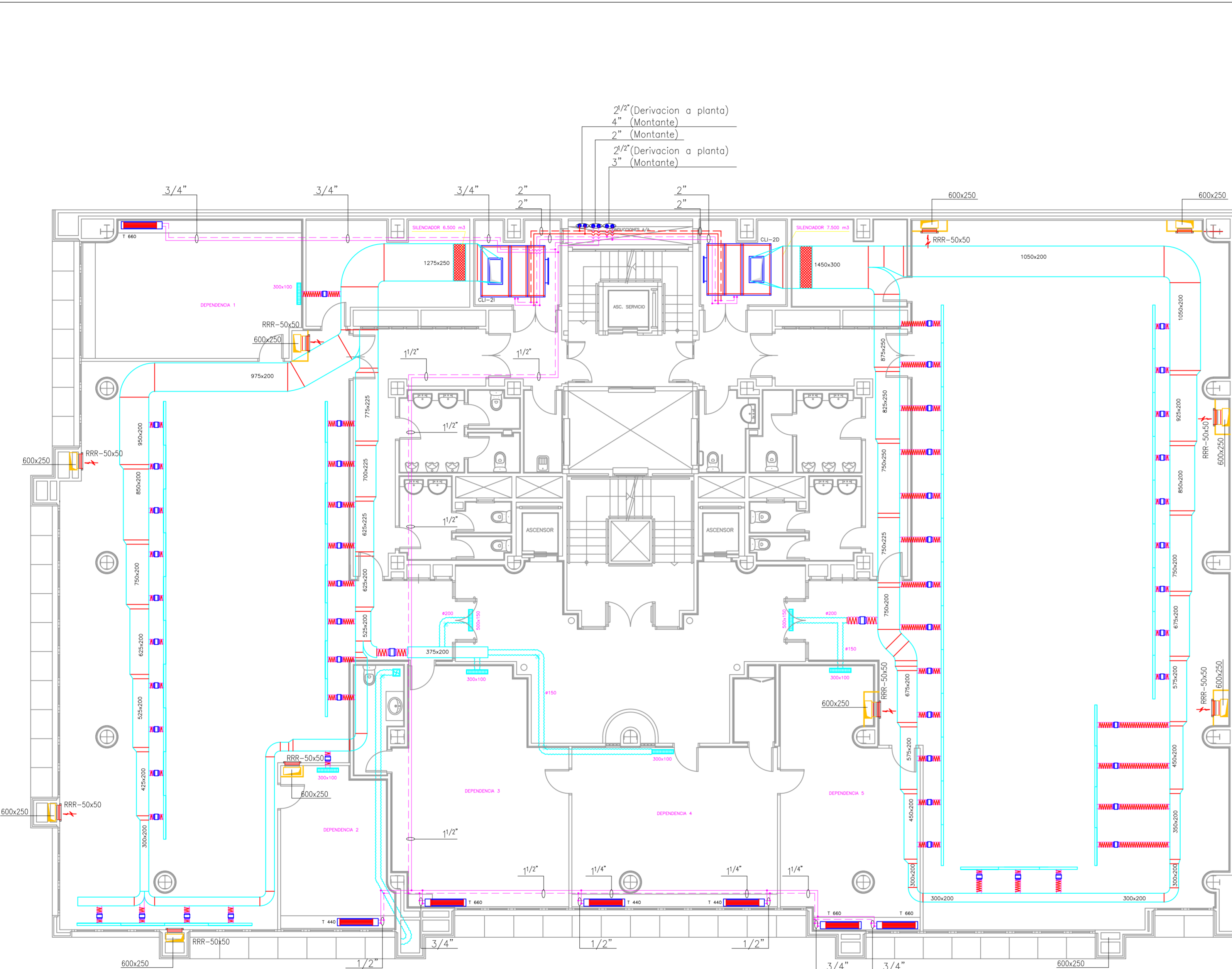
MARCA	DENOMINACION	UDS	OBSERVACIONES
CLI-P11	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-5-B, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRÍO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble aido con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "CL-0065-A-03" año 2003	1	Pfs: --- kW; Pft: --- kW; Pci: --- kW. Caudal de aire: 4.000 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 1,12 kW Incorpora variador de frecuencia
CLI-P1C	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-4-B, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRÍO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble aido con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "CL-0526-TR12" año 2012	1	Pfs: --- kW; Pft: --- kW; Pci: --- kW. Caudal de aire: 4.000 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 1,50 kW Incorpora variador de frecuencia
CLI-P1B	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-8-BE, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRÍO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble aido con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "CL-0525-TR12" año 2012	1	Pfs: --- kW; Pft: --- kW; Pci: --- kW. Caudal de aire: 6.000 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 2,2 kW Incorpora variador de frecuencia

NOTA:
 - Red hidráulica con tubería de acero negro electrosoldadocobre soldada UNE-19040-19041-19042-19043-19044-19045 (din 2440), calorifugada con coquilla de poliuretano expandido de celda cerrada tipo "ARMAFLEX" de 30 mm. de espesor, por interior de edificio y de 35 por exterior del edificio/espesores dimensionados según tablas 1.2.4.2.1.2 y 1.2.4.2.2., del Reglamentos de Instalaciones Térmicas en los edificios RI-TE 1027/2007.
 - Recubrimiento del aislamiento de la tubería con planchas de aluminio de 0,6 mm., en tramo visto de sala de máquinas y tramos exteriores por cubiertas.
 - Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación conectadas a central detección de incendios
 - Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación dotados de seccionador de corte a pie de máquina.
 - Centrales de producción termofrigorífica aire aire Pft: aire 24-14°C y aire exterior de condensación 32°C.

LEYENDA

	Difusores circulares con conducto
	Rejilla difusora todo o nada
	Tubería de retorno, red hidráulica
	Tubería de impulsión, red hidráulica
	Fancoil

Jenaro Vera Carbonell		
Escala 1:150	Denominación el Plano Planta 1 Aire Acondicionado	Septiembre 2017 Plano 3



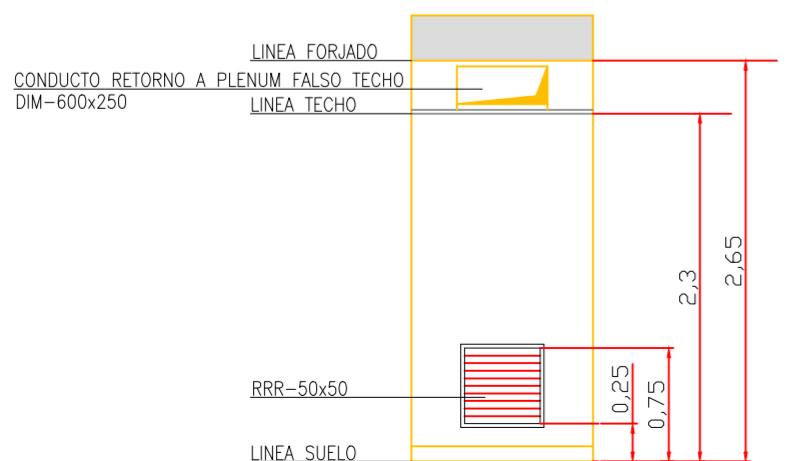
MAQUINARIA

MARCA	DENOMINACION	UBS	OBSERVACIONES
CLU-21	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-8-BE, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRIO-CALDR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble eido con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "CL-0067A03" año 03	1	Pf: --- kW; Pft: --- kW; Pc: --- kW. Caudal de aire: 6.500 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia electrica motor: 2,25 kW Incorpora variador de frecuencia
CLU-2D	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-11-BE, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRIO-CALDR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble eido con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "CL-0066A03" año 03	1	Pf: --- kW; Pft: --- kW; Pc: --- kW. Caudal de aire: 9.000 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia electrica motor: 2,25 kW Incorpora variador de frecuencia

NOTA:

- Red hidráulica con tubería de acero negro electrosoldadocobre soldada UNE-19040-19041-19042-19043-19044-19045 (din 2440), catrifugada con coquilla de poliuretano expandido de célula cerrada tipo "ARMAFLEX" de 30 mm. de espesor, por interior de edificio y de 35 por exterior del edificio/espesores dimensionados según tablas 1.2.4.2.1.2 y 1.2.4.2.2., del Reglamentos de Instalaciones Térmicas en los edificios RI-TE 1027/2007.
- Recubrimiento del aislamiento de la tubería con planchas de aluminio de 0,6 mm., en tramo visto de sala de maquinas y tramos exteriores por cubiertas.
- Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación conectadas a central detección de incendios
- Unides de tratamiento de aire y cajas de ventilación dotados de seccionador de corte a pie de maquina.
- Centrales de producción termofrigorífica aire aire Pf: aire 24-14°C y aire exterior de condensacion 32°C.

DETALLE RETORNO E:1/50



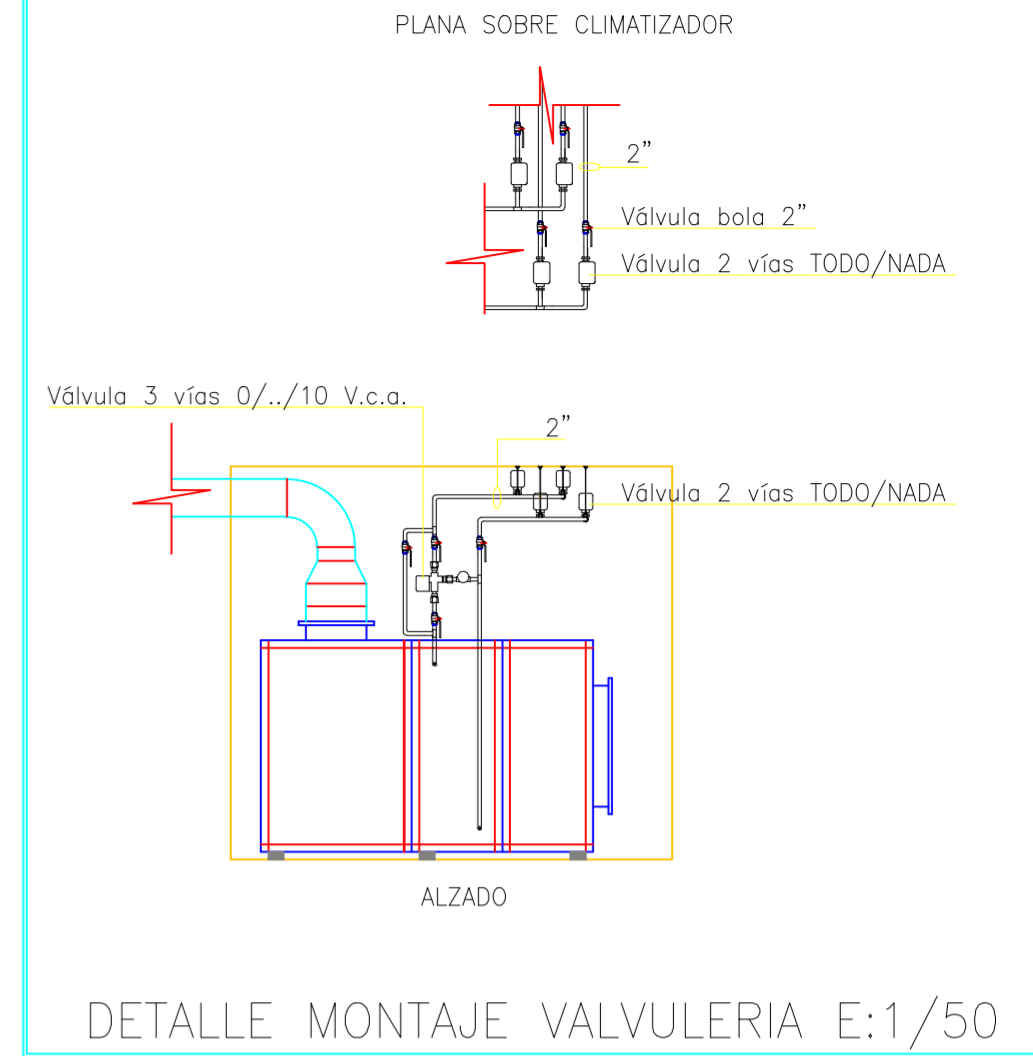
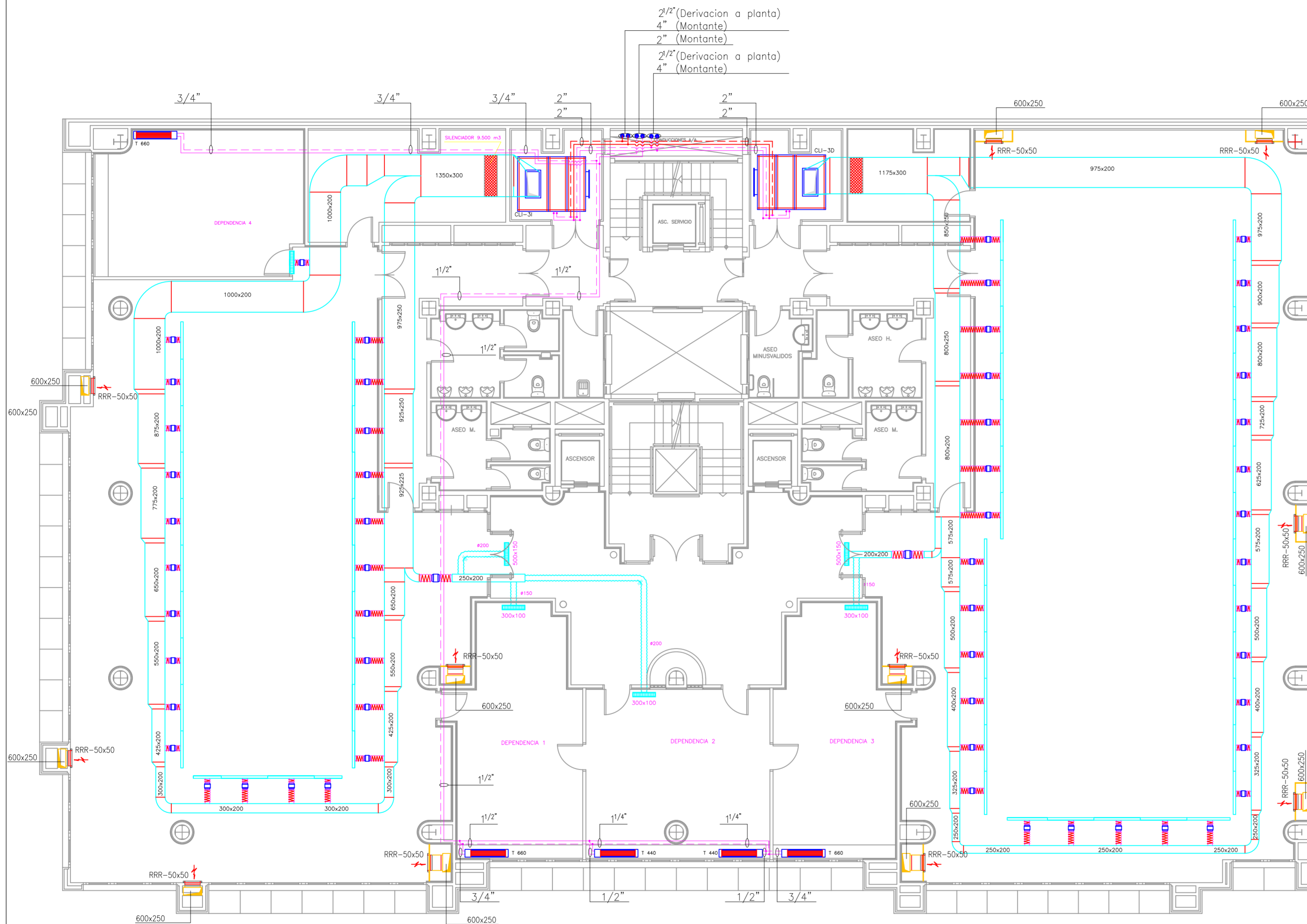
LEYENDA

	Difusores circulares con conducto
	Rejilla difusora todo o nada
	Tubería de retorno, red hidráulica
	Tubería de impulsión, red hidráulica
	Fancoil
	Compuerta toda/nada

Jenaro Vera Carbonell



Escala	Denominación el Plano	Septiembre 2017
1:150	Planta 2 Aire Acondicionado	Plano 4



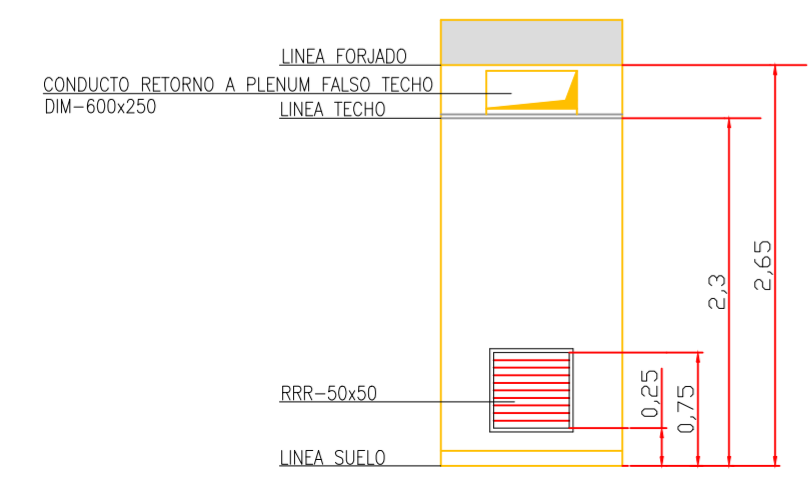
MAQUINARIA

MARCA	DENOMINACION	UDS	OBSERVACIONES
CU-31	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-11-BE, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRIO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble oído con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "CLO069-A-03" año 03	1	Pfs: --- kW; Pfl: --- kW; Pci: --- kW. Caudal de aire: 9.500 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 3,00 kW. Incorpora variador de frecuencia
CU-30	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-8-BE, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRIO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble oído con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "C-0068-A03L" año 03	1	Pfs: --- kW; Pfl: --- kW; Pci: --- kW. Caudal de aire: 7.500 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 2,25 kW. Incorpora variador de frecuencia

NOTA:

- Red hidráulica con tubería de acero negro electrosoldadocobre soldada UNE-19040-19041-19042-19043-19044-19045 (din 2440), calorifugada con caquilla de poliuretano expandido de celda cerrada tipo "ARMAFLEX" de 30 mm. de espesor, por interior de edificio y de 35 por exterior del edificio*espesores dimensionados según tablas 1.2.4.2.1.2 y 1.2.4.2.2., del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios RI-TE 1027/2007.
- Recubrimiento del aislamiento de la tubería con planchas de aluminio de 0,6 mm., en tramo visto de sala de máquinas y tramos exteriores por cubiertas.
- Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación conectadas a central detección de incendios
- Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación dotados de seccionador de corte a pie de máquina.
- Centrales de producción termofrigrífica aire aire Pt: aire 24-14°C y aire exterior de condensación 32°C.

DETALLE RETORNO E:1/50



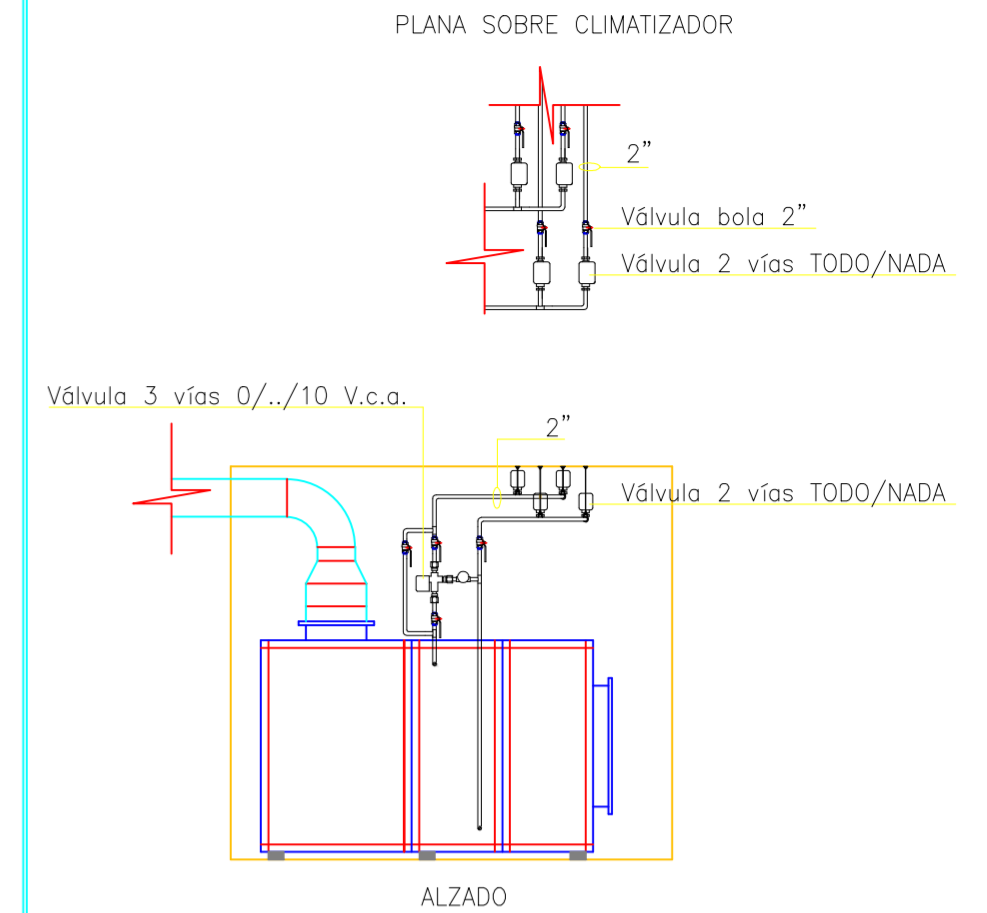
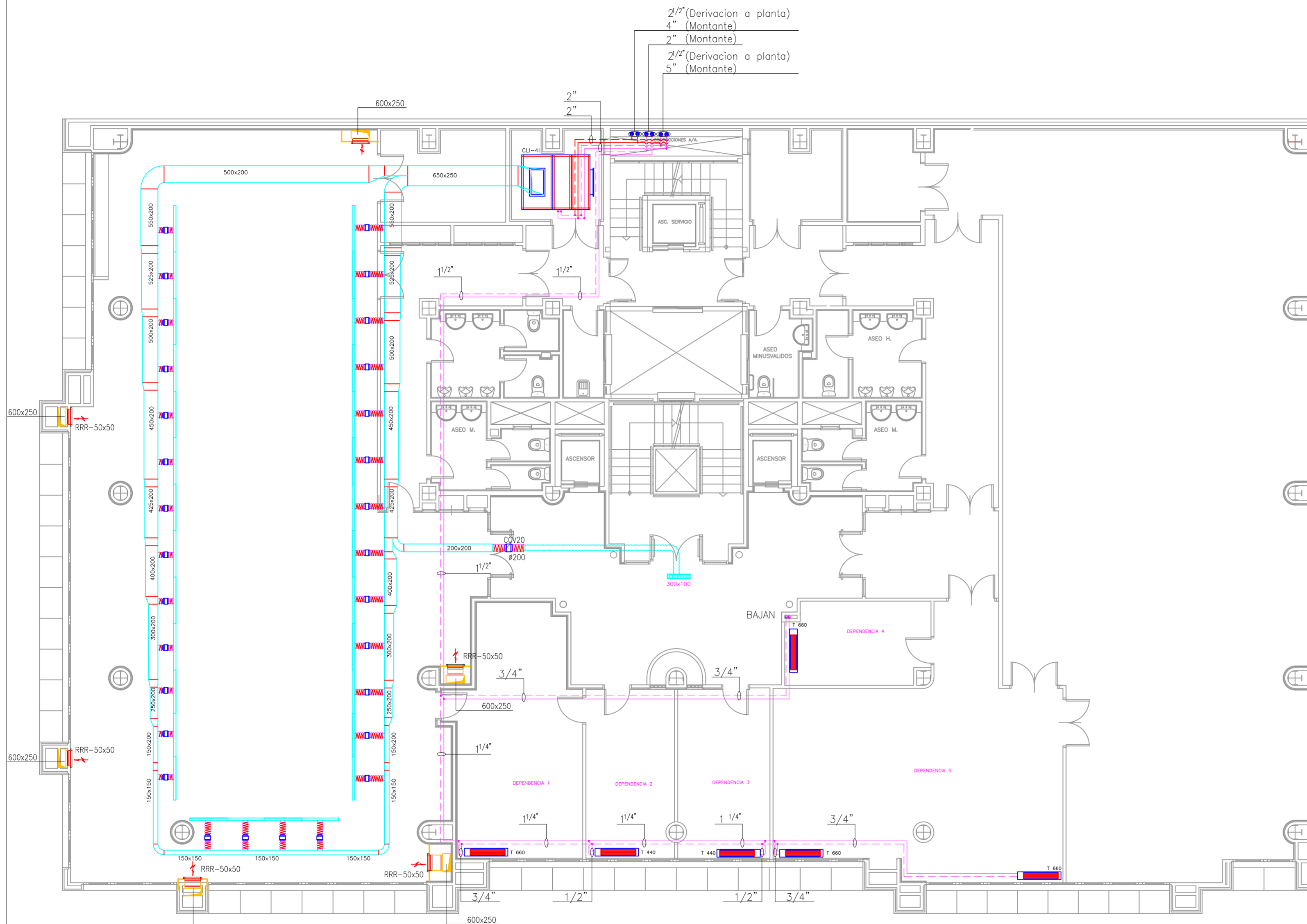
LEYENDA

	Difusores circulares con conducto
	Rejilla difusora todo o nada
	Tubería de retorno, red hidráulica
	Tubería de impulsión, red hidráulica
	Fancoil
	Compuerta toda/nada

Jenaro Vera Carbonell



Escala	Denominación el Plano	Septiembre 2017
1:150	Planta 3 Aire Acondicionado	Plano 5



DETALLE MONTAJE VALVULERIA E:1/50

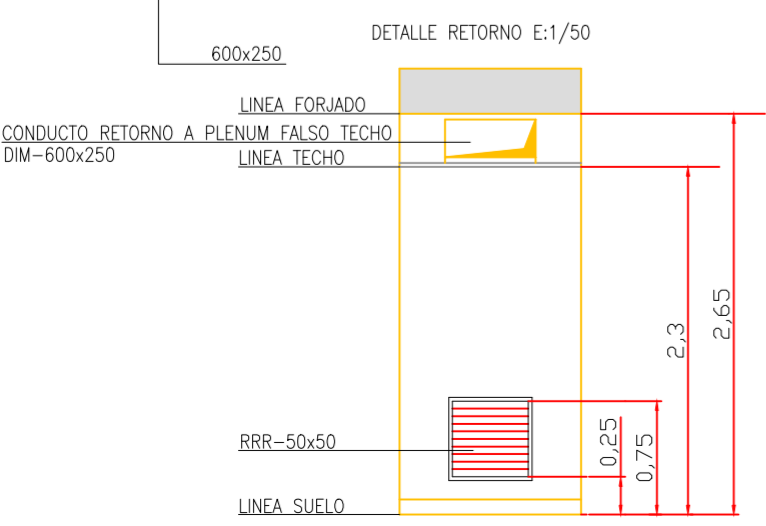
MAQUINARIA

MARCA	DENOMINACION	UDS	OBSERVACIONES
CLJ-41	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-7-BE, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRIO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble oído con transmisión por polea-carrea- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "91/655/CL" año 91	1	Pfc: --- kW; PFI: --- kW; Pci: --- kW. Caudal de aire: 6.250 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 2,25 kW Incorpora variador de frecuencia

NOTA:

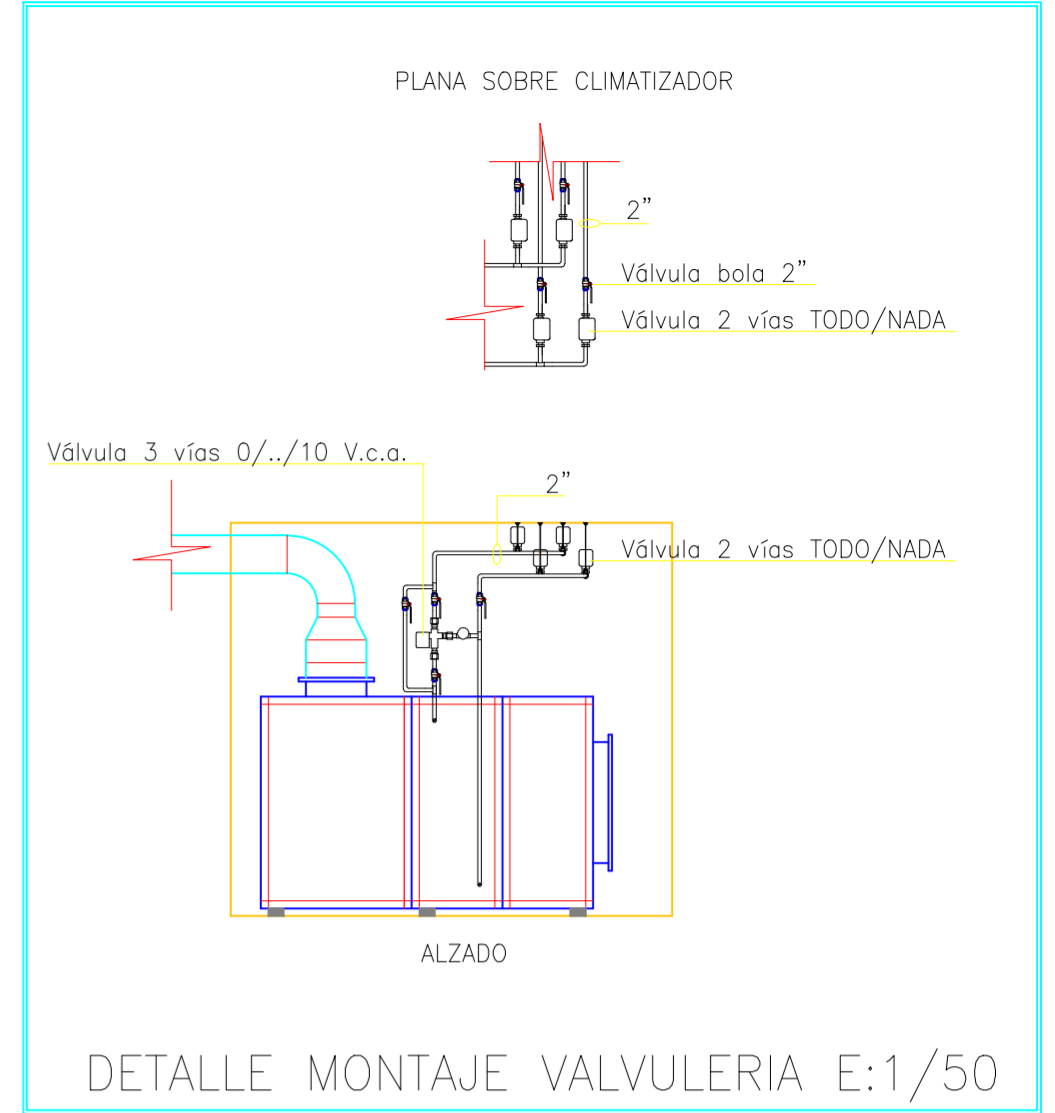
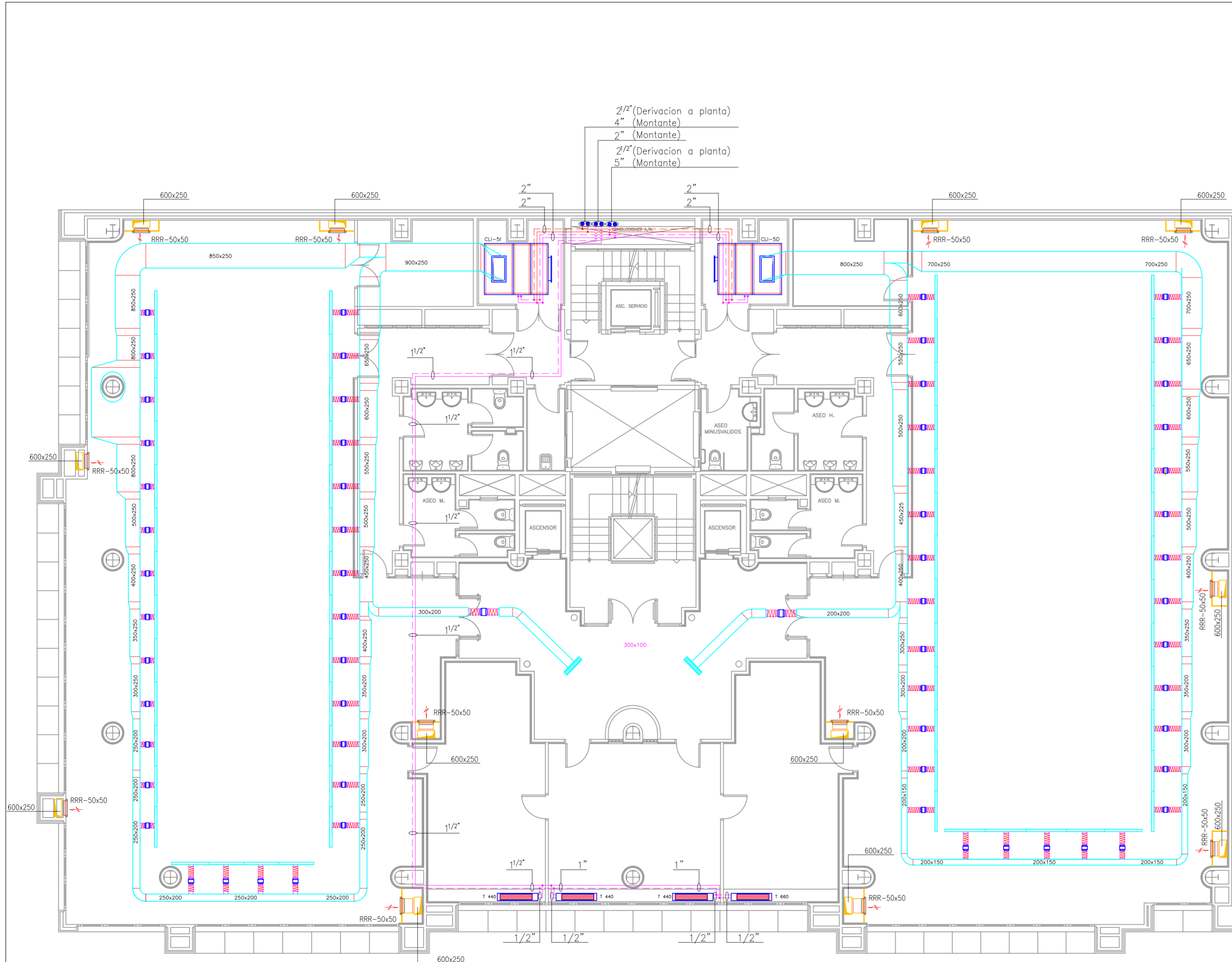
- Red hidráulica con tubería de acero negro electrosoldadocobre soldada UNE-19040-19041-19042-19043-19044-19045 (din 2440), calorifugada con coquilla de poliuretano expandido de celda cerrada tipo "ARMAFLEX" de 30 mm. de espesor, por interior de edificio y de 35 por exterior del edificio espesores dimensionados según tablas 1.2.4.2.1.2 y 1.2.4.2.2., del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios RI-TE 1027/2007.
- Recubrimiento del aislamiento de la tubería con planchas de aluminio de 0,6 mm., en tramo visto de sala de máquinas y tramos exteriores por cubiertas.
- Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación conectadas a central detección de incendios
- Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación dotados de seccionador de corte a pie de máquina.
- Centrales de producción termofrigorífica aire aire Pfc: aire 24-14°C y aire exterior de condensación 32°C.

--- Tubería de retorno, red hidráulica
--- Tubería de impulsión, red hidráulica



LEYENDA

		Difusores circulares con conducto
		Rejilla difusora todo o nada
		Tubería de retorno, red hidráulica
		Tubería de impulsión, red hidráulica
		Fancoil
		Compuerta toda/nada

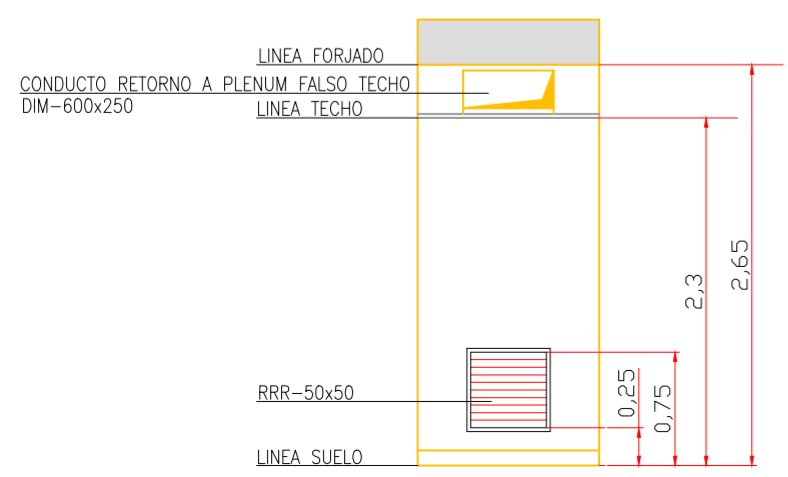


MAQUINARIA

MARCA	DENOMINACION	UDS	OBSERVACIONES
CU-50	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-8-BE, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRIO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble oído con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "91/656/CL" año 91	1	Pfs: --- kW; Pft: --- kW; Pc: --- kW. Caudal de aire: 7.800 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 2,25 kW Incorpora variador de frecuencia
CU-50	Unidad terminal de tratamiento de aire, a dos tubos, Marca "TECNIVEL", climatizador Mod. CHF-7-BE, del tipo horizontal de suelo, autoportante dotado sección de retorno y toma de aire con filtro posición vertical, sección de batería a dos tubos FRIO-CALOR, sección de registro, sección de impulsión con ventilador centrífugo de doble oído con transmisión por polea-correa- impulsión por parte superior. CODIGO REFERENCIA FABRICACION "91/654/CL" año 91	1	Pfs: --- kW; Pft: --- kW; Pc: --- kW. Caudal de aire: 6.100 m ³ /h; Pd: 20 mm.c.a. Potencia eléctrica motor: 2,25kW Incorpora variador de frecuencia

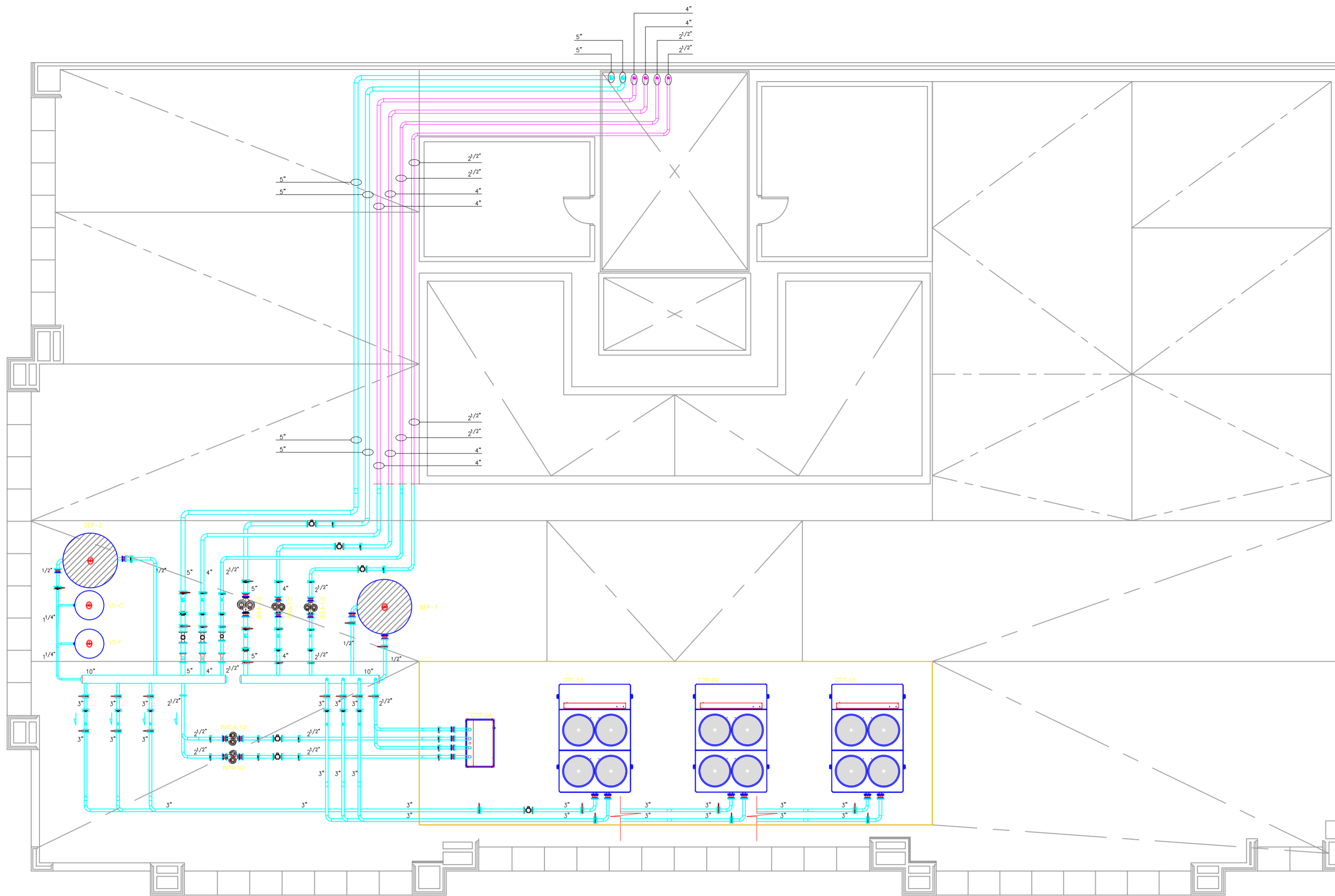
- NOTA:
- Red hidráulica con tubería de acero negro electrosoldadacobre soldada UNE-19040-19041-19042-19043-19044-19045 (din 2440), calorífuga con coquilla de poliuretano expandido de célula cerrada tipo "ARMAFLEX" de 30 mm. de espesor, por interior de edificio y de 35 por exterior del edificio espesores dimensionados según tablas 1.2.4.2.1.2 y 1.2.4.2.2., del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios RI-TE 1027/2007.
 - Recubrimiento del aislamiento de la tubería con planchas de aluminio de 0,6 mm., en tramo visto de sala de máquinas y tramos exteriores por cubiertas.
 - Unidades de tratamiento de aire y cajas de ventilación conectadas a central de detección de incendios
 - Unides de tratamiento de aire y cajas de ventilación dotados de seccionador de corte a pie de maquina.
 - Centrales de produccion termofrigorifica aire aire Pt: aire 24-14°C y aire exterior de condensacion 32°C.

DETALLE RETORNO E:1/50



LEYENDA

	Difusores circulares con conducto
	Rejilla difusora todo o nada
	Tubería de retorno, red hidráulica
	Tubería de impulsión, red hidráulica
	Fancoil
	Compuerta toda/nada

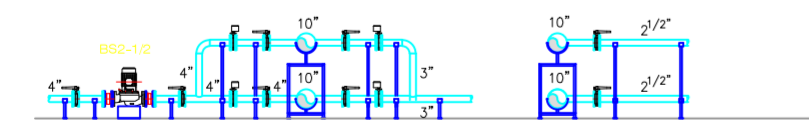


MAQUINARIA

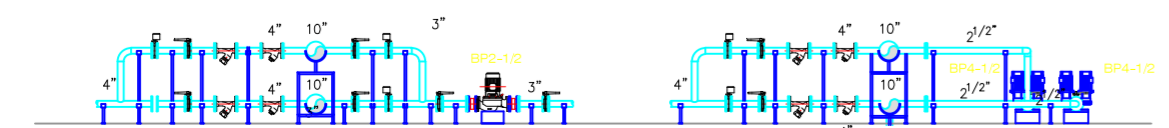
MARCA	DENOMINACION	UDS	OBSERVACIONES
CTF-01	Central de producción termostática con bomba de calor reversible del tipo AIRE AGUA con ventilador helicoidal, Marca CIATESA, serie HIDROPACK, Mod. IWE-960 V. - INSTALADA EN EL EDIFICIO.	1	Pf: 201,60 kW; Pc: 227,60 kW; Ca ext.: 74.000 m ³ /h; Ca int.: 34,70 m ³ /h; Pelec. f.: 68,6 kW; Pelec. c.: 70,7 kw;
CTF-02	Central de producción termostática con bomba de calor reversible del tipo AIRE AGUA con ventilador helicoidal, Marca CIATESA, serie HIDROPACK, Mod. IWE-960 V.	1	Pf: 201,60 kW; Pc: 227,60 kW; Ca ext.: 74.000 m ³ /h; Ca int.: 34,70 m ³ /h; Pelec. f.: 68,6 kW; Pelec. c.: 70,7 kw;
CTF-03	Central de producción termostática con bomba de calor reversible del tipo AIRE AGUA con ventilador helicoidal, Marca CIATESA, serie HIDROPACK, Mod. IWE-960 V.	1	Pf: 201,60 kW; Pc: 227,60 kW; Ca ext.: 74.000 m ³ /h; Ca int.: 34,70 m ³ /h; Pelec. f.: 68,6 kW; Pelec. c.: 70,7 kw;
CTF-04	Central de producción frigorífica SÓLO FRÍO del tipo AGUA-AGUA de la Marca CIATESA, serie DYNACIAT, Mod. LG/LGP 300 U R 410 A	1	Pf: 86,90 kW; Pc: 108,30 kW (Condensación); Ca f.: 14,90 m ³ /h; Ca C.: 18,60 m ³ /h; Pelec.: 22,40 kW.
BP1-1/2	Bomba doble línea con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en la misma carcasa con clapeta de conmutación, para el montaje directo en tubería, Marca WILO, Mod. DP 50/140-3/2	1	Caudal 34,70 m ³ /h; Pelec: 3,00 kW; Pc: 6,50 m.c.a.; 2.960 R.P.M VELOCIDAD CONSTANTE.
BP2-1/2	Bomba doble línea con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en la misma carcasa con clapeta de conmutación, para el montaje directo en tubería, Marca WILO, Mod. DP 50/140-3/2	1	Caudal 34,70 m ³ /h; Pelec: 3,00 kW; Pc: 6,50 m.c.a.; 2.960 R.P.M VELOCIDAD CONSTANTE.
BP3-1/2	Bomba doble línea con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en la misma carcasa con clapeta de conmutación, para el montaje directo en tubería, Marca WILO, Mod. DP 50/140-3/2	1	Caudal 34,70 m ³ /h; Pelec: 3,00 kW; Pc: 6,50 m.c.a.; 2.960 R.P.M VELOCIDAD CONSTANTE.
BP4-1/2	Bomba doble línea con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en la misma carcasa con clapeta de conmutación, para el montaje directo en tubería, Marca WILO, Mod. DP 50/140-3/2	1	Caudal 14,90 m ³ /h; Pelec: 0,75 kW; Pc: 6,50 m.c.a.; 2.960 R.P.M VELOCIDAD CONSTANTE.
BPC4-1/2	Bomba doble línea con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en la misma carcasa con clapeta de conmutación, para el montaje directo en tubería, Marca WILO, Mod. DP 50/115-0,75/2	1	Caudal 18,60 m ³ /h; Pelec: 0,75 kW; Pc: 6,50 m.c.a.; 2.960 R.P.M VELOCIDAD CONSTANTE.
BS1-1/2	Bomba doble línea con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en la misma carcasa con clapeta de conmutación, para el montaje directo en tubería, Marca WILO, Mod. DL-E 80/140-7,50/2	1	Caudal 85,05 m ³ /h; Pelec: 7,50 kW; Pc: 12,50 m.c.a.; 2.960 R.P.M CON VARIADOR DE VELOCIDAD.
BS2-1/2	Bomba doble línea con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en la misma carcasa con clapeta de conmutación, para el montaje directo en tubería, Marca WILO, Mod. DL-E 65/150-5,5/2	1	Caudal 55,30 m ³ /h; Pelec: 5,50 kW; Pc: 12,50 m.c.a.; 2.960 R.P.M CON VARIADOR DE VELOCIDAD.
BS3-1/2	Bomba doble línea con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en la misma carcasa con clapeta de conmutación, para el montaje directo en tubería, Marca WILO, Mod. DL-E 50/130-2,2/2	1	Caudal 26,50 m ³ /h; Pelec: 2,20 kW; Pc: 12,50 m.c.a.; 2.960 R.P.M CON VARIADOR DE VELOCIDAD.
VE-F	Vaso de expansión cerrado con cámara de aire, de volumen 250 lts. de la marca SEDICAL/FEFLEX, modelo CMF-250	1	Volumen 250 litros, cámara de aire 6 Kg/cm ²
VE-C	Vaso de expansión cerrado con cámara de aire, de volumen 250 lts. de la marca SEDICAL/FEFLEX, modelo CMF-250	1	Volumen 250 litros, cámara de aire 6 Kg/cm ²
DEP-1	Deposito de inercia con capacidad para 750 litros aislado con aluminio	1	Volumen 750, peso 200Kg en vacío, recubrimiento en chapa de acero en 0,6mm
DEP-2	Deposito de inercia con capacidad para 750 litros aislado con aluminio	1	Volumen 250 litros, cámara de aire 6 Kg/cm ² en chapa de acero en 0,6mm

DIAMETRO EXTERIOR (mm)	ESPAESORES MINIMOS EN "mm." DEL AISLAMIENTO TERMICO TIPO "ARMAFLEX" DE LA TUBERIAS Y ACCESORIOS SEGUN IT.1.2.4.2.1.2			
	TEMPERATURA MAXIMA DEL FLIDO QUE CIRCULA POR EL INTERIOR DE LA TUBERIA (40..60)		TEMPERATURA MAXIMA DEL FLIDO QUE CIRCULA POR EL INTERIOR DE LA TUBERIA (0..10)	
	(INTERIOR EDIFICIO)	(EXTERIOR EDIFICIO)	(INTERIOR EDIFICIO)	(EXTERIOR EDIFICIO)
D < 1 1/4"	25	35	20	40
1 1/4" < D < / = 2"	30	40	30	50
2" < D < / = 3"	30	40	30	50
3" < D < / = 5"	30	40	40	50
5" < D	35	45	40	60

Sección Colector Impulsión



Sección Colector Retorno



LEYENDA

	LLave de corte
	Antivibratorio
	Tubería de retorno, red hidráulica
	Tubería de impulsión, red hidráulica
	Valvula de dos vías
	Desagüe y filtro de impurezas

Jenaro Vera Carbonell



Escala	Denominación del Plano	Septiembre 2017
1:150	Azotea	Plano 8

CAPÍTULO 6

APÉNDICE SOBRE EL ESTADO DE CONFORT TÉRMICO

6.1. Introducción

A continuación; intentaremos comprobar si las quejas continuadas respecto a la percepción de confort térmico, expresadas por los trabajadores de las oficinas del edificio estudiado anteriormente, están justificadas o son producto de sensaciones particulares sin razón objetiva. El método que vamos a presentar a continuación es un método predictivo y no exacto por lo que los resultados obtenidos son estimados aunque estadísticamente consistentes.

Podemos definir el confort térmico como la ausencia de molestias fisiológicas por causa de la temperatura y la humedad medioambiental en los espacios arquitectónicos [1] [6] [10] [12] [13] [14]. Hay que distinguir claramente entre la problemática de interiores y la de exteriores, a pesar de sus interrelaciones con el confort térmico medioambiental (espacios al aire libre) puesto que la fuente de calor radiante en el exterior, el Sol, es de distinta naturaleza de las que se barajan en interiores. Además el aire pueden alcanzar velocidades impensables, lo que propicia fenómenos evaporativos en la piel que no tienen parangón en el ámbito arquitectónico habitado [15].

Para poder acotar las variables que se van a considerar para acotar la problemática de confort térmico haremos una transposición de aquellas variables y fenómenos que intervienen en la psicrometría de forma natural: temperatura, humedad relativa, convección, radiación, conducción, evaporación, etc. Pero en este caso el elemento sensible es el cuerpo humano, que se relaciona con el entorno a través de los elementos de protección que proveen los distintos elementos de lo que llamamos 'vestido' en general. Además no se debe de olvidar que el cuerpo humano es una fuente de potencia calorífica basal que está controlada por el metabolismo para mantener una temperatura constante.

Por lo que el problema esencial desde el punto de vista de la Ingeniería es básico y a estas alturas ya conocemos como abordarlo, de forma al menos elemental. Es un problema de transmisión térmica y su relación con el estado de humedad y movimiento del aire en el interior de un recinto.

La dificultad más grande con la que nos vamos a topar es la valoración, pues la respuesta individual frente a los valores objetivos que determina la psicrometría física se basan en sensaciones que cada ser humano en particular tiene. Esto es así puesto que cada persona según su fisiología y otras variables "psico-sociales" puede responder de distinta forma frente a los mismos estímulos [4].

Para valorar el confort térmico se pueden encontrar varias propuestas [7], cada una de ellas más precisa o acertada en función del número de parámetros controlados. Nosotros tan solo describiremos tres de todos los posibles:

6.2. Calculadora basada en 'Heat Index'.

La opción más sencilla es evaluarlo en función de la temperatura del aire (temperatura seca o temperatura de bulbo seco) y la humedad relativa (mediante un psicrómetro).

Para la valoración se suelen usar ábacos que relacionan sólo estas dos variables la temperatura del aire (temperatura seca) y la humedad relativa. Sin tener en cuenta en cuenta ni la velocidad del aire, ni la radiación y dejando de lado también la sudoración y el esfuerzo o actividad. Su utilidad de basa en su sencillez y comodidad instrumental aunque ignoran varios condicionantes como ya hemos dicho.

Su aplicación se limita a temperaturas (20°C↔50°C) y se pueden usar para situaciones exteriores cuando no se esté expuesto a la radiación directa solar. Se supone además que no se está realizando ninguna actividad física, que se está vestido en función de la meteorología estacional (ni desnudo- ni abrigado en exceso) y para velocidades de viento por debajo de los 0,2 m/s.

En la ilustración siguiente, Imagen 5, mostramos un resultado que obtenemos con una calculadora que hemos implementado en Excel y que sirve para determinar la sensación térmica mediante el indicador conocido como 'Heat Index' al que acompañamos con un texto donde indicamos aproximadamente la sensación subjetiva que le corresponde¹.

HR%	T°C	HI(°C)	SENSACIÓN TÉRMICA	
20	38	37	CALUROSO	

HR %	T°C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
0		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43			
5		18	18	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
10		19	20	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45	46	48	49
15		20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	36	37	38	40	41	42	44	45	47	48	50	51	53
20		21	22	22	23	23	24	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	40	41	43	45	46	48	50	52	53	55	57
25		22	22	23	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	32	33	34	36	37	39	40	42	44	45	47	49	51	53	55	58	60	
30		23	23	23	24	24	25	25	26	27	28	29	30	31	32	34	35	37	39	40	42	44	46	48	50	52	55	57	60			
35		23	23	24	24	24	25	26	27	27	28	29	31	32	33	35	37	38	40	42	44	46	49	51	53	56	59					
40		24	24	24	24	25	25	26	27	28	29	30	31	33	34	36	38	40	42	44	46	49	51	54	57							
45		24	24	24	25	25	26	26	27	28	29	31	32	34	36	37	40	42	44	46	49	52	55	58								
50		24	24	24	25	25	26	27	28	29	30	31	33	35	37	39	41	44	46	49	52	55										
55		24	24	25	25	25	26	27	28	29	31	32	34	36	38	41	43	46	49	52	55											
60		24	24	25	25	25	26	27	28	30	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55												
65		24	24	25	25	26	26	27	29	30	32	34	36	39	41	44	47	50	54													
70		25	25	25	25	26	27	28	29	31	33	35	37	40	43	46	49	53														
75		26	26	26	26	27	27	28	30	32	34	36	39	42	45	48	52	56														
80		27	27	27	27	28	28	29	30	32	35	37	40	43	47	51	55															
85		28	28	28	28	29	29	29	31	33	36	39	42	45	49	53																
90		29	29	30	30	30	30	30	32	34	37	40	43	47	51	56																
95		30	30	31	31	31	31	31	32	32	35	38	42	45	49	54																
100		31	31	32	32	32	32	33	33	36	40	43	47	52	57																	

Imagen 5. Aspecto general de la calculadora de 'Sensación Térmica'- 'Heat Index'

Como se puede apreciar, se introduce la temperatura y la humedad relativa y el resultado nos da una temperatura sensible (Heat Index) y el juicio de valor aproximado que le corresponde.

¹ El cálculo del índice de calor 'Heat Index' es una reelaboración de los resultados obtenido por análisis de regresión múltiple llevado a cabo por Lans P. Rothfus y descrito en un Adjunto del Servicio Técnico Meteorológico Nacional (NWS) 1990 - (SR 90-23). http://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex_equation.shtml

Los valores que se suelen encontrar en la literatura comercial o promocional, cuando se refieren al confort térmico de interiores, suelen ser los correspondientes a $20^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 25^{\circ}\text{C}$ y $25\text{HR}\% \leftrightarrow 75\text{HR}\%$, que distinguimos con un recuadro en la imagen de la calculadora Excel mostrada arriba, Imagen 5.

6.3. Calculadora basada en 'Temperatura Operativa'.

Si a los indicadores anteriores añadimos la velocidad del aire (se determina con un anemómetro) y la 'temperatura de globo' tenemos la posibilidad de ser un poco más fieles a la cuestión que estamos tratando. Pues la temperatura seca, que representa la temperatura del aire de la habitación, es una variable fuertemente dependiente del diseño arquitectónico (aislamiento térmico) y de los sistemas de acondicionamiento artificiales con los que se haya dotado al recinto. El estado de humedad interior depende del flujo de vapor (condiciones arquitectónicas) y del acondicionamiento artificial de nuevo. Y la velocidad del aire también depende del diseño (ventilación natural) y de los sistemas de renovación mecánica del aire. Si además tenemos en cuenta la radiación de los distintos cerramientos que conforman la habitación [12] [13] los valores que se usan para la construcción de una nueva calculadora más compleja (pero donde no se tiene en cuenta todavía al individuo en sí mismo, se obvia el esfuerzo asociado a la actividad que está realizando y el tipo de vestido) son los siguientes:

a) **Temperatura de globo (T_g).**

La 'temperatura de globo' es la temperatura radiante debida a las paredes y se mide con un termómetro cubierto con un esfera negra para estimar la radiación.

b) **Temperatura Radiante Media (TRM).**

Se define como: "Temperatura uniforme que debería tener un 'cuerpo negro ideal' para que su radiación fuese idéntica a la de una persona dentro del recinto problema". Para su determinación se pueden usar varias expresiones, de todas las posibles elegiremos la más sencilla y popular:

$$TRM(^{\circ}C) = T_g + 1,9 \cdot \sqrt{v} \cdot (T_g - T_a) \quad \text{ecuación 13.}$$

Las temperaturas se miden en grados Celsius y la velocidad en m/s. Donde 'v' es la velocidad del aire; '**T_g**' es la 'temperatura de globo' (termómetro especial con un esfera negra para estimar la radiación) y '**T_a**' es la temperatura del aire medida con un termómetro convencional.

c) **Temperatura operativa (t₀),**

Se define como la temperatura uniforme en un recinto negro radiante en el que un ocupante tendría que intercambiar la misma cantidad de calor por radiación y por convección, que en un ambiente real no uniforme (ISO 7730-1984-E) [14].

En la mayoría de los casos prácticos, cuando la velocidad relativa del aire es menor de 0,2 m/s, o cuando la diferencia entre TRM y T_a es menor de 4 °C, la temperatura operativa puede determinarse como el promedio de la temperatura del aire y la temperatura radiante media:

$$t_0 = \frac{T_a + TRM}{2} \quad \text{ecuación 14.}$$

Se puede comprobar que cuando la velocidad es nula $v = 0$ m/s, el valor de la 'temperatura operativa' es el promedio de la temperatura seca 'T_a' y la de globo 'T_g' :

$$t_0 = \frac{T_a + T_g}{2} \quad \text{ecuación 15.}$$

A continuación mostramos el aspecto que tiene la calculadora implementada en función de la temperatura operativa, donde una vez

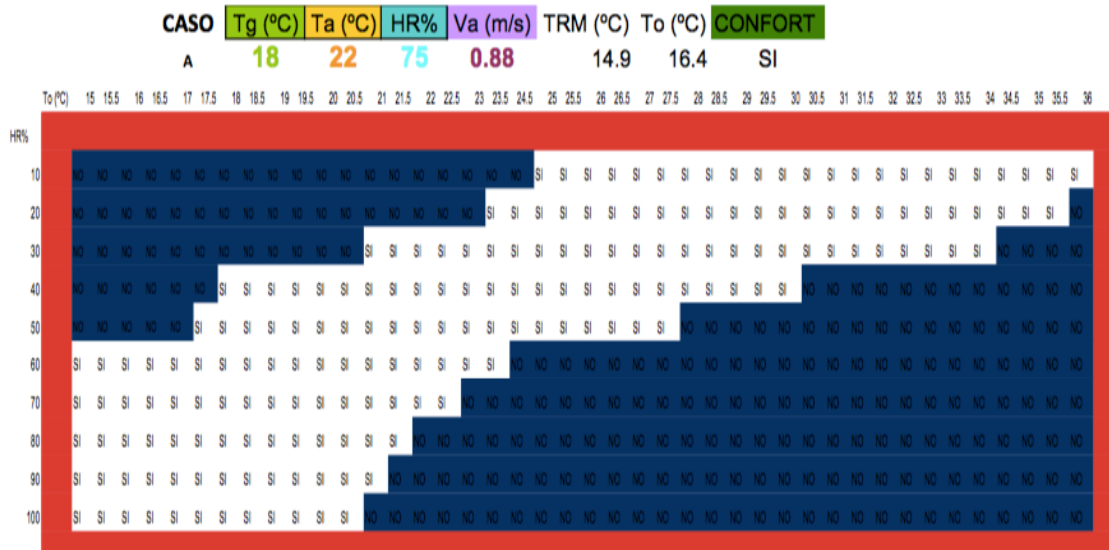


Imagen 6. Aspecto general de la calculadora basada en la temperatura operativa T_o y HR%

introducidos los datos de temperatura de globo, temperatura seca del aire, humedad relativa % y velocidad del aire; se calcula la temperatura radiante media y la temperatura operativa correspondientes y se muestra el resultado de confort térmico con un 'Si' o un 'NO' en un ábaco en función de las variables 'HR%' y 'T_o':

6.4. Calculadora basada en 'Método de Fanger'.

Una forma de poder llegar a disponer de una herramienta que refleje de forma fiable el nivel de confort térmico es utilizar las conclusiones de Pov Ole Fanger [8] [3] [5] [1] que realizó un estudio estadístico de gran repercusión donde estableció un índice (**P**redicted **M**ean **V**ote – **Í**ndice de **V**aloración **M**edia) PMV – IMV que se asocia al estado de confort térmico a partir de variables físicas objetivas y de fácil determinación. Las variables objetivas que tenemos que considerar son:

- a) Arquitectónicas – Humedad relativa, temperatura, corrientes de aire.
- b) Vestimenta.
- c) Fisiológicas – Aporte calórico, tipo de actividad desarrollada.

Para poder entender la situación vamos a representar de forma esquemática el problema de transmisión de calor y humedad en los recintos con respecto a la presencia humana.

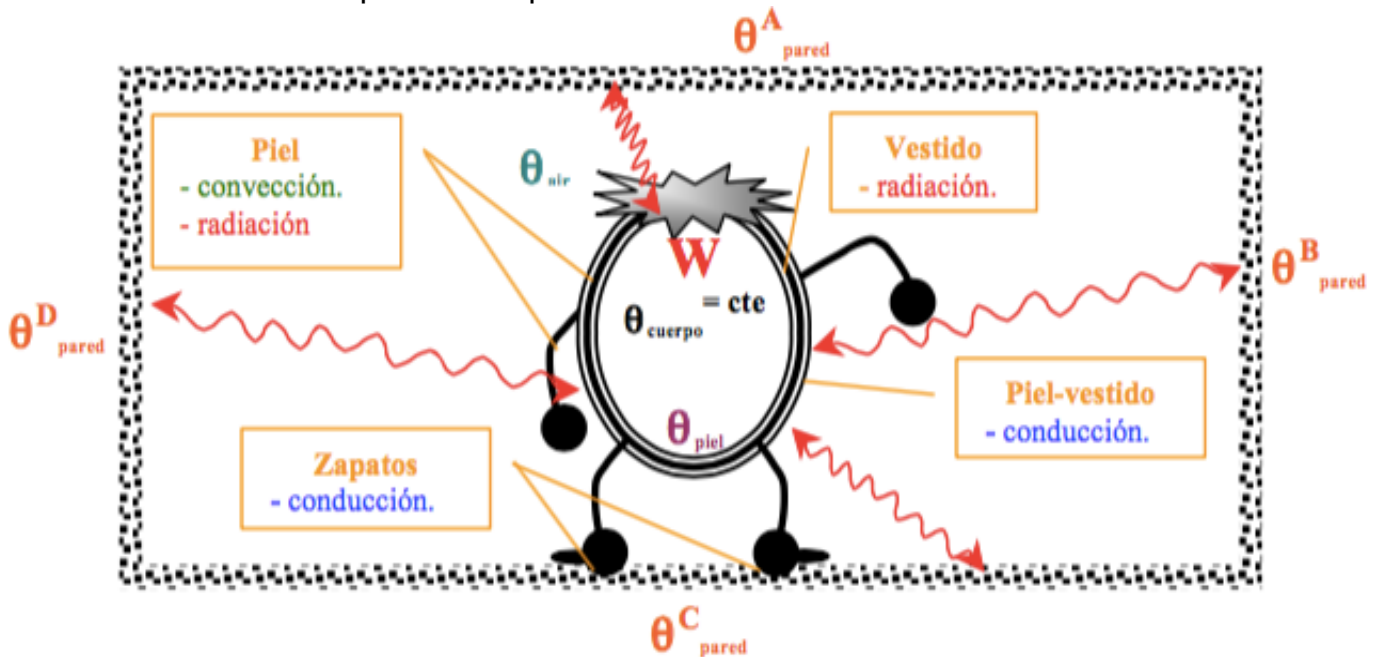


Imagen 7. Visión esquemática de la relación del factor humano y el entorno en una habitación

La potencia metabólica depende más de la actividad que de otras causas fisiológicas y dispone de un dispositivo regulador que depende en gran manera de la sudoración y la respiración en la que intervienen procesos evaporativos/convectivos. Las temperaturas del cuerpo y la piel estándar las tomamos como:

$$\theta_{cuerpo} \approx 36^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 37^{\circ}\text{C}; \quad \theta_{piel} \approx 34^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 35^{\circ}\text{C} \quad \text{ecuación 16.}$$

La conducción por contacto que se puede suponer que existe en los pies (superficie de contacto relativamente pequeña) se toma como despreciable cuando existe el calzado. Sin embargo el fenómeno cobra importancia en la relación de la piel con el aire a través del vestido.

Una de las mayores contribuciones en el proceso general de la transmisión térmica para el cuerpo humano son convectivos a nivel de piel no cubierta y en mayor medida radiativos ya sea entre superficie textil/no textil y los cerramientos del recinto.

Como vemos el problema es la suma de "n" problemas relativamente fáciles de plantear y de resolver con herramientas básicas de transmisión térmica. La complicación estriba en que la cantidad de variables que introduce el factor humano es muy elevada y diversa para cada individuo.

Una forma efectiva de abordar esta problemática es seguir el planteamiento que desarrolló P. O. Fanger, en las postrimerías de los años 70 del siglo XX, donde aúna las variables psicrométricas con la sensación de confort individual [8] [13]. La nomenclatura y conceptos que se van a usar son los siguientes:

6.4.1 - Gasto metabólico → **M** → 1 met = 58,15 W/m⁻²

Los valores suelen estar alrededor de 65 W/m⁻² para situaciones de descanso (no actividad física). Y para actividades pesadas o de gran esfuerzo de 260 W/m⁻². Se suelen valorar mediante tablas especializadas según la actividad realizada promedio. A continuación presentamos los valores mas comunes.

6.4.2 - Intercambio radiante → **R**

Se produce entre los cerramientos del habitáculo, los sistemas de climatización extensos y las personas (vestidos, piel). Se valora con el concepto de flujo radiante térmico (W/m⁻²). Su expresión general detallada es la siguiente:

$$R = f_{ef} \cdot f_{clo} \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot [(t_{clo} + 273)^4 - (TRM + 273)^4] \quad \text{ecuación 17.}$$

Donde:

f_{ef} = factor de área radiante

f_{clo} = factor de área textil/no textil

ε = emisividad del cuerpo vestido

σ = constante de Stephan-Boltzman

t_{clo} = temperatura superficial del vestido

TRM = Temperatura radiante media

Es usual utilizar versiones más simplificadas de la expresión anterior:

$$R = 3,93 \cdot f_{clo} \cdot [(t_{clo} + 273)^4 - (TRM + 273)^4] \quad \text{ecuación 18.}$$

Y si la temperatura ambiente (temperatura seca) se encuentra entre 10°C y 40°C se usa comúnmente:

$$R = 3,93 \cdot f_{clo} \cdot (t_{clo} - TRM) \quad \text{ecuación 19.}$$

De forma aproximada y si se lleva un vestido estándar en el interior del recinto (ni abrigado, ni ligero) se usa:

$$R = 6,8 \cdot (t_{clo} - TRM) \quad \text{ecuación 20.}$$

6.4.3 - Transporte convectivo → C

Debido principalmente a diferencias de temperatura entre la persona (vestidos, piel) y el aire que le rodea. También tiene en cuenta la respiración. La expresión más rigurosa se escribe de la siguiente forma:

$$C = f_{clo} \cdot h_c \cdot (t_{clo} - t_a) \quad \text{ecuación 21.}$$

Donde:

$$h_c = 2,38 \cdot (t_{clo} - t_a)^{0,25} \quad \text{ecuación 22.}$$

Pero es habitual usar una más sencilla:

$$C = 7 \cdot (v)^{0,6} \cdot (t_{clo} - t_a) \quad \text{ecuación 23.}$$

6.4.4- Sudoración – flujo evaporativo → E

Este fenómeno siempre produce una disminución en la temperatura de la piel puesto que el calor necesario para la evaporación lo aporta el cuerpo humano. Como es de suponer se calcula teniendo en cuenta las condiciones psicrométricas, donde las presiones que intervienen son la presión de saturación para la temperatura de la piel y la presión de vapor para la temperatura del aire:

$$E = h_c \cdot (P_S^{T_{piel}} - P_V^{T_{aire}}) \quad \text{ecuación 24.}$$

Como en los apartados anteriores se utiliza una expresión que tiene en cuenta la velocidad del aire que es de gran influencia en los procesos evaporativos y que es bastante exacta si la vestimenta no es extrema:

$$E = 14,4 \cdot (v)^{0,6} \cdot (P_S^{T_{piel}} - P_V^{T_{aire}}) \quad \text{ecuación 25.}$$

Donde, si estimamos la temperatura de la piel como 35°C, entonces:

$$P_S^{T_{piel}} = 42 \text{ mmHg} = 56 \text{ hPa} \quad \text{ecuación 24.}$$

6.4.5. Aplicación Método Fanger

Sea cual sea el criterio que se adopte para valorar el confort térmico, siempre habrá disparidad de opiniones. La ecuación de balance

energético con los parámetros definidos en los párrafos anteriores es el criterio de análisis elegido:

$$M \pm R \pm C - E = A \quad \text{ecuación 26.}$$

Donde interpretaremos los resultados de la forma que mostramos a continuación:

Si $A < 0$ - *Calor perdido por el cuerpo* → *Que se cede al entorno (habitación).*

Si $A > 0$ - *Calor acumulado en el cuerpo* ← *La habitación nos aporta energía.*

En una forma más detallada podemos distinguir cuatro estados:

- $A=0$ y $M \neq 0$; $R \neq 0$; $C \neq 0$ → **CONFORT**.
- $A=0$ y $E \neq 0$ → **NO CONFORT** debido a la falta de sudoración (evaporación).
- $A > 0$ y $M \neq 0$; $R \neq 0$; $C \neq 0$; $E \neq 0$ → **NO CONFORT** por exceso de calor.
- $A < 0$ y $M \neq 0$; $R \neq 0$; $C \neq 0$; $E \neq 0$ → **NO CONFORT** por frío.

Fanger para establecer su criterio realizó entrevistas donde recogía las opiniones de los individuos, controlando las variables anteriores, y valorando la situación de confort térmico subjetiva con un término conocido por **Índice de Valoración Medio (IVM) - Predicted Mean Vote (PMV)**:

"Muy caluroso" (+3); **"Caluroso"** (+2); **"Ligeramente caluroso"** (+1); **"Confort"** (0); **"Ligeramente fresco"** (-1); **"Fresco"** (-2); **"Muy fresco"** (-3).

Tras la campaña de encuestas se desarrolló una ecuación que correlacionaba todas las variables con suficiente nivel de confianza (dicha ecuación se obvia por farragosa) y usualmente se usa una

versión tabulada a la que se aplican las correcciones pertinentes en función de la humedad y la radiación. Como el manejo de dichas tablas no deja de ser tedioso se han trasladado a una calculadora en Excel donde los datos de entrada necesarios son: *Temperatura seca; Temperatura globo; Velocidad de aire; Temperatura bulbo húmedo o HR; Tipo de vestimenta en unidades 'cloth'; Actividad metabólica 'met'.*

Imagen 8. Aspecto general de la calculadora basada en Fanger

La calculadora de Fanger implementada está constituida por ocho hojas clasificadas por su actividad metabólica, que corresponde a los siguientes valores y criterios:

LIGERA (1; 1,2; 1,4; 1,6) met: **MEDIA** (1,8; 2,0) met; **ALTA** (2,4; 3,0) met

Y en cada hoja se calcula el IVM correspondiente para las múltiples situaciones de vestido, velocidad y temperatura seca que se pueden dar usualmente, pero con la particularidad de fijar por norma que la temperatura radiante media sea idéntica a la temperatura del

aire ($t_{RM}=T_a$) y que $HR\%=50\%$. Lo que podríamos denominar "IVM estándar".

Por lo que si las condiciones de radiación y humedad no son las usadas en el cálculo estándar inicial, entonces se corrige el IVM con ayuda de las tablas auxiliares para f_{TRM} y f_{HR} que podemos encontrar en la imagen 8 a la derecha, con lo que se obtiene lo que llamamos "IVM corregido", que es el valor que tomaremos como representativo de la situación de confort térmico. En la calculadora esta operación se realiza con una macro.

En la anterior imagen, Imagen 8, se puede ver el aspecto formal de una de las hojas y del resto de pestañas de la calculadora implementada, concretamente para el caso de una actividad ligera con un gasto metabólico de 1 met.

6.5. Evaluación del estado de confort térmico del edificio estudiado.

En este apartado vamos a mostrar los resultados obtenidos a partir de medidas de campo que hemos realizado en el interior de las oficinas del INSS que estamos estudiando.

Se usarán las tres calculadoras presentadas anteriormente con el fin de hacer una valoración comparativa de los distintos alcances y decidir hasta que grado de complejidad es necesario llegar para emitir una opinión sobre el estado de confort térmico que se correlacione adecuadamente con las opiniones y comentarios que escuchamos a lo largo del último año al acudir a las revisiones o requerimientos por parte de la dirección de la institución.

Antes de ver los resultados obtenidos se necesita hacer una aclaración con respecto a cuáles son las variables higrométricas que se usan en la normativa para determinar si se está realizando una climatización correcta [16] [17]. En dichos documentos tan solo se muestran dos intervalos de cumplimiento que los técnicos interpretan, habitualmente, como independientes; uno para la temperatura del aire, temperatura seca, y otro para valores de humedad relativa. Mientras que en nuestras calculadoras seguimos el camino más lógico, discutido hasta la saciedad en la bibliografía competente, que es tratar esos valores en forma de ábaco que interrelaciona ambas listas de valores.

Para realizar las comprobaciones de confort térmico, elegiremos la segunda planta derecha, ya que es desde donde se han registrado más quejas sobre la climatización, sobre todo en los meses de verano. Las medidas realizadas se pueden extrapolar a todas las plantas ya que todas tienen uso y ocupación similar.



Imagen 9. Vista de la oficina, puesto de trabajo y medidor de confort térmico.

En la imagen 9 podemos ver la colocación del instrumento que hemos utilizado para realizar la campaña de medidas (Heat Index WBGT Meter: modelo PCE-WB 20SD). Los parámetros recogidos han sido:

Temperatura de globo " T_o ", temperatura del aire " T_s " y la humedad relativa " $HR\%$ ".

Se ha realizado 8 medidas de los parámetros anteriormente citados, y aparte se realizó el control de la temperatura de impulsión, la temperatura de retorno y la velocidad del aire que mostramos en la cabecera de la imagen 10 donde se muestra un plano de posicionamiento de los diferentes puntos de registro.

TEMPERATURA DE IMPULSION: 23,5°C
VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE: 0,3m/s
TEMPERATURA DE RETORNO: 25.5°C

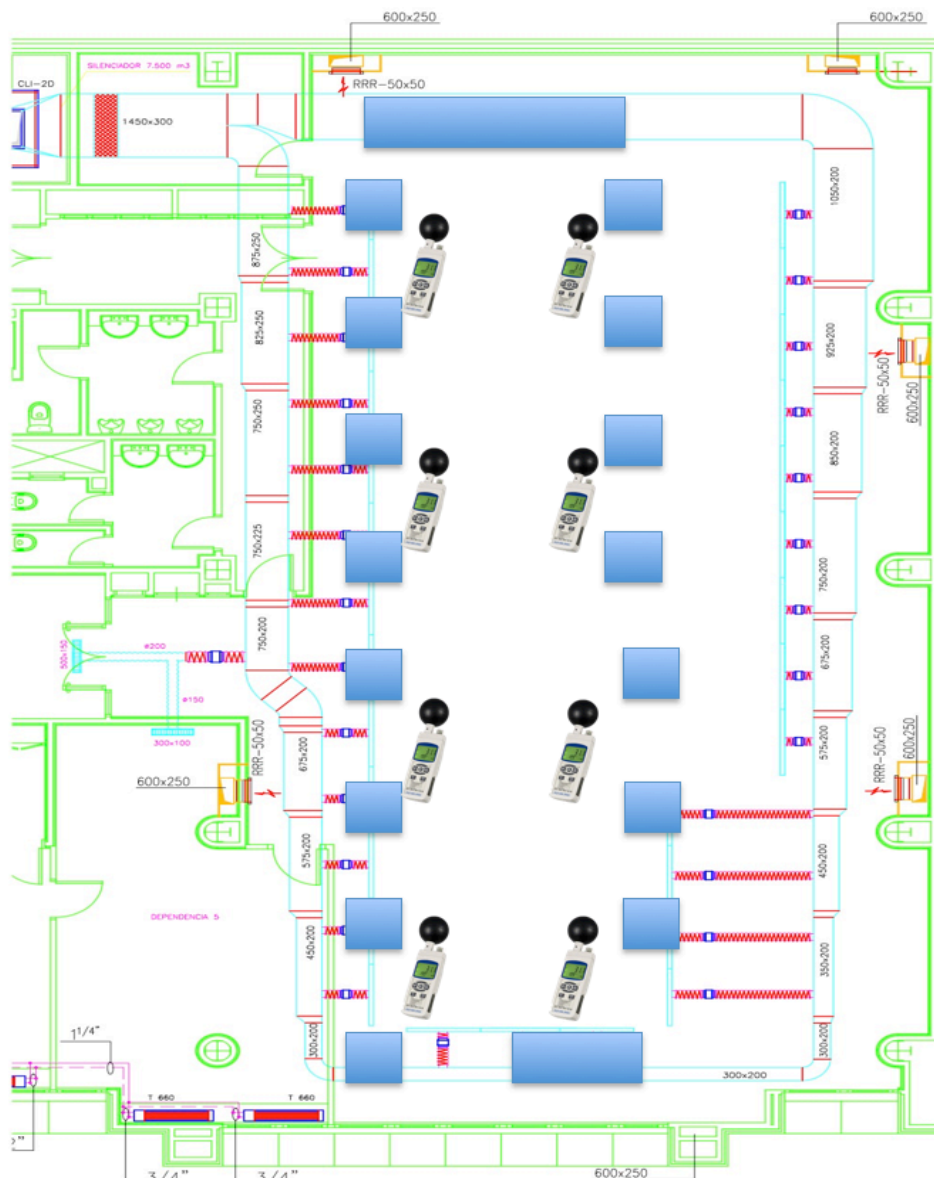


Imagen 10. Plano de planta donde se muestran los puntos de medida.

Los valores obtenidos en las medidas son los siguientes:

PUNTO	T _s °C	T _g °C	H _r %
1	25,1	24,8	66,3
2	25,8	24,8	66,1
3	25	24,8	66,3
4	25,2	24,8	65,9
5	25,2	24,8	66
6	25,2	25	65,6
7	25	25,3	64,4
8	24,9	24,9	67,1
MEDIA	25,2	24,9	66,0

Tabla 11. Datos recogidos de las medidas realizadas en las oficinas.

6.5.1 Resultados Confort según calculadora Heat Index.

Cómo hemos descrito al principio de este apartado, en esta calculadora solo tenemos la posibilidad de introducir la humedad relativa y la temperatura de bulbo seco.

HR%	T°C																					HI(°C)	SENSACIÓN TÉRMICA									
66	25																					26	LEVEMENTE CALUROSO									
HR%	T°C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
0		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	37	38	39	40	41	42	42	43	
5		18	18	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
10		19	20	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45	46	48	49	
15		20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	36	37	38	40	41	42	44	45	47	48	50	51	53
20		21	22	22	23	23	24	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	40	41	43	45	46	48	50	52	53	55	57
25		22	22	23	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	32	33	34	36	37	39	40	42	44	45	47	49	51	53	55	58	60	
30		23	23	23	24	24	25	25	26	27	28	29	30	31	32	34	35	37	39	40	42	44	46	48	50	52	55	57	60			
35		23	23	24	24	24	25	26	27	27	28	29	31	32	33	35	37	38	40	42	44	46	49	51	53	56	59					
40		24	24	24	24	25	25	26	27	28	29	30	31	33	34	36	38	40	42	44	46	49	51	54	57							
45		24	24	24	25	25	26	26	27	28	29	31	32	34	36	37	40	42	44	46	49	52	55	58								
50		24	24	24	25	25	26	27	28	29	30	31	33	35	37	39	41	44	46	49	52	55										
55		24	24	25	25	25	26	27	28	29	31	32	34	36	38	41	43	46	49	52	55											
60		24	24	25	25	25	26	27	28	30	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55												
65		24	24	25	25	26	26	27	29	30	32	34	36	39	41	44	47	50	54													
70		25	25	25	25	26	27	28	29	31	33	35	37	40	43	46	49	53														
75		26	26	26	26	27	27	28	30	32	34	36	39	42	45	48	52	56														
80		27	27	27	27	28	28	29	30	32	35	37	40	43	47	51	55															
85		28	28	28	28	29	29	29	31	33	36	39	42	45	49	53																
90		29	29	30	30	30	30	30	32	34	37	40	43	47	51	56																
95		30	30	31	31	31	31	32	32	35	38	42	45	49	54																	
100		31	31	32	32	32	32	33	33	36	40	43	47	52	57																	

Imagen 11. Resultados Confort según calculadora Heat Index.

Introduciendo la temperatura media obtenida y la humedad relativa media, obtenemos un Heat Index de 26°C, lo que se corresponde con una sensación térmica de **levemente caluroso**.

Recordamos que esta valoración no tiene en cuenta ni la velocidad del aire ni la forma de vestir y tampoco el tipo de actividad desarrollada. Su evaluación hay que tomarla como indicativa del estado higrotémico del aire independientemente del individuo y del recinto.

Con la siguiente calculadora, introduciremos un par de parámetros más para obtener un resultado un poco más ajustado a la realidad.

6.5.2 Resultados Confort según calculadora de Temperatura Operativa.

En esta calculadora introducimos la temperatura radiante y la velocidad del aire dentro del recinto. Tendremos así una lectura un poco

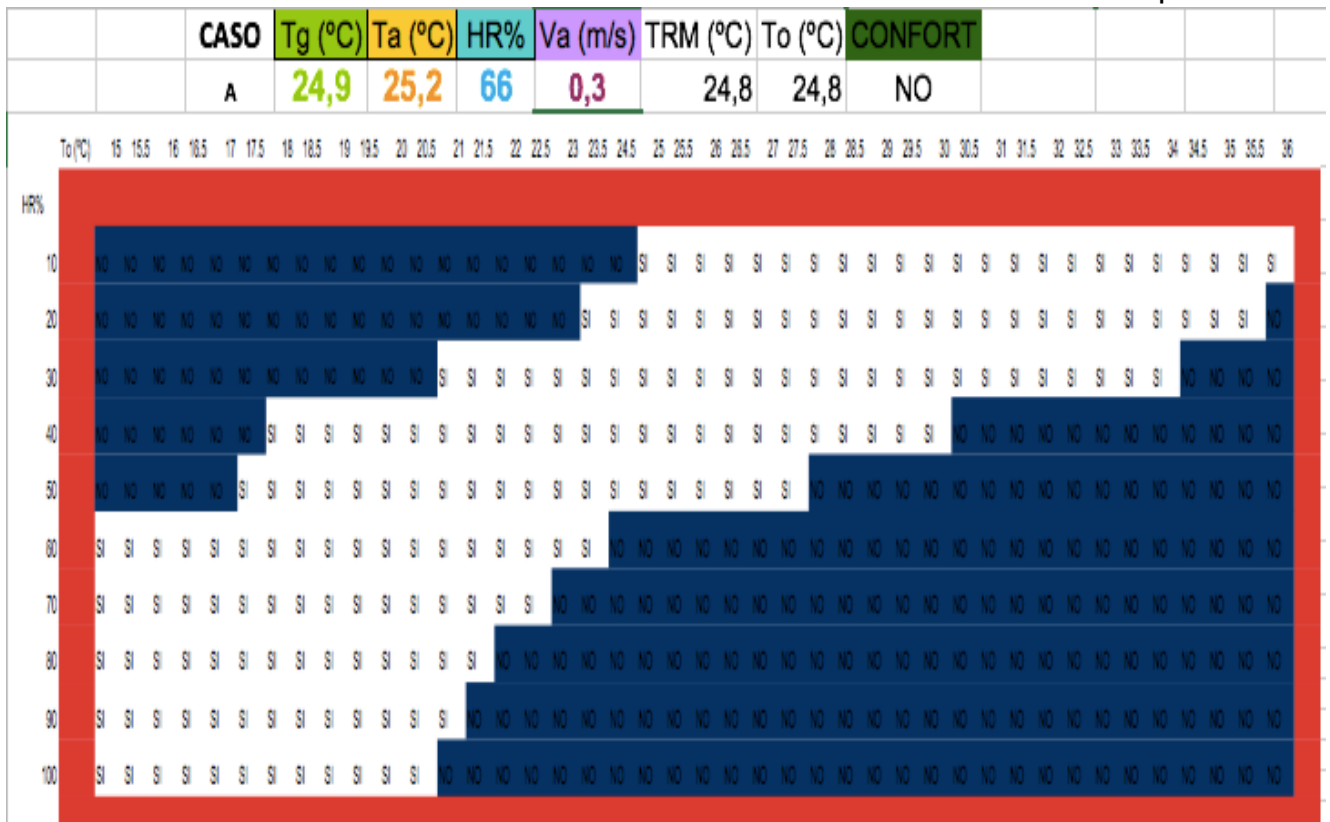


Imagen 12. Resultados Confort según calculadora de Temperatura Operativa.

más realista, sin tener en cuenta al individuo como variable pero si que valora el recinto en si.

Como vemos en la imagen 12, nos indica que para los parámetros introducidos, puede no existir confort pero está en el límite como se puede observar visualmente.

6.5.3 Resultados Confort según calculadora de Método de Fanger

Aplicaremos el método de Fanger para, de una manera lo más objetiva posible, poder discutir si las condiciones en el interior de la oficina son confortables o no. Este método tiene en cuenta la vestimenta de los usuarios de las instalaciones, tabla 12, y la actividad física que desempeña. En este caso diremos que se desarrolla un trabajo ligero, de oficina (1,2 met).

Tomaremos como muestra la media de los dos valores de vestimentas que encontramos dentro de la oficina. También analizaremos independientemente, si la vestimenta de los hombres y mujeres es adecuada. Y para su discusión trasladaremos el valor a una gráfica que relaciona el PPD (Porcentaje Previsto de Insatisfacción) con el PMV (Índice de Valoración Medio) en castellano IMV.

A continuación mostramos una tabla donde relaciona el Clo con las diferentes vestimentas. Hemos escogido las más comunes[6][7][8][12][13].

PRENDAS DE VESTIR	Clo
Medias	0,02
Bragas/Calzoncillos	0,04
Sujetador	0,06
Camisetas sin mangas	0,10
Camiseta manga corta	0,01

Camiseta manga larga	0,09
Camiseta térmica nylon	0,14
Top	0,06
Camisa manga corta	0,09
Blusa ligera, manga larga	0,15
Camisa ligera	0,20
Camisa normal	0,25
Blusa larga	0,30
Pantalón	0,34
Pantalones ligeros corto	0,06
Pantalones normales	0,25
Pantalones de chándal	0,25
Pantalón de trabajo	0,50
Chaleco	0,12
Suéter fino	0,20
Suéter normal	0,28
Suéter grueso	0,35
Vestido	0,13
Chaqueta ligera de verano	0,25
Chaqueta	0,35
Abrigo	0,60
Gabardina	0,55
Parka	0,70
Calcetines gruesos tobillos	0,02
Calcetines gruesos largos	0,05
Zapatilla, rellena de peluche	0,10
Zapato suela fina	0,03
Zapato suela gruesa	0,02
Botas	0,04
Guantes	0,10
Falda ligera	0,10
Falda gruesa hasta la rodilla	0,18
Vestido ligero sin mangas	0,25
Vestido de invierno manga larga	0,40

Tabla 12. Relación de vestimentas más comunes y su valor equivalente en Clo.

El departamento de prevención informo que las continuas quejas de frio y corrientes provenía de un grupo determinado de mujeres. Analizaremos este caso en particular para discutir cual es el nivel de confort de acuerdo a su vestimenta.

Calculemos con ayuda de la tabla 12 y la memoria visual el factor de vestimenta que corresponde a los trabajadores de estas oficinas, según su genero, en el momento de realizar las medidas (agosto del 2017):

- o Mujer estándar:

Blusa

ligera(0,10)+Pantalón(0,19)+Sujetador(0,06)+Bragas(0,04)+zapatos mujer(0,01) = **0,40 Clo**

- o Hombre estándar:

Camisa(0,25)+Pantalón(0,25)+Calzoncillo(0,04)+Calcetines(0,04)+Zapatos(0,03) = **0,61 Clo**

Si realizamos el valor promedio (**0,51 Clo**) y lo tomamos como representativo, tenemos la siguiente valoración por Fanger, ver imagen 13:

Media mujeres y hombres estándar: 0,51 Clo

Nivel de actividad (W/m2)			VENTILACIÓN CORRECTA O INDIFERENTE				IMV				
69,6							-0,68				
(met)							ejecutar la macro "IMV"				
1,2							CTRL+MAY+A				
			TEMP_EN RANGO		V (m/s)		IMV CORREGIDO (TRM ≠ Ta; HR% ≠50)				
			Tg (°C)	T (°C)	TRM (°C)	HR%	CLOTH (clo)	-0,63			
			24,9	25,2	24,5	66	0,3	0,505			
			Velocidad relativa (m/s)								
			Índice de valoración medio (IMV) - Confort Fanger								
Vestido (clo)	Vestido (m2 °C/ W)	T. seca (°C)	0	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5
0,00	0,000	25	-1,33	-1,33	-1,59	-1,92	b	b	b	b	b
0,03	0,005	26	-0,83	-0,83	-1,11	-1,4	b	b	b	b	b
0,06	0,010	27	-0,33	-0,33	-0,63	-0,88	b	b	b	b	b
0,09	0,015	28	0,15	0,12	-0,14	-0,36	b	b	b	b	b
0,13	0,020	29	0,63	0,56	0,35	0,13	b	b	b	b	b
0,16	0,024	30	1,1	1,01	0,84	0,63	b	b	b	b	b

Imagen 13. Resultado obtenido de hacer la media del factor de vestido para mujeres y hombres.

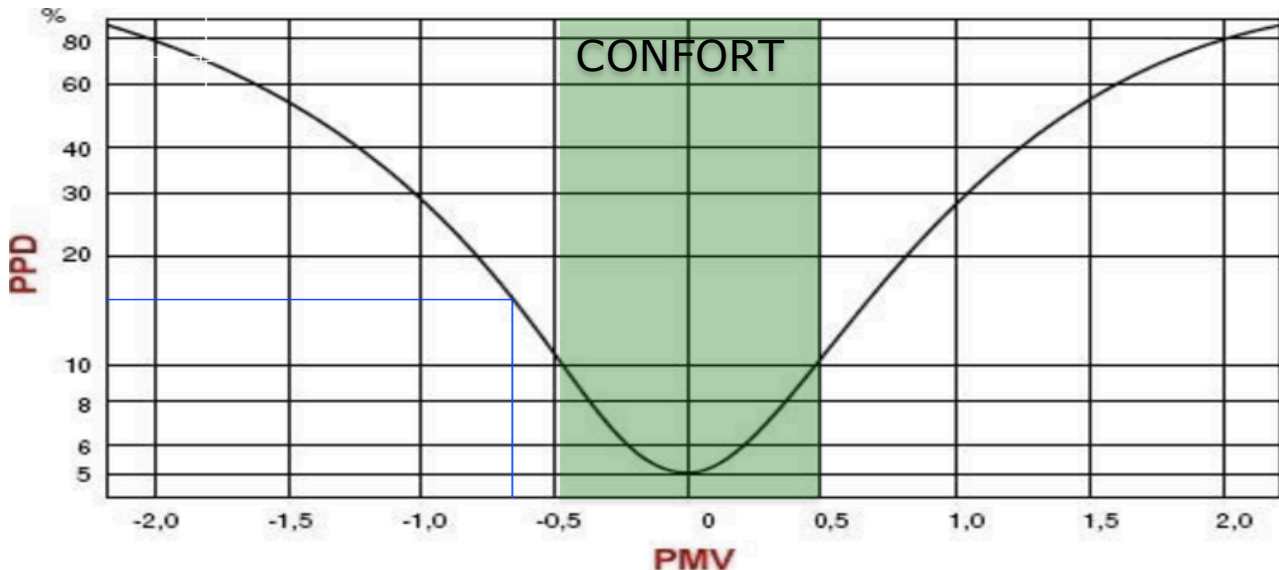


Imagen 14. Resultados obtenidos del con el Clo medio de los trabajadores.

Podemos ver, en la grafica de la imagen 14, que para un IVM promedio de -0,63 el valor de insatisfechos es del 17%. Como hemos visto con las anteriores calculadoras las condiciones de la oficina provocan cierta falta de confort por 'calor leve'. Pero según Fanger, como tiene en cuenta la actividad y el tipo de vestimenta, vemos que la sensación es más bien de 'frío leve' para ese 17% de personas, mientras que habría un 83% de personas con sensación de confort en esta situación.

En el siguiente ítem vamos a valorar un grupo especial, el que representa al mayor número de quejas recibidas. Observamos que su vestimenta es un poco más ligera que la hemos considerado estándar.

Mujeres que se quejan de frio y corrientes:

Vestido ligero (0,13)+Sujetador(0,06)+Bragas(0,04)+Zapatos mujer(0,01) = **0,24 Clo**

Nivel de actividad (W/m2)		69,6		VENTILACIÓN CORRECTA O INDIFFERENTE		IMV		-1,92	
(met)		1,2		f _{trm} f _{hr}		ejecutar la macro "IMV"		CTRL+MAY+A	
TEMP_EN RANGO		0,26 0,011		T _g (°C) T (°C) TRM (°C) HR%		V (m/s) CLOTH (clo)		IMV CORREGIDO (TRM ≠ Ta; HR% ≠50)	
		24,9 25,2 24,5 66		0,3 0,24				-1,93	
Vestido		Vestido		T. seca		Velocidad relativa (m/s)			
clo		m2 °C / W		°C		0 0,1 0,15 0,2 0,3 0,4 0,5 1 1,5			
0,00 0,000		25		-1,33 -1,33 -1,59 -1,92		Índice de valoración media (IVM) - Confort Fanger			
0,03 0,005		26		-0,83 -0,83 -1,11 -1,4		b b b b b			
0,06 0,010		27		-0,33 -0,33 -0,63 -0,88		b b b b b			
0,09 0,015		28		0,15 0,12 -0,14 -0,36		b b b b b			
0,13 0,020		29		0,63 0,56 0,35 0,11		b b b b b			

Imagen 15. Resultados obtenidos de las trabajadoras que se quejan (0,24 Clo).

Si trasladamos los resultados (IMV corregido = -1,93) para encontrar en índice de insatisfechos PPD, ver imagen 16.

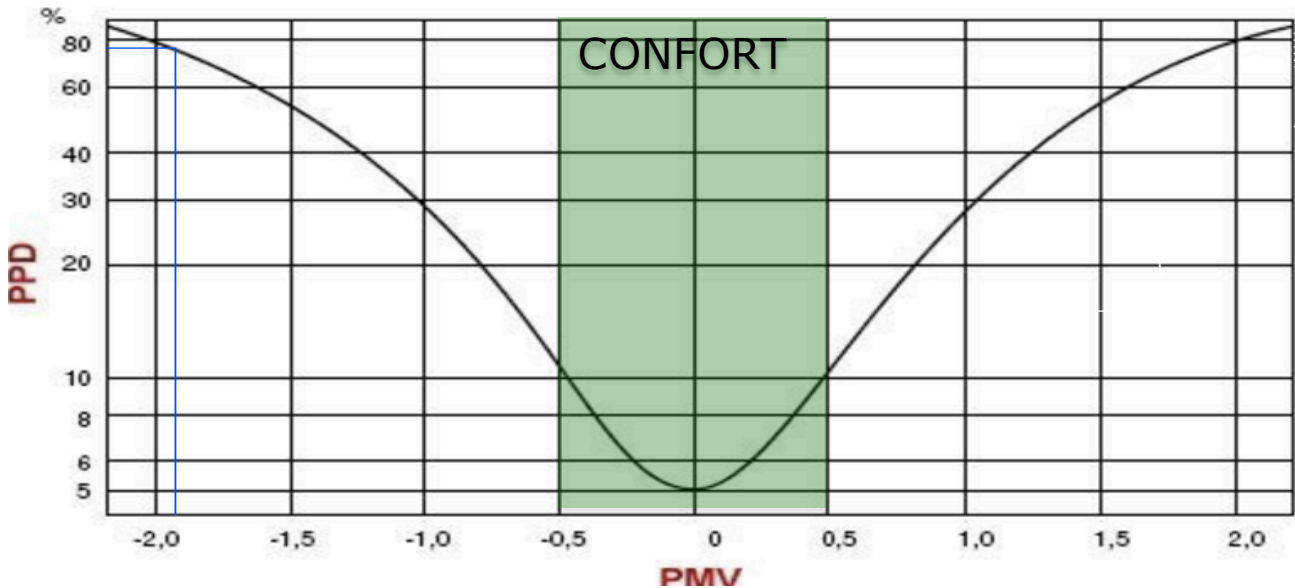


Imagen 16. Resultados obtenidos del con el Clo de las trabajadoras que se quejan.

Se puede corroborar que ahora el porcentaje de insatisfacción se eleva de forma casi exponencial por causa de la ligereza de la vestimenta, alcanzando un 79% de personas en estado de disconfort.

Si seguimos analizando los resultados pero ahora observamos los casos de vestimenta estándar para hombres (ver imagen 17) y mujeres (ver imagen 18) por separado de los que ya habíamos calculado sus índices de vestimenta (Clo):

Hombre estándar = 0,61 Clo

Nivel de actividad (W/m2) 69,6 (met) 1,2		VENTILACIÓN CORRECTA O INDIFFERENTE f _{trm} 0,145 f _{thr} 0,0093				IMV -0,48		
		TEMP_EN RANGO				ejecutar la macro "IMV"		
		T _g (°C)	T (°C)	TRM (°C)	HR%	V (m/s)	CTRL+MAY+A	
		24,9	25,2	24,5	66	0,3		
						CLOTH (clo)	IMV CORREGIDO (TRM ≠ Ta; HR% ≠ 50)	
						0,61	-0,43	
		Velocidad relativa (m/s)						
Vestido		Vestido		T. seca				
clo		m2 °C/W		°C				
0,00		0,000		25				
0,03		0,005		26				
0,06		0,010		27				
						Índice de valoración media (IVM) - Confort Fanger		

Imagen 17. Resultados obtenidos del con el Clo de los trabajadores hombre que no se quejan.

Cómo podemos observar, en esta ocasión, obtenemos un IVM de -0,43, con un nivel que cae dentro de los parámetros de confort, zona sombreada en verde en la curvas de PPD frente a PMV (figuras 14 y

16), por lo que la variable vestimenta es muy importante. Los márgenes de confort PMV (IVM) van de -0,5 a 0,5 [14].

Mujer estándar = 0,40 Clo

<table border="1"> <tr><td>Nivel de actividad (W/m2)</td></tr> <tr><td>69,6</td></tr> <tr><td>(met)</td></tr> <tr><td>1,2</td></tr> </table>		Nivel de actividad (W/m2)	69,6	(met)	1,2	<table border="1"> <tr><td colspan="4">VENTILACIÓN CORRECTA O INDIFFERENTE</td></tr> <tr><td>ftm</td><td>ftv</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>0,185</td><td>0,0102</td><td colspan="2"></td></tr> </table>				VENTILACIÓN CORRECTA O INDIFFERENTE				ftm	ftv			0,185	0,0102			<table border="1"> <tr><td>IMV</td></tr> <tr><td>-1,11</td></tr> </table>		IMV	-1,11																																																																																																			
Nivel de actividad (W/m2)																																																																																																																												
69,6																																																																																																																												
(met)																																																																																																																												
1,2																																																																																																																												
VENTILACIÓN CORRECTA O INDIFFERENTE																																																																																																																												
ftm	ftv																																																																																																																											
0,185	0,0102																																																																																																																											
IMV																																																																																																																												
-1,11																																																																																																																												
		<table border="1"> <tr><td colspan="2">TEMP_EN RANGO</td></tr> <tr><td>Tg (°C)</td><td>T (°C)</td></tr> <tr><td>24,9</td><td>25,2</td></tr> </table>		TEMP_EN RANGO		Tg (°C)	T (°C)	24,9	25,2	<table border="1"> <tr><td>TRM (°C)</td><td>HR%</td></tr> <tr><td>24,5</td><td>66</td></tr> </table>		TRM (°C)	HR%	24,5	66	<table border="1"> <tr><td>V (m/s)</td><td>CLOTH (clo)</td></tr> <tr><td>0,3</td><td>0,4</td></tr> </table>		V (m/s)	CLOTH (clo)	0,3	0,4	<table border="1"> <tr><td colspan="2">ejecutar la macro "IMV"</td></tr> <tr><td colspan="2">CTRL+MAY+A</td></tr> <tr><td colspan="2">IMV CORREGIDO (TRM ≠ Ta; HR% ≠ 50)</td></tr> <tr><td colspan="2">-1,08</td></tr> </table>		ejecutar la macro "IMV"		CTRL+MAY+A		IMV CORREGIDO (TRM ≠ Ta; HR% ≠ 50)		-1,08																																																																																														
TEMP_EN RANGO																																																																																																																												
Tg (°C)	T (°C)																																																																																																																											
24,9	25,2																																																																																																																											
TRM (°C)	HR%																																																																																																																											
24,5	66																																																																																																																											
V (m/s)	CLOTH (clo)																																																																																																																											
0,3	0,4																																																																																																																											
ejecutar la macro "IMV"																																																																																																																												
CTRL+MAY+A																																																																																																																												
IMV CORREGIDO (TRM ≠ Ta; HR% ≠ 50)																																																																																																																												
-1,08																																																																																																																												
<table border="1"> <tr><td>Vestido</td><td>Vestido</td><td>T. seca</td></tr> <tr><td>clo</td><td>m2 °C / W</td><td>°C</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,000</td><td>25</td></tr> <tr><td>0,03</td><td>0,005</td><td>26</td></tr> <tr><td>0,06</td><td>0,010</td><td>27</td></tr> <tr><td>0,09</td><td>0,015</td><td>28</td></tr> <tr><td>0,13</td><td>0,020</td><td>29</td></tr> <tr><td>0,16</td><td>0,024</td><td>30</td></tr> </table>		Vestido	Vestido	T. seca	clo	m2 °C / W	°C	0,00	0,000	25	0,03	0,005	26	0,06	0,010	27	0,09	0,015	28	0,13	0,020	29	0,16	0,024	30	<table border="1"> <tr><td colspan="10">Velocidad relativa (m/s)</td></tr> <tr><td>0</td><td>0,1</td><td>0,15</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>1</td><td>1,5</td></tr> <tr><td colspan="10">Índice de valoración media (IVM) - Confort Fanger</td></tr> <tr><td>-1,33</td><td>-1,33</td><td>-1,59</td><td>-1,92</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td></tr> <tr><td>-0,83</td><td>-0,83</td><td>-1,11</td><td>-1,4</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td></tr> <tr><td>-0,33</td><td>-0,33</td><td>-0,63</td><td>-0,88</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td></tr> <tr><td>0,15</td><td>0,15</td><td>-0,14</td><td>-0,38</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td></tr> <tr><td>0,63</td><td>0,56</td><td>0,35</td><td>0,13</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td></tr> <tr><td>1,1</td><td>1,01</td><td>0,82</td><td>0,63</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td><td>b</td></tr> </table>										Velocidad relativa (m/s)										0	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	Índice de valoración media (IVM) - Confort Fanger										-1,33	-1,33	-1,59	-1,92	b	b	b	b	b	b	-0,83	-0,83	-1,11	-1,4	b	b	b	b	b	b	-0,33	-0,33	-0,63	-0,88	b	b	b	b	b	b	0,15	0,15	-0,14	-0,38	b	b	b	b	b	b	0,63	0,56	0,35	0,13	b	b	b	b	b	b	1,1	1,01	0,82	0,63	b	b	b	b	b	b
Vestido	Vestido	T. seca																																																																																																																										
clo	m2 °C / W	°C																																																																																																																										
0,00	0,000	25																																																																																																																										
0,03	0,005	26																																																																																																																										
0,06	0,010	27																																																																																																																										
0,09	0,015	28																																																																																																																										
0,13	0,020	29																																																																																																																										
0,16	0,024	30																																																																																																																										
Velocidad relativa (m/s)																																																																																																																												
0	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5																																																																																																																				
Índice de valoración media (IVM) - Confort Fanger																																																																																																																												
-1,33	-1,33	-1,59	-1,92	b	b	b	b	b	b																																																																																																																			
-0,83	-0,83	-1,11	-1,4	b	b	b	b	b	b																																																																																																																			
-0,33	-0,33	-0,63	-0,88	b	b	b	b	b	b																																																																																																																			
0,15	0,15	-0,14	-0,38	b	b	b	b	b	b																																																																																																																			
0,63	0,56	0,35	0,13	b	b	b	b	b	b																																																																																																																			
1,1	1,01	0,82	0,63	b	b	b	b	b	b																																																																																																																			

Imagen 18. Resultados obtenidos del con el Clo de las trabajadoras mujer que no se quejan.

El estado de confort térmico para las mujeres obtiene un IVM de -1,08, lo que aunque no es excesivamente malo, solo 3 de cada 10 trabajadoras puede que manifestaran sus quejas, resulta anecdótico frente al obtenido para los hombres. El caso es que la única diferencia, puesto que se les supone el mismo gasto metabólico, es su forma de vestir.

El problema que vemos una vez analizadas las diferentes situaciones es que no podemos utilizar una forma de vestir que nos proporcione confort en el momento que circulamos por la calle (la actividad metabólica es superior a un trabajo sedentario) y pretender que al entrar en un espacio climatizado, continuar con esa misma sensación. Los espacios cerrados se acondicionan precisamente para diferir de las condiciones de temperatura del exterior.

Aún teniendo una temperatura aparentemente confortable y una buena humedad, es normal que la sensación térmica sea inadecuada si la vestimenta no es la apropiada para un recinto climatizado.

¿Se debería exigir o al menos recomendar un tipo de vestimenta en función de los parámetros del acondicionamiento psicrométrico con los que se climatizan los espacios de trabajo?

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

5.1. Conclusión Respecto a la Adecuación de la Propuesta del Depósito de Inercia.

Con una inversión amortizable en menos de dos años se ahorra dinero en la factura eléctrica con lo que se consigue una aproximación a la sostenibilidad energética tan necesaria en estos tiempos y que justifica de forma irrefutable la inversión requerida aún en el caso de que el plan de amortización de esta se hiciera inviable por otras causas no contempladas en esta memoria.

Se consigue con nuestra propuesta alargar la vida útil de las enfriadoras y de esta forma se prevé otra forma de minorar gastos que justifican las acciones planteadas.

5.2. Conclusión Respecto a las Condiciones de Confort Térmico.

Se ha demostrado que el conocimiento de las variables del confort térmico y su correcta aplicación, es una herramienta de diseño potente pues se puede evitar, a priori, que aparezcan opiniones negativas por falta de confort térmico por parte de los trabajadores y usuarios. Y cuando estas aparecen se puede evaluar su razón y actuar de forma conveniente si se ha previsto un sistema de control integral de los parámetros principales y necesarios que son como ya hemos apuntado: temperatura, humedad relativa y velocidad del aire en el interior de las salas.

Al hilo de esto último nos podemos hacer una pregunta que ya esbozamos en el capítulo anterior a la que daremos una respuesta abierta a distintas interpretaciones y donde emitimos un juicio valorativo particular por nuestra parte:

- ¿Por qué en los parámetros psicrométricos que plantea la normativa vigente, no existe al menos un ábaco de valores temperatura vs. humedad relativa que ajuste de forma racional y contrastada, aunque sea una aproximadamente, estos indicadores de confort térmico?

- No sabemos la razón, pero es completamente cierto que proponer en una normativa tan solo un rango de temperaturas y un rango de humedades relativas sin especificar su interdependencia es de una inconsistencia técnica y científica reprobables que puede tener consecuencias evidentes en el confort de trabajadores y usuarios en espacios de pública concurrencia.

- Para terminar cabe remarcar que los parámetros de confort tiene una dependencia muy fuerte del factor humano, en los que influyen aspectos como el género, edad, peso, metabolismo, estado de salud y sobre todo las expectativas de confort que con el paso del tiempo hemos ido subiendo. También, aunque de forma casi anecdótica, hemos podido establecer al hacer el análisis por Fanger, que una de las razones principales de las manifestaciones de falta de confort térmico, especialmente por frío, es una vestimenta excesivamente ligera inadecuada para las condiciones psicrométricas que se proyectan según normativa. Es evidente que la vestimenta de primavera-verano para las mujeres es mucho más ligera que la usual en los hombres, lo que lleva a los resultados que hemos mostrado en nuestro estudio y que se correlacionan de forma clara con la situación real: las molestias manifiestas surgen de un grupo particular de mujeres, mientras que no se tiene constancia de quejas por parte de los trabajadores masculinos.

CAPÍTULO 8

BIBLIOGRAFÍA

- [1] **Albornoz, V. C., Vilasau, D.R., Alcaíno L. J.** *Confort Térmico en Ambientes Laborales*. Nota Técnica 47-21032017A-1. Ed. Departamento de Salud Ocupacional Instituto de Salud Pública de Chile, 2017.
- [2] **Agencia Estatal de Meteorología - AEMET.** *Guía resumida del clima en España (1981-2010)*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Descargable online:
http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/guia_resumida_2010/GuiaResumidaDelClima.zip
- [3] **Armendáriz Pérez de Ciriza, Pilar.** *Evaluación del Bienestar térmico en locales de trabajo cerrados mediante los índices térmicos PMV y PPD*. Ed. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006.
- [4] **Aumann, D., Jenkins, N., Surlles, T., Therkelsen, Robert L.** *Windows and Offices: A Study of Office Worker Performance and the Indoor Environment*. Technical Report: P500-03-082-A-9. October 2003.
- [5] **Castejón Vilella, E.** *Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación*. Nota Técnica de Prevención-NTP-074. Ed. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1983.
- [6] **Diego-Mas, J. A.** *Evaluación del confort térmico con el método de Fanger*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>
- [7] **Epstein, Y., Moran, D.S.** *Thermal Confort and the Heat Stress Indices*. Industrial Health 44(3):388-98, 2006.

- [8] **Fanger, P. O.** *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Ed. McGraw-Hill, 1972.
- [9] **González Valiente, C., Ferrando Pérez, R.** *Instalaciones de Climatización y Ventilación: Tomo 2*. Ed. Conselleria de Cultura, Educación y Deporte Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Valencia. ISBN:9788496438484.
- [10] **Hernández Calleja, A.** *Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables*. Nota Técnica de Prevención-NTP-779. Ed. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2007.
- [11] **HIPSA-TOPAIR.** *Cálculo de depósitos de inercia para instalaciones de agua*. Boletín Técnico. Descargable online: <http://hitop.byethost9.com/boletines/inercia.pdf>
- [12] **Kvisgaard, B.** *La Comodidad Térmica*. INNOVA Air Tech Instruments A/S, Denmark -Brüel &Kjær- 1997. (Traducido al castellano por Manuel Martín Monroy, 2000).
- [13] **Mondelo, P. R., Gregori Torada, E., Comas Úriz, S., Castejón Vilella, E., Bartolomé Lacambra, E.** *Ergonomía 2: Confort y estrés térmico*. Ed. UPC, 1999.
- [14] **Norma ISO.** *UNE-EN-ISO 7730 - Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local*. Ed. AENOR, octubre de 2006.
- [15] **Parsons, K.** *Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and*

Performance. Ed. CRC Press, 2014. ISBN:9781466595996.

- [16] **Real Decreto 486/1997, de 14 de abril**, *Establecimiento de disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*. BOE núm. 97, de 23 de abril de 1997, páginas 12918 a 12926. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- [17] **Real Decreto 488/1997, de 23 de abril** *Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Utilización de Equipos con Pantallas de Visualización*. REAL DECRETO de 14 de abril BOE nº 97.
- [18] **Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, "R.I.T.E"** *Aprobación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios*. «BOE» núm. 207, de 29 de agosto de 2007, páginas 35931 a 35984. Ministerio de la Presidencia.
- [19] **Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre**, *Modificación del Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio*. BOE núm. 298, de 11 de diciembre de 2009, páginas 104924 a 104927. Ministerio de la Presidencia.
- [20] **RC. SL. Facilities & Building Engineering Projects**. *Proyecto de Reforma de la Instalación de Climatización Integral Invierno Verano del Edificio Sede Provincial del INSS*. 05/12/2013.

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El horario de funcionamiento previsto de la instalación, objeto del presente proyecto es de 8 horas durante los doscientos sesenta y ocho días laborables del año.

La instalación de climatización esta constituida por:

Grupos de bombeo

- Grupos de bombeo para el circuito de refrigeración (Equipo CTF-04). Esta instalado en el circuito primario CP-04 que sirve a la planta enfriadora de agua CTF-04. Estará formada por bombas gemelas. Son bombas de caudal constante.

- Grupos de bombeo para el circuito de calor (condensación de la CTF-04). Se encuentra en el circuito de condensación de la planta enfriadora de agua condensada por agua CP-04 que sirve a la planta enfriadora de agua CTF-04. Estará formado por bombas gemelas. Son bombas de caudal constante.

Circuitos primarios refrigeración y calefacción.

- Circuitos primarios de refrigeración y calefacción (Red Hidraulica de distribución del fluido caloportador agua fría o caliente entre Plantas CTF-01/02/03 y colectores de frío y Calor). Es la red de refrigeración (Distribución agua fría 7-12°C) o calefacción (impulsión y retorno) de frío y calor, con los equipos de la central de producción termográfica CTF-01/02/03. La commutación entre el colector de frío y el el colector de calor se realiza mediante la apertura y cierre de válvulas motorizadas de dos vías tipo todo/nada con cierre estanco. El accionamiento de las mismas se realizada en función de la demanda

interna de calefacción y refrigeración controlada a través del sistema de gestión centralizado de la instalación. Dicho circuito se denomina "CP-01/02/03".

- Circuito Primario de refrigeración (Red hidráulica de distribución del fluido caloportador de agua fría entre Planta CTF-04 y colectores de Frío). Es la red de refrigeración (Distribución de agua fría 7-12°C), que interconexiona los colectores del primario (impulsión y retorno) de frío, con el equipo de la central de producción termofrigorífica CTF-04. Conecta directamente con el colector de frío. La puesta en marcha de este circuito se realiza cuando la demanda interna de calefacción y refrigeración se produzca de forma simultánea y será controlada a través del sistema de gestión centralizado de la instalación. Dicho circuito se denomina CP-04. De momento hasta ahora no funciona como se espera. Este punto lo trataremos más adelante.

- Circuito primario de calefacción (Red Hidráulica de distribución del fluido caloportador de agua caliente entre Planta CTF-04, lado de condensación y colectores de Calor). Será la red calefacción (distribución de agua fría 45-40°C) que interconexiona los colectores de primario (impulsión y retorno) de calor, con el equipo de la central de producción termofrigorífica CTF-04, salida de condensación. Conecta directamente con el colector de calor. La respuesta en servicio de este circuito se realizara cuando la demanda interna de calefacción y refrigeración se produzca de forma simultánea y será controlado a través del sistema de gestión centralizado de la instalación. Dicho circuito se denomina CP-O4C

Circuitos secundario refrigeración y calefacción.

- Circuito Secundario de refrigeración a climatizadoras (Red Hidráulica de distribución del fluido caloportaor de agua fría entre las

climatizadoras de planta y colectores de frío) Será la red de refrigeración (distribución de agua fría 7-12°C) que interconexiona los colectores(impulsión y retorno) de frío con las unidades de tratamiento de aire interior(Climatizadoras de planta). El circuito discurre a través de la planta de la cubierta hasta el patinillo técnico, por ésta, entrazado vertical hasta la planta baja derivándose en cada una de las plantas para acometer a las climatizadoras. Dicho circuito se denominara CS-01. Lleva montado una bomba gemela de velocidad variable , para ajustar el caudal del fluido caloportador recirculado dependiendo de la demanda interna de los espacios Climatizados. (BS1-1/2).

- Circuito Secundario de calefacción a climatizadoras (Red hidráulica de distribución del fluido caloportador de agua caliente entre las climatizadoras de planta y colectores de calor). Es la red de calefacción(distribución de agua caliente 45-40°C) que interconexiona los colectores ,impulsión y retorno, de calor con las unidades de tratamiento de aire interior, climatizadoras de planta. El circuito discurre a través de la planta de la cubierta hasta el patinillo técnico, por ésta, entrazado vertical hasta la planta baja derivándose en cada una de las plantas para acometer a las climatizadoras. Éstas mantendrán su actual batería de intercambio aire agua. Dicho circuito de denominara CS-02. Se monta una bomba gemela de velocidad variable , para ajustar el caudal del fluido caloportador recirculado dependiendo de la demanda interna de los espacios Climatizados (BS2-1/2)
- Circuito secundario de refrigeración y calefacción a climatizadoras (Conexión a climatizadoras). Se mantiene aguas arriba de la válvula motorizada de tres vías del tipo TODO/NADA, se coloca en la conexión con las tuberías de los circuitos secundarios CS-01 Y CS-02.

- Circuito secundario de refrigeración y calefacción a Fan-coil. (Conexionado a Fan-coils). Es la red de refrigeración calefacción (distribución agua fría 7-12°C y agua caliente 45-40°C, que interconexiona los colectores (impulsión y retorno) de frío y calor, con las unidades de tratamiento de aire interior, fan-coils de planta. Están conectado a los colectores de frío y calor, el circuito discurre por el patinillo de servicio hasta cada planta distribuyéndose por cada despacho y sala que dispone de ellos.

Salas climatizadoras y líneas de fancoils.

- Planta quinta zona derecha e izquierda, climatizadores CLI-5D Y CLI-5I. Hay colocada una línea de difusores lineales en la zona de la fachada sur, tanto en la zona derecha como izquierda. Los difusores lineales están acoplados a cajas de caudal constante motorizados con un sistema de apertura todo/nada, controlados por termostatos de zona. Cada climatizador tiene un variador de velocidad, para ajustar el caudal de aire recirculando a la demanda interna de los espacios climatizados. Las operaciones de control son gestionadas por el sistema de gestión centralizado del edificio.
- Planta carta Izquierda, climatizadoras CLI-4I. Hay colocada una línea de difusores lineales en la zona de la fachada sur, tanto en la zona derecha como izquierda. Los difusores lineales están acoplados a cajas de caudal constante motorizados con un sistema de apertura todo/nada, controlados por termostatos de zona. Cada climatizador tiene un variador de velocidad, para ajustar el caudal de aire recirculando a la demanda interna de Iso espacios climatizados. Las operaciones de control son gestionadas por el sistema de gestión centralizado del edificio.

- Planta Tercera zona derecha e izquierda, climatizadores CLI-3D Y CLI-3I. Hay colocada una línea de difusores lineales en la zona de la fachada sur, tanto en la zona derecha como izquierda. Los difusores lineales están acoplados a cajas de caudal constante motorizados con un sistema de apertura todo/nada, controlados por termostatos de zona. Cada climatizador tiene un variador de velocidad, para ajustar el caudal de aire recirculando a la demanda interna de los espacios climatizados. Las operaciones de control son gestionadas por el sistema de gestión centralizado del edificio.

- Planta segunda zona derecha e izquierda , climatizadoras CLI-2D Y CLI-2I. Hay colocada una línea de difusores lineales en la zona de la fachada sur, tanto en la zona derecha como izquierda. Los difusores lineales están acoplados a cajas de caudal constante motorizados con un sistema de apertura todo/nada, controlados por termostatos de zona. Cada climatizador tiene un variador de velocidad, para ajustar el caudal de aire recirculando a la demanda interna de los espacios climatizados. Las operaciones de control son gestionadas por el sistema de gestión centralizado del edificio.

- Planta primera y segunda. Hay colocada una línea de difusores lineales en la zona de la fachada sur, tanto en la zona derecha como izquierda. Los difusores lineales están acoplados a cajas de caudal constante motorizados con un sistema de apertura todo/nada, controlados por termostatos de zona. Cada climatizador tiene un variador de velocidad, para ajustar el caudal de aire recirculando a la demanda interna de los espacios climatizados. Las operaciones de control son gestionadas por el sistema de gestión centralizado del edificio.

- Planta baja, planta primera , segunda, tercera, cuarta y quinta. Nos encontramos con salas de máquinas conectadas a a los circuitos de

refrigeración frío/calor. En cada sala de máquinas encontramos un intercambiador aire agua que con soporte de un ventilador suministra aire climatizado a las oficinas de cada una de las plantas correspondientes. En la planta baja hay tres intercambiadoras juntas, suministrando aire climatizado al hall oficina de atención al público y oficina de primera planta.

- En cada una de las plantas hay pequeños despachos que corresponden a los responsables de sección. Esos despachos se climatizan gracias a los Fancoil aire-agua que hay instalados en ellos

ANEXO II

**COMPROBACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES
DE LA MÁQUINARIA EXISTENTE PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA
ITE 02.**

-Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío aportado

Los requisitos mínimos de eficiencia energética de los generadores de frío y calor mediante planta enfriadora de agua tipo aire-agua con recuperación parcial de calor son;

1-Indicacion de los coeficientes EER y COP indica cual de cada equipo para variar la demanda desde el máximo hasta el limite inferior de parcialización, en las condiciones previstas de diseño, así como el de la central con la estrategia de funcionamiento exigida.

2-En aquellos casos que los equipos dispongan de etiquetado energético se indicara la clase energética de los mismos.

3- La temperatura del fluido caloportador a a la salida de las plantas deberá ser mantenida constante al variar la demanda, salvo excepciones que se justifiquen

4- El salto de temperatura será en función creciente de la potencia del generador o generadores, hasta el limite establecido por le fabricante, con el fin de ahorrar potencia de bombeo , salvo excepciones que se justifiquen

Cumplimiento:

Se justifica según los " COEFICIENTES DE EFICIENCIA ENERGETICA", que para las plantas enfriadoras que hay instaladas son los siguiente:

CTF-01/02/03. – HIDROPAC IWE 960 U R 410 A. CIAT

-Funcionamiento en frío

Potencia frigorífica bruta	201.6kW
Potencia frigorífica neta	200.9kW
Potencia absorbida bruta	68.6kW
Potencia absorbida neta	69.3kW
EER neto (EN 1411)/ ESEER neto	2.90 / 3.91

-Funcionamiento en calor

Potencia frigorífica bruta	227.6 kW
Potencia frigorífica neta	228.3 kW
Potencia absorbida bruta	70.7 kW
Potencia absorbida neta	71.4 kW
COP NETO (EN 14511)	3.20

CTF-04.-DYNACIAT LF/GP 300 U R 420 A. "CIAT"

-Funcionamiento en frío

Potencia frigorífica bruta	86.9 kW
Potencia frigorífica neta	86.6 kW
Potencia absorbida bruta	21.4 kW
Potencia absorbida neta	22.4 kW
EER neto (EN 1411)/ ESEER neto	3.86 / 4.97

-Funcionamiento en calor (lado de condensación)

Potencia frigorífica bruta	108.3 kW
Potencia frigorífica neta	109.0 kW
COP NETO (EN 14511)	4.86

Los requisitos de escalonamiento de potencia en centrales de generación de frío/calor son los siguientes:

1. Las centrales de generación frío/calor deben diseñarse con un número de generadores tal que se cubre la variación de la demanda del sistema con una eficiencia aproximadas a la máxima que ofrecen los generadores elegidos.
2. La parcialización de la potencia suministrada podrá obtenerse escalonadamente o con continuidad.
3. Si el límite inferior de la demanda pudiese ser menor que el límite inferior de parcialización de una máquina, se debe instalar un sistema diseñado para cubrir esa demanda durante su tiempo de duración a lo largo de una día. El mismo sistema se empleara para limitar la pinta de la demanda máxima diaria.
4. A estos requisitos estarán sometidos también los equipos reversibles cuando funcionan en régimen de bomba de calor.

Cumplimiento:

Hay instalada una central de producción termofrigorífica integrada por cuatro plantas enfriadoras. Tres de ellas bomba de calor reversibles tipo aire-agua, y una planta enfriadora de agua, bomba de calor, tipo agua-agua. Esta cuarta planta entra en funcionamiento con carácter prioritario cuando se demanda simultáneamente en el edificio refrigeración y calefacción, en épocas intermedias, y siendo gestionado y controlado su funcionamiento por el sistema de gestión centralizado TREND.

Los requisitos de la maquinaria frigorífica condensada por aire serán los siguientes:

1. Los condensadores de la maquinaria frigorífica enfriada por aire se dimensionaran para una temperatura exterior igual a la del nivel percentil más exigente mas 3°C.
2. La maquinaria frigorífica condensada por aire estará dotada de un sistema de control de la presión de condensación, solo cuando se tenga seguridad de que nunca funcionara con temperaturas exteriores menores que el límite mínimo que indique el fabricante
3. Cuando la maquinaria sea reversible, la temperatura mínima de diseño será la húmeda del nivel percentil más exigente menos 2°C

Cumplimiento:

Las capacidades de los equipos seleccionados en régimen de refrigeración y en régimen de calefacción, que se reflejan en el CAPITULO DE CALCULOS. Indicamos el valor máximo bajo las siguientes condiciones.

-Refrigeración: Interior 27°C Ts / 19°C Th Exterior 35°C Th

-Calefacción: Interior 20°C Ts. Exterior 7°C Ts / 6°C Th.

Aislamiento térmico de redes de tuberías, conductos y accesorios.

Aislamiento térmico de las redes de tuberías, redes hidráulicas de distribución de fluidos caloportador y redes interconexiónado frigorífico (gas refrigerante).

1. Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con:

a) Temperatura menor que la temperatura ambiente del local o el que discurran.

b) Temperatura mayor de 40°C cuando están instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiendo excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresiones frigoríficas, salvo cuando estén al alcance de las personas.

2. Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanqueidad de las juntas se evitará el paso de agua de lluvia.

3. Los equipos, componentes y tuberías, que se suministren aislados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante. En particular, todas las superficies frías de los equipos frigoríficos estarán aisladas térmicamente con el espesor determinado por el fabricante.

4. Para evitar condensaciones intersticiales se instalará una adecuada barrera al paso del vapor; la resistencia será mayor que 50MPa

5. Para el cálculo del espesor mínimo del aislamiento se opta por el procedimiento simplificado, apartado IT1.2.4.2.1.2.

Cumplimiento:

La totalidad de la red de distribución del fluido caloportador (agua) esta aislado térmicamente con coquilla de poliuretano tipo "ARMAFLEX" de los siguientes espesores como mínimo:

Espesor en mm.- Tuberías que transportan fluidos **calientes** que discurren por el **interior** del edificio:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C) 40..60
$60 < D \leq 90$	30mm
$90 < D \leq 140$	30mm
$D < 140$	35mm

Espesor en mm.- Tuberías que transportan fluidos **calientes** que discurren por el **exterior** del edificio:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C) 40..60
$60 < D \leq 90$	40mm
$90 < D \leq 140$	40mm
$D < 140$	45mm

Espesor en mm.- Tuberías que transportan fluidos **fríos** que discurren por el **interior** del edificio:

Diametro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C) 40..60
$60 < D \leq 90$	30mm
$90 < D \leq 140$	40mm
$D < 140$	40mm

Espesor en mm.- Tuberías que transportan fluidos **fríos** que discurren **exterior** del edificio:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C) 40..60
$60 < D \leq 90$	50mm
$90 < D \leq 140$	60mm
$D < 140$	50mm

Eficiencia energética de los equipos para el transporte de energía.

1.- La selección de los equipos de propulsión de los fluidos portadores se realizara de forma que su rendimiento sea máximo en las condiciones calculadas de funcionamiento.

2.- Para sistemas de caudal variable, el requisito deberá ser cumplido en las condiciones medias de funcionamiento a lo largo del año.

3.- Se justificara, para Cada circuito, la potencia especifica de los sistemas de bombeo, denominado SFP y definida como la potencia absorbida por el motor dividida por el caudal del fluido transportado, medida en W/(m³/s).

4.- Se especificará la categoría a la que pertenece cada sistema, considerando el ventilador de impulsión y el de retorno , de acuerdo con la siguiente clasificación:

-SFP1 Y SFP2 para sistemas de ventilación y de extracción

-SFP 3 Y SFP 4 para sistemas de climatización.

5.- La selección de los motores eléctricos se justificara basándose en los criterios de eficiencia de la energía.

6.- En las instalaciones en las que se utilicen motores eléctricos de inducción con jaula de ardilla, trifásicos, protección Ip 54 o IP 55, DE 2 O 4 POLOS, de diseño estándar, de 1,1 a 90 KW de potencia, el rendimiento mínimo de dichos motores será el indicado en la Tabla 2.4.2.8

7.- Quedan excluidos los siguientes motores: Para ambientes especiales, encapsulados, no ventilados, motores directamente acoplados a bombas, sumergibles, de compresores herméticos y otros.

Cumplimiento:

Se instalarán nuevos equipos de bombeo tanto para el primario de frío como para el primario de recuperación de calor. Para la central CTF.04, así como, para los circuitos secundarios.

La selección de los equipos de propulsión del fluido portador, agua, se realizará de forma que su rendimiento sea máximo en las condiciones calculadas de funcionamiento.

CIRCUITO HIDRÁULICO	CAUDAL m³/h	REFERENC IA BOMBA	POT.EL EC. W	SFP W/(m³/s)
PRIMARIO CTF-01	34,6	BP1-1/2	30000	312138,73
PRIMARIO CTF-02	34,6	BP2-1/2	30000	312138,73
PRIMARIO CTF-03	34,6	BP3-1/2	30000	312138,73
PRIMARIO CTF-04(FRÍO)	14,6	BP4-1/2	750	184931,51
PRIMARIO CTF-04(CALOR)	18,6	BPC4-1/2	750	145161,29
SECUNDARIO CLIMATIZADORA FRÍO CS-01	85,06	BS1-1/2	7500	317423,00
SECUNDARIO CLIMATIZADORA CALOR CS-02	55,28	BS1-1/2	5500	358176,56
SECUNDARIO CLIMATIZADORA FRÍO-CALOR CS-03	26,51	BS1-1/2	2200	298755,19

Los valores obtenidos son los siguientes:

Cumplimiento de la exigencia de la eficiencia energética de contabilización de consumos.

1.- Las instalaciones térmicas de potencia nominal mayor que 70kW, en régimen de refrigeración o calefacción, dispondrán de dispositivos que permitan efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

2.- Los generadores de calor frío de potencia nominal mayor que 70kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

3.- Los compresores frigoríficos de más de 70 kW de potencia nominal dispondrán de un dispositivo que permita registrar el número de arrancadas del mismo.

Cumplimiento:

La instalación de un sistema de gestión centralizado TREN con el programa para el control y gestión de las plantas integrantes de la central de producción termofrigorífica con parametrización para la optimización de la eficiencia energética de esta, mediante la mejora del EER y ESEER. El programa se encargará de la contabilización del consumo de energía eléctrica y determinación del EER y ESEER. Esta función se realiza mediante los analizadores de redes que se instalan, en cada una de las plantas enfriadoras, las sondas de temperatura en impulsión y retorno de los circuitos de refrigeración y calefacción y caudalímetros de contabilización por impulsos que se instalan en los circuitos de refrigeración y calefacción (primarios) de cada una de las mismas enfriadoras y secundarios.

ANEXO

III

Relación de equipos generadores de energía térmica con datos identificativos, potencia térmica y tipo de energía empleada.

Los equipos que se encuentran en la instalación son los encargados de la producción de la energía termofrigorífica necesaria para cubrir la demanda energética del edificio. Hay instalados 4 unidades. Tres equipos plantas enfriadoras bomba de calor reversible aire-agua y una planta enfriadora de agua, bomba de calor, agua agua, para producción, en primer escalón de funcionamiento, el agua fría y caliente en épocas intermedias cuando en el interior del edificio se demanda simultáneamente refrigeración y calefacción.

Los equipos instalados son de accionamiento electromecánico necesitando para su funcionamiento, refrigeración y calefacción, de acuerdo con el siguiente reparto.

<u>EQUIPO</u>	<u>Pot. Frigorífica.</u>	<u>Pot. Calorífica.</u>
CTF-01	201.60 kW	227,60 kW
CTF-02	201,60 kW	227,60 kW
CTF-03	201,60 kW	227,60 kW
<u>TOTAL</u>	604,80 kW	682,80 kW
CTF.04 (FRÍO-CALOR)	86,89 kW	108,30 kW

La elección de los equipos que forman la central termofrigorífica así como su instalación se realizó en su momento teniendo en cuenta, la normativa vigente en materia de ahorro de energía.

A continuación se indica el C.O.P. y el E.E.R. de dichos equipos integrantes de la central.

CTF-01/02/03.- HIDROPAC IWE 960 U R 410 A. CIAT

-Funcionamiento en frío:

Potencia frigorífica bruta	201.6 kW
Potencia frigorífica neta	200.9 kW
Potencia absorbida bruta	68.6 kW
Potencia absorbida neta	69.3 kW
EER neto (EN 1411)/ ESEER neto	2.90 / 3.91

-Funcionamiento en calor:

Potencia frigorífica bruta	227.6 kW
Potencia frigorífica neta	228.3 kW
Potencia absorbida bruta	70.7 kW
Potencia absorbida neta	71.4 kW
COP NETO (EN 14511)	3.20

CTF-04.-DYNACIAT LF/GP 300 U R 420 A. "CIAT"

-Funcionamiento en frío

Potencia frigorífica bruta	86.9 kW
Potencia frigorífica neta	86.6 kW
Potencia absorbida bruta	21.4 kW
Potencia absorbida neta	22.4 kW
EER neto (EN 1411)/ ESEER neto	3.86 / 4.97

-Funcionamiento en calor (lado de condensacion)

Potencia frigorífica bruta	108.3 kW
Potencia frigorífica neta	109.0 kW
COP NETO (EN 14511)	4.86

-Elementos integrantes de la instalación

En la instalación podemos encontrar un total de cuatro unidades de las cuales tres son equipos de bomba de calor reversibles aire agua y uno es una planta enfriadora de agua, bomba de calor, agua agua, para producción, en primer escalón de funcionamiento, ayudando así a los equipos bomba de calor y en épocas intermedias, cuando la demanda en el interior del edificio sea simultanea de refrigeración y calefacción, poder recuperar energía.

-Planta enfriadora bomba de calor reversible aire agua

La planta enfriadora es un conjunto completo y compacto listo para funcionar una vez instalada con las conexiones hidráulicas y eléctricas.

Esta compuesta por los siguientes elementos:

- Compresor scroll
- Enfriador condensador.
- Intercambiador exterior
- Condensador de agua.
- Circuito de refrigerante.
- Estructura metálica.
- Cuadro eléctrico

Siendo su construcción según las normas especificadas en Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas.

Los compresores son de tipo scroll, trifásicos, para gas refrigerante R-410 A.

El motor tiene un aislamiento especial, para tolerar el contacto frecuente con el refrigerante líquido y resistir sus posibles ataques químicos. Los devanados están protegidos por un cilindro metálico contra el flujo de refrigerante a gran velocidad que penetra en el compresor. El aislamiento asegura igualmente protección contra altas temperaturas debidas a variaciones en la tensión eléctrica.

Un protector térmico, inserto en el devanado protegerá al motor contra sobretensiones y temperaturas elevadas, debidas a un funcionamiento anormal.

Protección para altas presiones de descarga, mediante válvulas internas de sobrepresión. El gas caliente es recirculado a la aspiración, donde el protector térmico provoca la parada del compresor.

Los motores están refrigerados completamente por los gases de aspiración (aire). Por no necesitar refrigeración exterior pueden funcionar en con temperatura ambiente.

Lubricación forzada con aceites de espuma controlada. Silenciadores y amortiguadores internos, que dotan al compresor de un funcionamiento silencioso.

Resistencias de cárter para evitar la acumulación de refrigerante líquido en el compresor, durante los periodos de parada. En su funcionamiento la línea de descarga interna actúa como calentador de aceite.

El nivel de aceite en funcionamiento se realizará mediante un orificio de evacuación que mantiene la presión de funcionamiento en el cárter a menor nivel que la presión de aspiración asegurando un eficiente retorno de aceite.

Calentador de aceite constituido por una resistencia eléctrica alojada en el cárter.

El indicador de nivel de aceite está constituido por un visor situado en la tapa del cárter. El nivel de aceite debe llegar hasta la mitad del mismo.

El control de capacidad está formado por un sistema de camisas móviles que hace que la válvula de aspiración permanezca abierta durante la carrera ascendente del cilindro, con lo que se consigue que una parte del refrigerante vuelva de nuevo a la cámara de aspiración, regulando la capacidad del compresor. Este sistema es automático, se acciona por válvula solenoide montadas en el exterior comandadas por termostato.

Motor eléctrico hermético accesible, de inducción, de cuadro de polos a 1450 r.p.m. Refrigerado mediante el gas de aspiración, con sus correspondientes protección térmicas incorporadas.

El enfriador condensador- evaporador será del tipo intercambiador de placas de acero inoxidable soldadas. Diseñado para obtener la máxima transmisión de calor y calorifugado.

El intercambiador exterior, (evaporador/condensador de expansión directa) diseñado para obtener la máxima transmisión de calor. Estará formado por bancada de chapa de acero galvanizado de 3 mm. de espesor, los frentes, enlaces de batería y patas, de acero galvanizado de 2mm. La totalidad de los elementos irán tratados mediante un acabado epoxi-poliéster que permite su utilización en intemperie bajo condiciones extremas y ambientes salinos.

El condensador de agua será de cobre de diámetro 3/8" expansionadas hidráulicamente y aleteadas con planchas de aluminio.

Los moto-ventiladores axiales formando conjunto monobloc. Como accionamiento se emplea un motor de rotor externo que forma a la vez el cubo del ventilador, en ejecución de corriente alterna trifásica con tipo de protección IP-44.

El circuito refrigerante consta de las válvulas de solenoide, válvulas de expansión termostática, válvulas de control de la presión de aspiración, válvulas manuales, visores, filtro deshidratador-secador de carga cerámica recambiable, válvula de carga de refrigerante, tubería de cobre, etc.... Necesarias para el adecuado funcionamiento de la unidad. La línea de aspiración irá aislada con coquilla de poliuretano de 19mm de espesor.

La estructura metálica consta de una bancada construida por perfiles de acero, con empanelador de cierre, construidos en planchas de acero galvanizado con acabado mediante pintura epoxi-poliéster, permitiendo la ubicación de las unidades en exteriores con ambientes salinos.

El cuadro eléctrico-electrónico de fuerza y control estará construido en caja de chapa de 3mm. De espesor, con tratamiento de pintura epoxi-poliéster o bien en su totalidad de PVC albergando en su interior los siguientes elementos:

Protecciones y seguridad

- Térmicos de los devanados del compresor.
- Fusibles líneas de fuerza del compresor.
- Fusibles líneas de fuerza de los ventiladores.
- Interruptor automático.

- Protección térmica por sonda de temperatura del compresor.
- Protección térmica por sonda de temperatura de los ventiladores.
- Presostato de alta y de baja.
- Presostato de diferencial de aceite.
- Termostato de mínima o de seguridad.
- Limitador de arranque

Control

- Presostato de baja de vaciado.
- Presostato de baja prerrecogida de líquido.
- Presostato de baja de descarche.
- Presostato de alta control presión de condensación
- Termostato de control electrónico.

Maniobra

- Interruptor de paro-vaciado-marcha.
- Selector de recrecida secuencia.
- Pulsador de descarche manual.
- Selector automático manual.
- Selector remoto-local.

Señalización

- Manómetro de baja presión
- Manómetro de alta presión
- Manómetro de presión de aceite.
- Leds de indicación incorporados en el autómata programable.
- Regletas para conexiones de mandos indicación a distancia y protecciones exteriores.
- Control de capacidad de etapas de funcionamiento.

Regulación electrónica

Regulación electrónica con microprocesador formado por los siguientes elementos:

- Carta principal.
- Carta de señalización, con las siguientes funciones:
- Selección de las temperaturas de consigna de producción de agua fría y agua caliente.
- Visualización de temperatura de agua fría y agua caliente.
- Señalización de fallos.
- Temporización anti-corto-ciclo

Los límites de funcionamiento de las centrales serán los siguientes:

Refrigeración

Temperatura máxima aire exterior(°C)	+45
Temperatura mínima aire exterior(°C)	+15
Temperatura máxima aire exterior(°C)	+15
Temperatura mínima aire exterior(°C)	+5

Compresores

Temperatura de evaporación máxima (°C)	+12.5
Temperatura de evaporación mínima (°C)	-15.0
Temperatura de condensación mínima (°C)	+30.0
Temperatura de condensación máxima (°C)	+62.0
Recalentamiento mínimo (°C)	+5.0
Recalentamiento máximo (°C)	+18.0
Temperatura descarga máxima (°C)	+120.0
Temperatura aceite máxima (°C)	--
Temperatura aceite mínima (°C)	--

Presión de condensación máxima (bar)	26
Presión de condensación mínima (bar)	12.3
Relación de compresión mínima	1.6
Diferencia de presión máxima	23.3

Regulaciones

	(MIN)	(MAX)
-Presostato de alta (bar)	-----	-----
-Presostato de baja (bar)	2.8	4.2
-Presostato de aceite 120s (bar)	0.7	-----
-Termostato de seg. Lado refrig. (°C)	1.0	-----
-Válvula de seguridad (bar)	-----	-----
-Interruptor automático. (A)	-----	-----

Equipos autónomos compacto plante enfriadoras agua-agua

Es un equipo completo y, por tanto, está preparada para su funcionamiento con total autonomía, necesitando únicamente las conexiones eléctricas.

Esta está compuesta por los siguientes elementos.

- Mueble.
- Compresor scroll.
- Enfriador condensador
- Condensador de agua.
- Circuito de refrigerante.
- Estructura metálica
- Cuadro eléctrico.

Siendo su construcción según las Normas especificadas en el Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas.

Mueble

Construido con chapa de acero galvanizado en caliente, desengrasada, fosfatada, con pintura de esmalte de poliéster en horno.

Sus paneles van provistos de aislamiento termoacústico, estando aisladas de la fase de la unidad

Todos los componentes móviles que lleva cada unidad están dotados de amortiguación interna y externa, siendo la accesibilidad a estos y al resto de los elementos por paneles laterales, frontales o por la cubierta de cada mueble.

Intercambiadores refrigerante agua

Los intercambiadores de refrigerante-agua, evaporadores y condensadores, están contruidos por tubos de cobre de alta calidad, desoxidados y deshidratados, expandidos mecánicamente en aletas corrugadas de aluminio. Irán dotados de un recubrimiento exterior de polivinilo, que les proteja del ambiente salino, por su proximidad al mar.

Compresores

Son del tipo hermético scroll, alternativos, trifásicos, para el refrigerante R-410 A. El motor tiene un aislamiento especial para tolerar un contacto frecuente con el refrigerante líquido y resistir sus posibles ataques químicos. Los devanados están protegidos por un cilindro metálico contra el flujo de refrigerante a gran velocidad que penetra en el compresor. El aislamiento asegura igualmente protección contra altas temperaturas debidas a variaciones en la tensión eléctrica.

Un protector térmico, inserto en el devanado protegerá al motor contra sobre intensidades y temperaturas elevadas, debidas a un funcionamiento anormal.

Protección para altas presiones de descarga, mediante válvulas internas de sobrepresión. El gas caliente es recirculado a la aspiración, donde el protector térmico de temperatura provoca parada al compresor.

Los motores están refrigerados completamente por los gases de aspiración (aire) por no necesitar refrigeración exterior pueden funcionar en con temperatura ambiente. Lubricación forzada con aceites de espuma controlada.

Silenciadores y amortiguadores internos, que dotan al compresor de un funcionamiento silencioso.

Resistencias de cárter para evitar la acumulación de refrigerante líquido en el compresor, durante los periodos de parada. En su funcionamiento la línea de descarga interna actúa como calentador de aceite.

Circuito frigorífico

Todo él está realizado con tubo de cobre, desoxidado y deshidratado, soldado por capilaridad con varilla de aleación de plata. Totalmente hermético, probado de fugas.

En las unidades de exterior el circuito frigorífico incorpora:

- Válvula invasora de cuatro vías, tipo deslizante, hermética, accionada por una válvula piloto operada por solenoide, alimentada a 220V
- Recipiente acumulador anti-golpe de ariete tipo vertical, situado en la aspiración del compresión.

- En la línea de descarga un protector térmico de alta temperatura protege al compresor de un funcionamiento defectuoso.
- Conectado a las líneas correspondientes, mediante capilares, van los presostatos de alta y de baja.
- Filtros deshidratadores en las líneas de líquido.

Cuadros eléctricos

El cuadro eléctrico de control y maniobra se situará dentro del mueble del equipo acondicionador y en la unidad exterior, para los equipos compactos.

Dentro de la caja eléctrica de control y maniobra, se encontrarán los siguientes elementos:

- Contactores de funcionamiento de compresores y motores de los ventiladores.
- Relés de funcionamiento, ventilación, frío y calor.
- Relés auxiliares de válvula inversora de desencarcho.
- Relés de protección del compresor y motores.
- Relés de rearme, anticiclos cortos del compresor y temporizador de arranque en las unidades de dos circuitos
- Relés térmicos de motores.
- Transformador y fusibles de maniobra.

- Regletas y cables de conexiones.
- Selector de secuencia de arranque de compresor en las unidades que llevan dos.

ANEXO

IV

Condiciones exteriores climáticas de Alicante según ITE 0.2.3

Solo serán tenidos en cuenta los datos de las temperaturas mínimas y máximas en la redacción y desarrollo de presente proyecto para la verificación del rendimiento de las plantas enfriadoras.

Latitud

La situación del edificio objeto de este proyecto, calle Churruca de la ciudad de Alicante corresponde con los siguientes datos geográficos, según norma UNE 100-002-88:

Longitud	0° 30' W
Latitud	38° 23' N

Altitud

La situación del edificio objeto de este proyecto, calle Churruca de la ciudad de Alicante con los siguientes datos geográficos, según norma UNE 100-002-88.

- Altitud 92,00m

Temperaturas

-Verano

Temperatura seca	31°
Humedad relativa	60%
Temperatura húmeda	25,6°C
Humedad absoluta	18,25 gr/kg
Entalpia	18,82kcal/kg

-Invierno

Para este tipo de edificio proyectado y según indicación de la norma UNE 100-014.84, la temperatura seca a considerar será la correspondiente al nivel percentil del 99%.

Temperatura seca	-2°
Humedad relativa	75%
Temperatura húmeda	-2,7°C
Humedad absoluta	4,18 gr/kg
Entalpia	2,99kcal/kg

Correcciones en base a los perfiles climáticos confeccionados por el Instituto Meteorológico Nacional.

El valor medio de la oscilación diaria de la temperatura seca (OMD) indicando en la norma UNE 100-101, para la ciudad de Alicante, que se toma como base para los cálculos es de 9,8°C.

Dichas condiciones exteriores, han sido corregidas y compensadas, teniendo como base los perfiles climáticos, confeccionados por el instituto Meteorológico Nacional, para la ciudad de Alicante en base de los muestreos de temperatura y humedad relativa de los últimos diez años. Estas condiciones serán las siguientes:

Verano

Para el tipo de edificio proyectado, la temperatura seca y humedad a considerar será la correspondiente al nivel de percentil del 1%.

Temperatura seca	33°
Humedad relativa	68,35%
Temperatura húmeda	28,0°C
Humedad absoluta	21,86 gr/kg
Entalpia	21,40 kcal/kg

Invierno

Para este tipo de edificio proyectado y según indicación de la norma UNE 100-014.84, la temperatura seca a considerar será la correspondiente al nivel percentil del 99%.

Temperatura seca	5,0°
Humedad relativa	90%
Temperatura húmeda	-4,3°C
Humedad absoluta	4,13 gr/kg
Entalpia	4,86 kcal/kg

