

DOCUMENTO:

Anejo nº 12. Climatización y Ventilación



ÍNDICE

1. OBJETIVO Y PLANTEAMIENTO DEL ANEJO ..... 5

2. REQUISITOS DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN ..... 5

1.1 Desodorización ..... 5

1.2 Edificio de control ..... 6

1.3 Sala de soplantes (biológico y desarenador) ..... 6

1.4 Sala CCM ..... 6

1.5 Sala grupo electrógeno ..... 6

3. VOLUMEN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES ..... 6

1.6 CFD Ventilación Desodorización ..... 6

1.7 Instalaciones de extracción de aire ..... 7

3.1.1. Sala de Pretratamiento ..... 7

3.1.2. Sala de deshidratación ..... 8

3.1.3. Sala de tolva ..... 8

3.1.4. Tolva de fangos ..... 9

3.1.5. Depósito de fangos ..... 9

3.1.6. Obra de recepción de descargas de fosa sépticas ..... 9

3.1.7. Cálculo de pérdidas de carga en instalaciones de extracción de aire. .... 9

1.8 Instalaciones de aporte de aire ..... 10

3.1.8. Sala de Pretratamiento ..... 10

3.1.9. Sala de deshidratación ..... 11

3.1.10. Sala de tolva ..... 11

4. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DEL EDIFICIO DE CONTROL ..... 13

1.9 Programa de Funcionamiento ..... 13

1.10 Descripción de los cerramientos ..... 13

1.11 Condiciones exteriores de cálculo ..... 13

1.12 Exigencia de bienestar e higiene (IT 1.1) ..... 13

4.1.1. Exigencia de calidad térmica del ambiente (IT 1.1.4.1) ..... 13

4.1.2. Exigencia de calidad del aire interior (IT 1.1.4.2) ..... 14

4.1.3. Exigencia de calidad del ambiente acústico (IT 1.1.4.4) ..... 15

4.1.4. Exigencia de higiene (IT 1.1.4.3) ..... 16

1.13 Exigencia de eficiencia energética (IT 1.2) ..... 16

1.14 Exigencia de seguridad (IT 1.3) ..... 16

1.15 Cargas térmicas de los locales ..... 16

1.16 Sistemas de tratamiento de aire ..... 17

1.17 Redes de tuberías ..... 17

1.18 Redes de conductos ..... 17

1.19 Definición de las unidades terminales de difusión de aire ..... 18

1.20 Sistemas de ventilación mecánica ..... 19

5. VENTILACIÓN DE LAS SALAS DE SOPLANTES ..... 19

1.21 Especificaciones técnicas de las soplantes ..... 19

5.1.1. Soplantes Desarenador ..... 19

5.1.2. Soplantes Reactor Biológico ..... 20

1.22 Pérdidas por rendimiento del motor ..... 20

1.23 Pérdidas por tuberías ..... 21

5.1.3. Soplantes Reactor Biológico ..... 21

5.1.4. Soplantes Desarenador ..... 21

1.24 Pérdidas totales ..... 21

5.1.5. Soplantes Reactor Biológico ..... 21

5.1.6. Soplantes Desarenador ..... 21

1.25 Determinación del caudal de ventilación ..... 22

5.1.7. Soplantes Reactor Biológico ..... 22

5.1.8. Soplantes Desarenador ..... 22

1.26 Selección de equipos de ventilación ..... 22

5.1.9. Ventilador sala de Soplantes Reactor Biológico ..... 22

5.1.10. Soplantes Desarenador ..... 22

1.27 Unidades terminales ..... 23

5.1.11. Unidades Terminales sala de Soplantes Reactor Biológico ..... 23

5.1.12. Unidades Terminales sala de Soplantes Desarenador ..... 23

6. VENTILACIÓN DE LA SALA DEL GRUPO ELECTROGENO ..... 23

1.28 Determinación del caudal de ventilación ..... 24

1.29 Selección de equipos de ventilación ..... 24

1.30 Unidades terminales ..... 24

7. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DE LAS SALAS ELÉCTRICAS ..... 25

1.31 Energía disipada por los cuadros eléctricos instalados en cada sala ..... 25

1.32 Selección de equipo de climatización ..... 25

1.33 Selección de equipo de ventilación ..... 25

1.34 Unidades terminales de climatización ..... 26

1.35 Unidades terminales ventilación ..... 26

ANEXO 1. CFD VENTILACIÓN DESODORIZACIÓN ..... 27

ANEXO 2. ESQUEMA DE INSTALACIONES DE DESODORIZACIÓN ..... 43

ANEXO 3. PERDIDAS DE CARGA EN INSTALACIONES DE DESODORIZACIÓN ..... 47

ANEXO 4. CÁLCULOS CLIMATIZACIÓN EDIFICIO DE CONTROL ..... 51

1. CARGAS TÉRMICAS ..... 53

1.1	Descripción de las características del edificio .....	53
1.2	Descripción del Edificio .....	53
1.3	Envolvente térmica .....	53
1.4	Actividades, distribuciones y composiciones .....	55
1.5	Cálculos de cargas térmicas .....	56
1.6	Cálculos detallados por elemento .....	57
<b>ANEXO 5. CÁLCULOS DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN SALAS ELÉCTRICAS .....</b>		<b>61</b>
<b>1.</b>	<b>FÓRMULAS GENERALES .....</b>	<b>63</b>
1.1	Fórmulas cálculos de climatización .....	63
<b>2.</b>	<b>FÓRMULAS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS SALA ELÉCTRICA EDIFICIO INDUSTRIAL .....</b>	<b>68</b>
3.1	Resultados Climatización .....	68
3.2	Resultados conductos de ventilación .....	71
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS SALA ELÉCTRICA EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO .....</b>	<b>72</b>
4.1	Resultados Climatización .....	72
	Resultados conductos de ventilación .....	75

## 1. OBJETIVO Y PLANTEAMIENTO DEL ANEJO

El objetivo de este documento es la justificación de los cálculos de ventilación y climatización de cada uno de los recintos de la EDAR A Illa de Arousa.

## 2. REQUISITOS DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

Los requisitos de ventilación y/o climatización dependen de cada una de los recintos o procesos a los que se adscribe.

### 1.1 Desodorización

El objetivo de la desodorización es garantizar en los límites de la parcela de la EDAR un valor inferior a 5 u. O. E /m3. Esto exige extraer el aire de los recintos con emisión de olores y transportarlos hasta la torre de desodorización.

Pero la extracción debe garantizar una correcta renovación de aire, con una óptima eficiencia y minimizando la concentración de sulfhídrico como contaminante de referencia en las salas con fuentes de emisión de olores, y que son consideradas como recintos de trabajo:

- Sala de pretratamiento
- Sala de deshidratación.
- Sala de tolva.

Otros recintos en los que se producen emisión de olores no se consideran espacios de trabajo. Se prevé solamente la extracción provocando una presión negativa en su interior que evite emisiones de olores. Además de garantizar una la mínima renovación del aire. Estos recintos son:

- Obra de descarga de fosas sépticas y bombeo de retornos.
- Tolva de fangos
- Depósito de fangos.

Con respecto a los recintos considerados espacios de trabajo; Sala de pretratamiento, Sala de deshidratación., Sala de tolva; los requerimientos exigidos para el dimensionamiento de los sistemas de ventilación son:

1. Garantizar una concentración objetivo de sulfhídrico menor de 1 ppm. Es un valor conservador considerando que el límite legal está en 10 ppm. No obstante en el “Anejo 13 Estudio de generación y tratamiento de olores” se adoptarán para cálculo valores inferiores a 10 aplicando un criterio conservador.
2. Número de renovaciones por hora.
3. La edad media local del aire se define como el tiempo que las partículas contenidas en un volumen diferencial alrededor de un punto (como es el caso de una celda en simulaciones CFD) han estado en el recinto. Si se asume que la edad en la impulsión es 0, este parámetro evalúa el tiempo de residencia de las partículas en el recinto desde que salen de la impulsión hasta que se van. Con este

valor sí es posible evaluar las zonas en las que el aire es renovado más frecuentemente, pues tienen edades o tiempos de residencia inferiores.

4. Eficiencia del sistema de ventilación se define como la relación entre el tiempo mínimo que pasa una partícula en el recinto y el doble de la edad media del aire. Este concepto permite buscar un equilibrio entre una buena calidad del aire y unos caudales reducidos. Además, evaluando el tiempo mínimo de una partícula en el recinto, se pueden localizar posibles cortocircuitos de aire renovado en el sistema de ventilación.

$$\varepsilon = \frac{t_{min}}{2 EMA}$$

Con este parámetro, y suponiendo un modelo de mezcla completa, se pueden establecer que:

- El valor óptimo se obtiene para un  $\varepsilon=50\%$
- Para  $\varepsilon<50\%$ , se puede considerar que la sala está infra ventilada, o que el tiempo de residencia mínimo es bajo, indicando posibles cortocircuitos
- Para  $\varepsilon>50\%$ , se puede considerar que la relación de caudales está sobredimensionada y se recomienda su disminución.

Se destaca que se prevén dos escenarios de funcionamiento:

1. Funcionamiento normal. En este escenario la sala de la tolva está cerrada, no se considera espacio de trabajos y solamente se prevé una renovación de aire mínima cuyo objetivo es evitar l acumulación de sulfhídrico.
2. Funcionamiento en descarga. En este escenario, limitado a los momentos de descarga del fango deshidratado al camión. Se prevé una extracción de aire adicional que evite la propagación al exterior de la sala de las emisiones derivadas exposición de los fangos.

**Los caudales a extraer para su transporte a la torre de desodorización de detallan en el “Anejo nº 13 Estudio de generación y tratamiento de olores”. Se incluye a continuación un resumen:**

Caudal Teórico	VOLUMEN RECINTO M3	CAUDAL FUNCIONAMIENTO NORMAL M3/H	RENOVACIÓN FUNCIONAMIENTO NORMAL RENOV./HORA	CAUDAL FUNCIONAMIENTO DESCARGA A CAMIÓN M3/H	RENOVACIÓN FUNCIONAMIENTO DESCARGA DE CAMIONES RENOV./HORA
Fosa Séptica	25,33	202,66	8,00	202,66	8,00
Sala de Sala de Pretratamiento	1.668,13	13.345,03	8,00	10.970,70	6,58
Sala de Deshidratación	373,16	2.985,28	8,00	2.454,14	6,58
Sala de Tolva	322,83	968,49	3,00	3.873,96	12,00
Depósito Fangos	95,03	285,10	3,00	285,10	3,00
Tolva de Fangos.	Total : 25 Medio libre para diseño de desodorización: 15,00	45,00	3,00	45,00	3,00

Total		17.628,90		17.628,90	
-------	--	-----------	--	-----------	--

Tabla 1. Caudales de operación de la desodorización según recintos y escenario de funcionamiento

## 1.2 Edificio de control

- Climatización bomba de calor (aire-aire), sistema multisplit, unidades interiores en despachos, sala de control y laboratorio.
- Ventilación según RITE, ventiladores en impulsión y extracción con recuperación.
- Condiciones de diseño:
  - Exteriores:
    - Invierno: temperatura seca (°C): 2,8 nivel percentil (%): 99
    - Verano: temperatura seca (°C): 28,6, temperatura humedad (°C): 21,1 nivel percentil (%): 1
  - Interiores:
    - Invierno: temperatura seca (°C): 21
    - Verano: temperatura seca (°C): 25
  - Ventilación:
    - Oficinas: calidad aire ida2, según RITE, 12,5 l/s por persona
    - Baños: 15 l/s por baño
    - Vestuarios: 10 l/s por taquilla

## 1.3 Sala de soplantes (biológico y desarenador)

- Ventilación con extracción mecánica con hueco protegido con lamas
- Aspiración mediante rejillas ubicadas en la fachada norte.
- Condiciones de diseño:
  - Temperatura de aspiración de soplantes: 35 °C
  - Caudal de ventilación: el caudal previsto de ventilación será el necesario para evitar un aumento de temperatura de la sala de 5°C.

## 1.4 Sala CCM

- Unidad climatización (aire-aire)
- Condiciones de diseño:
  - Exteriores: Verano: temperatura seca (°C): 28,6, temperatura humedad (°C): 21,1 nivel percentil (%): 1
  - Interiores: Verano: temperatura seca (°C): 25 (temperatura adecuada al funcionamiento de los variadores)

## 1.5 Sala grupo electrógeno

- Ventilación con extracción mecánica con hueco protegido con lamas
- Aspiración mediante rejillas ubicadas en la fachada norte.

- Condiciones de diseño:
  - Temperatura de aspiración de G.E: 40 °C
  - Caudal de ventilación: el caudal previsto de ventilación será el necesario para evitar un aumento de temperatura de la sala de 5°C, más el necesario para la combustión del grupo. Arranque de la ventilación cuando funcione el grupo.

## 3. VOLUMEN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES

Tal como se ha indicado anteriormente la justificación de los caudales a extraer para su transporte a la torre de desodorización de detallan en el “Anejo nº 13 Estudio de generación y tratamiento de olores”.

En este punto se justificará la validez de dichos caudales para garantizar el cumplimiento de los requisitos indicados en el punto “2.1 Desodorización” desarrollando las condiciones de extracción de extracción de aire para su transporte de la torre de desodorización, y en paralelo las necesidades de aporte para garantizar la adecuada renovación. Todo ello generando un barrido del aire de las salas a desodorizar.

### 1.6 CFD Ventilación Desodorización

En el “ANEXO 1. CFD VENTILACIÓN DESODORIZACIÓN” se recoge el modelo desarrollado para validar el diseño propuesto. Los objetivos de dicho modelo son:

- Predecir/validar el caudal de ventilación necesario y predimensionamiento de los equipos para el correcto funcionamiento y usabilidad de los edificios
- Predicción de la acumulación de contaminantes y calidad del aire en los recintos de estudio mediante técnicas CFD
- Prevención de acumulación de olores y contaminantes en las salas estudiadas
- Distribución de conductos dentro de las salas y dimensionamiento de las tomas de entrada y salida de fluidos

A continuación se recogen las conclusiones del estudio CFD realizado:

- Valores obtenidos para las edades del aire, tiempos de residencia mínimos y eficiencia del sistema de ventilación:

Recinto	Volumen [m3]	Caso	Caudal [m3/h]	Renov./hora	EMA [s]	Tmin [s]	Eficiencia
Sala de Pretratamiento	1668,1	Nominal	13345,0	8,0	500	430	43%
		Descarga	10970,7	6,6	610	505	41%
Sala de Deshidratación	373,2	Nominal	2985,3	8,0	412	420	51%
		Descarga	2454,1	6,6	507	492	49%
Sala de Tolva	322,8	Nominal	968,5	3,0	1074	1117	48%
		Descarga	3874,0	12,0	*	*	*

Tabla 2. Caudales de operación de la desodorización según salas de trabajo y escenario de funcionamiento. Resumen de parámetros del modelo CFD

Nota \*: Para la situación de descarga no se prevé aporte forzado de aire con ventilador y sistemas multitoberas. La diferencia entre el caudal aportado por el ventilador de inyección y el caudal a extraer se tomará del exterior del edificio mediante el paso por rejillas situadas en la fachada norte debido a la depresión que se genera en el interior de la sala. En estas condiciones no se ha realizado la simulación dada la dificultad para considerar todas las variables. No obstante, con una tasa de renovación de aire de 12 renov./h no es previsible la emisión de olores al exterior de la sala. Se debe destacar adicionalmente el corto periodo de tiempo en el que se prevé realizar la operación de descarga del fango al camión para su retirada.

- Gráfica edades del aire:

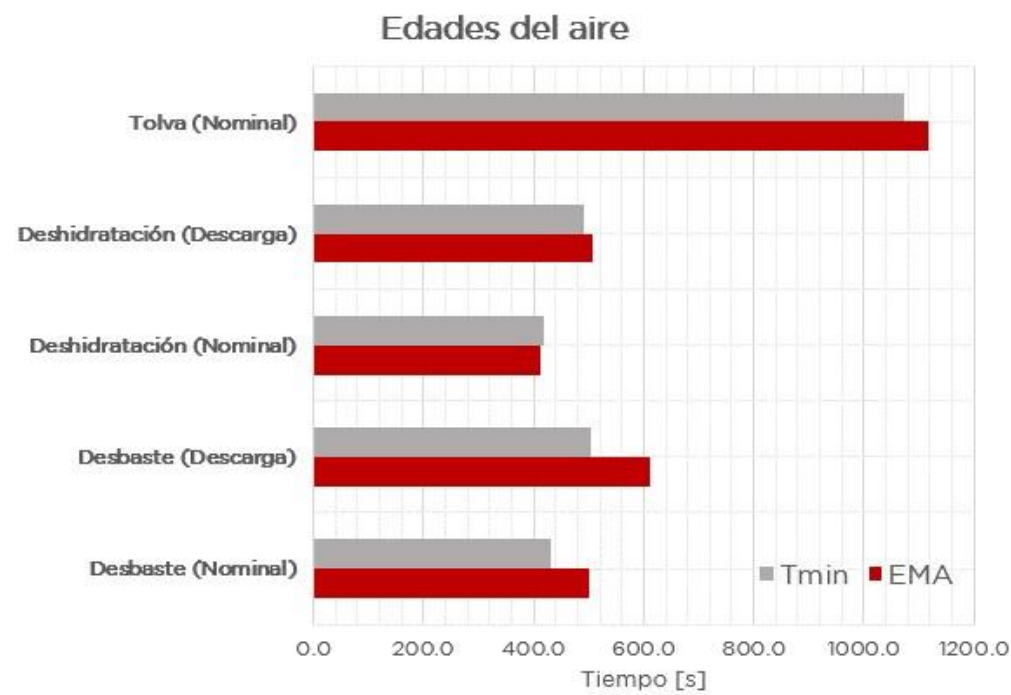


Imagen 1. Gráficas edades del aire

En general, se aprecian valores cercanos al 50% (valor óptimo teórico) siendo el mínimo un 41%. Esto, combinado con el estudio de emisiones, en el cual se prueba que los valores medios en todos los recintos son muy inferiores a 10 ppm, siendo los máximos locales en las zonas pegadas a la superficie contaminante de unas 4 ppm, se puede considerar que todos los recintos están correctamente ventilados.

Se han podido obtener las siguientes conclusiones de este estudio:

- Se han realizado análisis CFD para tres recintos de una planta EDAR localizada en Illa de Arousa, para dos condiciones de impulsión diferentes
- Se ha seleccionado los equipos de impulsión y extracción adecuados para una correcta ventilación de los recintos
- Se ha comprobado que, para los caudales demandados, los niveles de contaminación de ácido sulfhídrico están muy por debajo del límite admisible
- Se ha evaluado la eficiencia del sistema de ventilación en función de la edad del aire y tiempos de residencia en los recintos, devolviendo valores correctos y cercanos al valor óptimo

## 1.7 Instalaciones de extracción de aire

La extracción del aire a desodorizar se realizará mediante la aspiración provocada por el ventilador extractor de la torre de desodorización.

No obstante, para la regulación de los caudales de funcionamiento en cada uno de los escenarios se prevén instalaciones específicas en cada uno de los recintos.

El esquema general de las instalaciones ventilación asociadas a la desodorización se recoge en el “ANEXO 2. ESQUEMA DE INSTALACIONES DE DESODORIZACIÓN”

### 3.1.1. Sala de Pretratamiento

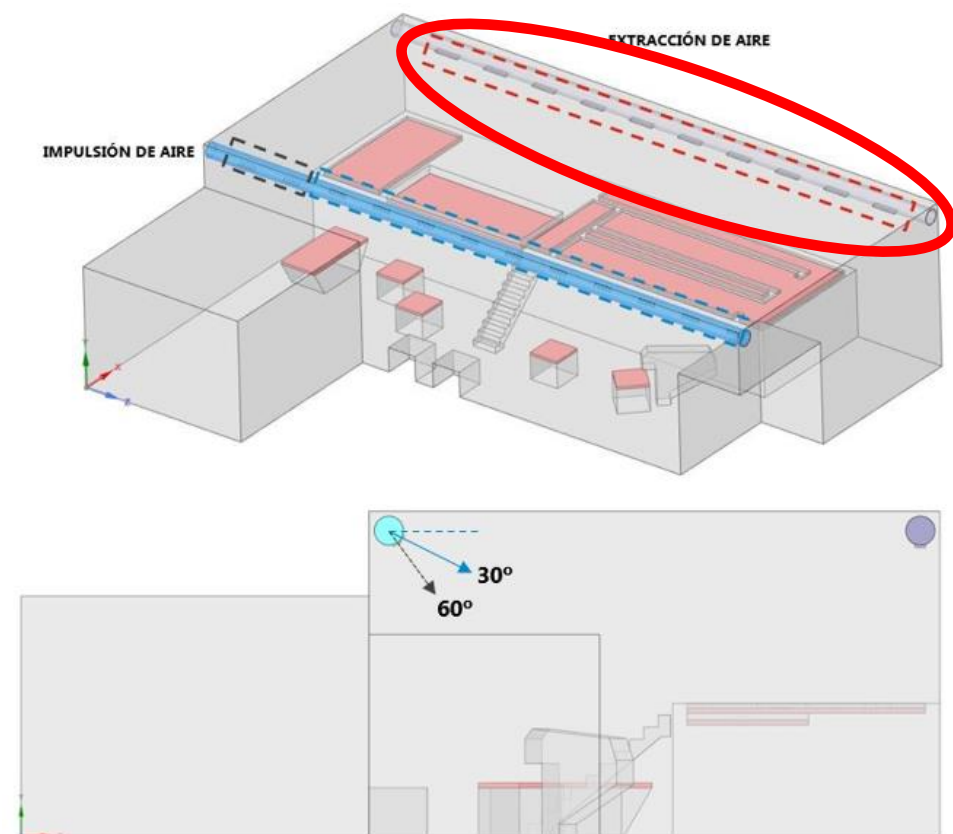


Imagen 2. Esquema ubicación colectores de extracción en sala de pretratamiento

El equipamiento de las instalaciones de extracción de aire de la sala de pretratamiento estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 710 mm.
- 10 Rejillas de aspiración:
  - KG Rejilla compacta tipo KG, marca Schako o similar.
  - R Para montaje en tubería
  - 08 Con lamas horizontales, adicionalmente con compuerta corredera de regulación
  - 1015: Longitud de la rejilla 1015 mm
  - 225: Altura 225 mm
  - L000 Posición recta de las lamas (estándar)



- V4A: acero inoxidable 1.4571.
- BN Sin marco decorativo
- SM Montaje roscado
- 2 válvulas reguladoras de caudal DN-500 en paralelo que permitirán seleccionar el caudal de extracción según escenario de funcionamiento:

Recinto	Volumen [m3]	Caso	Caudal [m3/h]
Sala de Pretratamiento	1668.1	Nominal	13345,0
		Descarga	10970,7

Tabla 3. Caudales de operación de la desodorización Sala de Pretratamiento

- 2 válvulas de mariposa manual DN-500.

En régimen nominal, funcionamiento normal, las válvulas reguladoras estarán en posición de permitir el paso de 13.345 m3/h. Cuando se vaya a realizar la descarga de la tolva de fangos se actuará sobre el funcionamiento de las instalaciones extracción de aire de la desodorización pasando las válvulas reguladoras a posición de descarga, permitiendo el paso de 10970,7 m3/h

### 3.1.2. Sala de deshidratación

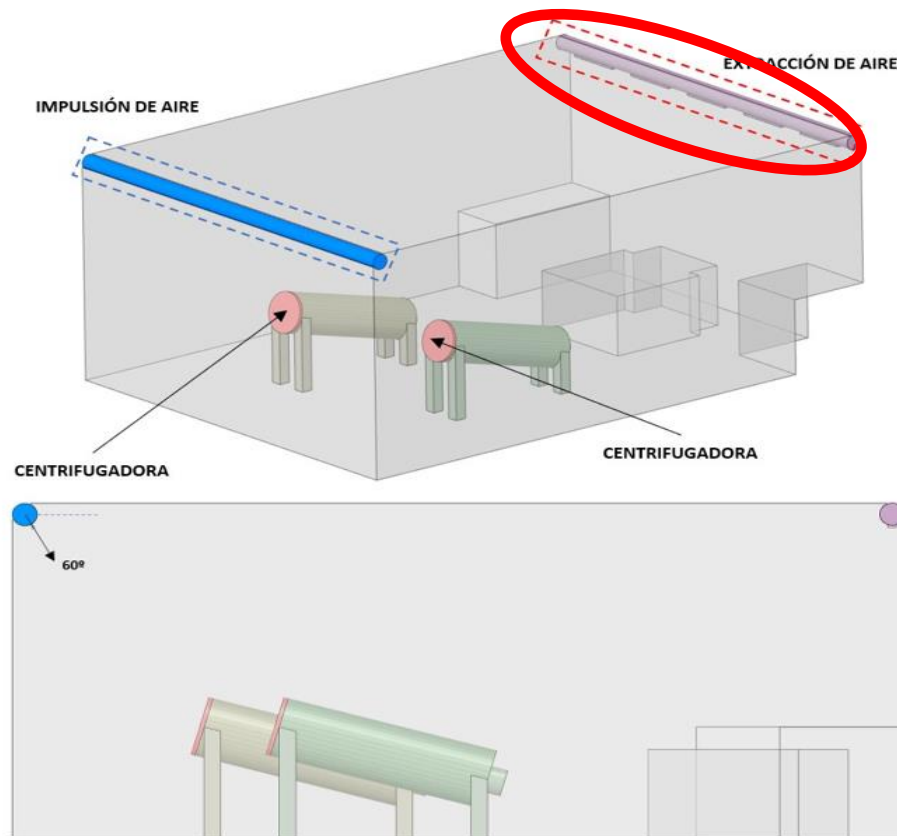


Imagen 3. Esquema ubicación colectores de extracción en sala de deshidratación

El equipamiento de las instalaciones de extracción de aire de la sala de deshidratación estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 355 mm.
- 5 Rejillas de aspiración:
  - KG Rejilla compacta tipo KG, marca Schako o similar.
  - R Para montaje en tubería
  - 08 Con lamas horizontales, adicionalmente con compuerta corredera de regulación
  - 1015: Longitud de la rejilla 1015 mm
  - 115: Altura 115 mm
  - L000 Posición recta de las lamas (estándar)
- V4A: acero inoxidable 1.4571.
- BN Sin marco decorativo
- SM Montaje roscado
- 1 válvula reguladoras de caudal DN-355 que permitirá seleccionar el caudal de extracción según escenario de funcionamiento:

Recinto	Volumen [m3]	Caso	Caudal [m3/h]
Sala de Deshidratación	373.2	Nominal	2985,3
		Descarga	2454,1

Tabla 4. Caudales de operación de la desodorización Sala de deshidratación

- 1 válvula de mariposa manual DN-355.

En régimen nominal, funcionamiento normal, la válvula reguladora estará en posición de permitir el paso de 2985,3 m3/h. Cuando se vaya a realizar la descarga de la tolva de fangos se actuará sobre el funcionamiento de las instalaciones extracción de aire de la desodorización pasando la válvula reguladora a posición de descarga, permitiendo el paso de 2454,1 m3/h

### 3.1.3. Sala de tolva

Como ya se ha dicho, para esta sala se hacen dos consideraciones diferentes en función de si está el sistema de ventilación en régimen nominal, funcionamiento normal, o en régimen de descarga de la tolva. Para el régimen nominal se considerará que la fuente de emisión será la parte inferior de la tolva. En régimen de descarga de la tolva la fuente de emisión será la descarga del fango, y la superficie de fango expuesta sobre la caja del camión.

Para la extracción, se prevén 5 rejillas, 3 orientadas hacia el suelo y 2 paralelas al suelo. El conducto tiene un diámetro de 355 mm.

El equipamiento de las instalaciones de extracción de aire de la sala de tolva estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 355 mm.
- 5 Rejillas de aspiración:
  - KG Rejilla compacta tipo KG, marca Schako o similar.
  - R Para montaje en tubería
  - 08 Con lamas horizontales, adicionalmente con compuerta corredera de regulación
  - 1015: Longitud de la rejilla 1015 mm
  - 115: Altura 115 mm
  - L000 Posición recta de las lamas (estándar)



- V4A: acero inoxidable 1.4571.
- BN Sin marco decorativo
- SM Montaje roscado
- 1 válvula reguladora de caudal DN-355 que permitirá seleccionar el caudal de extracción según escenario de funcionamiento:

Recinto	Volumen [m3]	Caso	Caudal [m3/h]
Sala de tolva	322.8	Nominal	968,5
		Descarga	3874,0

Tabla 5. Caudales de operación de la desodorización Sala de tolva

- 1 válvula de mariposa manual DN-355.

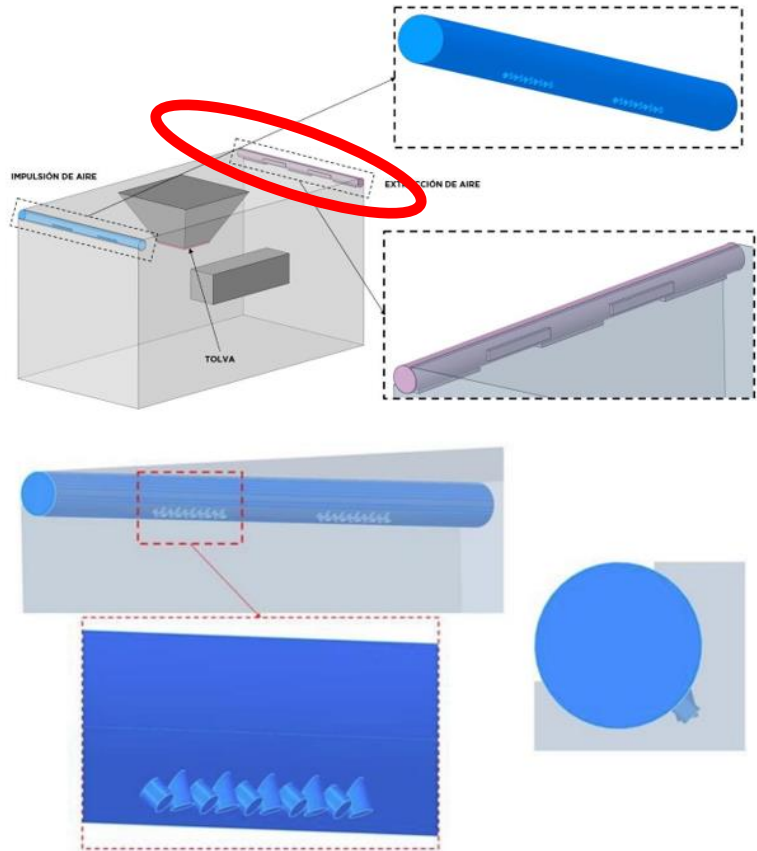


Imagen 4. Esquema ubicación colectores de extracción en sala de tolva

En régimen nominal, funcionamiento normal, la válvula reguladora estará en posición de permitir el paso de 968,5 m3/h. Cuando se vaya a realizar la descarga de la tolva de fangos se actuará sobre el funcionamiento de las instalaciones extracción de aire de la desodorización pasando la válvula reguladora a posición de descarga, permitiendo el paso de 3874,0 m3/h

### 3.1.4. Tolva de fangos

Dado que no es un elemento que pueda ser considerado espacio de trabajo, salvo esporádicas de labores de mantenimiento, solo se prevé una extracción mediante aspiración desde un tubuladura.

El equipamiento de las instalaciones de extracción de aire estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 50 mm.
- 1 válvula de mariposa manual DN-50.

### 3.1.5. Depósito de fangos

Se aplica la misma consideración que para la Tolva de fangos, no es un elemento que pueda ser considerado espacio de trabajo, salvo esporádicas de labores de mantenimiento. Por este motivo solo se prevé una extracción mediante aspiración desde un tubuladura DN-110

El equipamiento de las instalaciones de extracción de aire estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 110 mm.
- 1 válvula de mariposa manual DN-110.

### 3.1.6. Obra de recepción de descargas de fosa sépticas

Se aplica la misma consideración que para la Tolva de fangos, no es un elemento que pueda ser considerado espacio de trabajo, salvo esporádicas de labores de mantenimiento. Por este motivo solo se prevé una extracción mediante aspiración desde un tubuladura.

El equipamiento de las instalaciones de extracción de aire estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 110 mm.
- 1 válvula de mariposa manual DN-110.

### 3.1.7. Cálculo de pérdidas de carga en instalaciones de extracción de aire.

El cálculo de las pérdidas de carga en las instalaciones de extracción de aire se recoge en el ANEXO 3. PERDIDAS DE CARGA EN INSTALACIONES DE DESODORIZACIÓN.

Con las instalaciones indicadas las pérdidas de carga en la línea de extracción de aire son:

	PERDIDA DE CARGA TOTAL (Pa)
EXTRACCIÓN DE AIRE FUNCIONAMIENTO NORMAL	811
FUNCIONAMIENTO DESCARGA TOLVA	1.193

Tabla 6. Resumen pérdidas de carga extracción de aire a desodorización

Para la estimación de la capacidad de aspiración en condiciones estáticas se debe sumar la pérdida de carga prevista por el proveedor en sus propias instalaciones de desodorización, 900 Pa.

Con esto la capacidad de aspiración en condiciones estáticas total se estima en 2.093 Pa. Se ha previsto un ventilador extractor con una capacidad de 2.300 Pa. Aproximadamente una mayoración del 10 %.

## 1.8 Instalaciones de aporte de aire

Tal como he ha previsto, y validado, en el modelo CFD, Ver “ANEXO 1. CFD VENTILACIÓN DESODORIZACIÓN”, es necesario prever una inyección de aire en las salas de trabajo en las condiciones previstas por el modelo.

Así mismo el cálculo de las pérdidas de carga en las instalaciones de inyección de aire se recogen en el ANEXO 3. PERDIDAS DE CARGA EN INSTALACIONES DE DESODORIZACIÓN. Para estos recintos; Sala de Pretratamiento, Sala de Deshidratación y Sala de Tolva; se ha considerado una inyección de aire del 80 % de la prevista para la extracción hacia la desodorización. El objetivo es generar una presión diferencial negativa respecto al exterior que impida la salida de aire desde dichos recintos hacia el exterior.

Este diferencial de caudal entre la extracción y la inyección provocará una entrada de aire a través los pequeños huecos que pueda dejar la carpintería de las puertas y ventanas.

Se debe destacar que para la inyección de aire en las salas indicadas se ha previsto un caudal fijo independiente de las condiciones de funcionamiento, escenario normal o escenario de descarga de tolva de fangos.

En este último escenario las condiciones de funcionamiento serían:

	Caudal de Extracción (m³/h)	Caudal de Inyección (m³/h)	Condiciones de Funcionamiento
Sala de Tolva	3.874	775	Durante la descarga de la tolva de fangos la depresión generada por la diferencia entre el caudal de aporte y el caudal de extracción provocará la entrada de aire a través de rejillas situadas en la fachada norte
Sala de Deshidratación	2.454	2.388	Presión diferencial con el exterior negativa. No es previsible emisión de olores desde el recinto
Sala de Desbaste	10.971	10.676	Presión diferencial con el exterior negativa. No es previsible emisión de olores desde el recinto

Tabla 7. Condiciones de funcionamiento según salas de trabajo y escenario

### 3.1.8. Sala de Pretratamiento

Para la Sala de Pretratamiento se colocan en la tubería de impulsión 12 dispositivos multitobera de 2x10 unidades cada uno (más información en la sección correspondiente). Para favorecer la extracción de contaminantes de los contenedores de residuos, los dos primeros dispositivos colocados en la zona izquierda de la sala se colocan con un ángulo de 60º respecto a la horizontal, mientras que el resto se colocan a 30º.

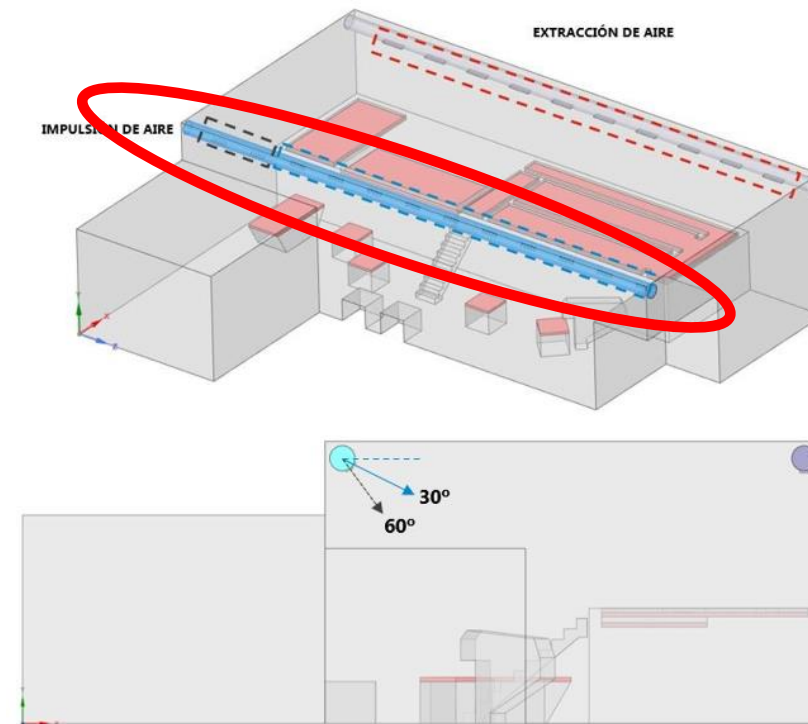


Imagen 5. Esquema ubicación colectores de extracción e inyección en sala de pretratamiento

El equipamiento de las instalaciones de inyección de aire a la sala de pretratamiento estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 710 mm.
- 12 dispositivos multitoberas. Características:
  - WGA Unidad multitobera de largo alcance WGA marca Schako o similar
  - R Para montaje en tubería
  - V0 Con toberas orientables individualmente de forma manual
  - 1025: Longitud del sistema 1025 mm
  - 215: Altura 215 mm. 2 filas de toberas
  - N Longitud individual
  - V4A: acero inoxidable 1.4571.
  - DW Blanco similar a RAL9010 (estándar)
  - SM Montaje roscado (estándar)
  - B0 Sin protección contra golpes (estándar)
  - E000 Sin servomotor (estándar)
- Un ventilador-extractor helicoidal para intercalar en conducto, con calidad de acabado para aplicaciones marinas y navales:

VENTILADOR-INYECCIÓN	Caudal total (m³/h)	PERDIDA DE CARGA TOTAL (Pa)
Sala de Pretratamiento	10.676,0	233

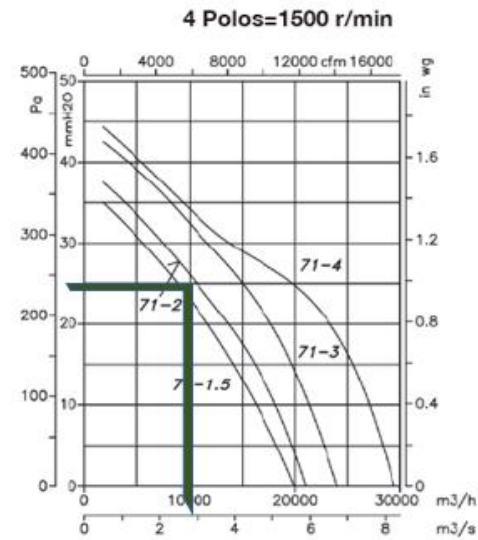


Imagen 6. Curva Caudal presión ventilador inyección sala de pretratamiento

3.1.9. Sala de deshidratación

Para la sala de deshidratación se colocan 5 dispositivos multitobera de 1x10 unidades a 60º respecto a la horizontal. El conducto de distribución tendrá un diámetro de 355 mm

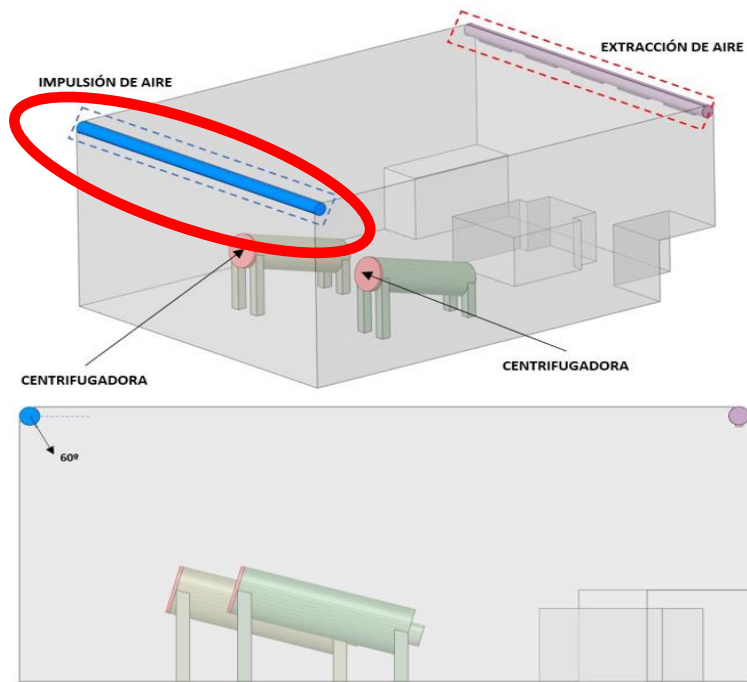


Imagen 7. Esquema ubicación colectores de extracción e inyección en sala de deshidratación

El equipamiento de las instalaciones de inyección de aire a la sala de deshidratación estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 355 mm.

- 5 dispositivos multitoberas. Características:
  - WGA Unidad multitobera de largo alcance WGA marca Schako o similar
  - R Para montaje en tubería
  - V0 Con toberas orientables individualmente de forma manual
  - 1025: Longitud del sistema 1025 mm
  - 115: Altura 115 mm. 1 filas de toberas
  - N Longitud individual
  - V4A: acero inoxidable 1.4571.
  - DW Blanco similar a RAL9010 (estándar)
  - SM Montaje roscado (estándar)
  - B0 Sin protección contra golpes (estándar)
- E000 Sin servomotor (estándar) Un ventilador-extractor helicoidal para intercalar en conducto, con calidad de acabado para aplicaciones marinas y navales:

VENTILADOR-INYECCIÓN	Caudal total (m³/h)	PERDIDA DE CARGA TOTAL (Pa)
Sala de Deshidratación	2.388,2	206

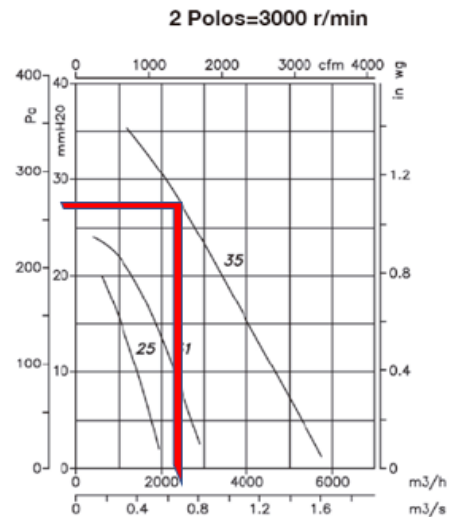


Imagen 8. Curva Caudal presión ventilador inyección sala de deshidratación

3.1.10. Sala de tolva

Como ya se ha dicho, para esta sala se hacen dos consideraciones diferentes en función de si está el sistema de ventilación en régimen nominal o en régimen de descarga de la tolva. Para el caso nominal se considerará que la fuente de emisión será la parte inferior de la tolva.

Para la impulsión se colocan 2 dispositivos multitobera de 1x10 unidades separados unos 2 m entre sí y a 45º de la horizontal. Dado que las toberas son orientables, a la mitad de ellos se les sitúa con un ángulo que sea casi vertical respecto al suelo, mientras que la otra mitad de las toberas se sitúa en su posición neutra perpendicular al tubo.

El equipamiento de las instalaciones de inyección de aire a la sala de tolva estará compuesto por:

- Colector general en polipropileno diámetro exterior 355 mm.
- 2 dispositivos multitoberas. Características:
  - WGA Unidad multitobera de largo alcance WGA marca Schako o similar
  - R Para montaje en tubería
  - V0 Con toberas orientables individualmente de forma manual
  - 1025: Longitud del sistema 1025 mm
  - 115: Altura 115 mm. 1 filas de toberas
  - N Longitud individual
  - V4A: acero inoxidable 1.4571.
  - DW Blanco similar a RAL9010 (estándar)
  - SM Montaje roscado (estándar)
  - B0 Sin protección contra golpes (estándar)
  - E000 Sin servomotor (estándar)
- Un ventilador-extractor helicoidal para intercalar en conducto, con calidad de acabado para aplicaciones marinas y navales:

VENTILADOR-INYECCIÓN	Caudal total (m³/h)	PERDIDA DE CARGA TOTAL (Pa)
Sala de Tolva	774,8	89

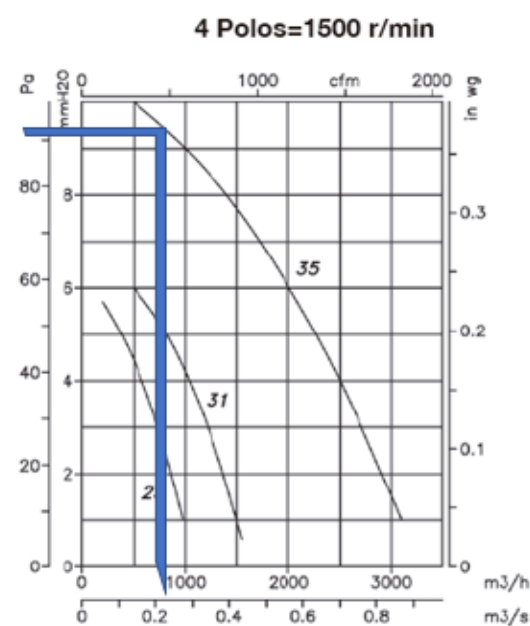


Imagen 9. Curva Caudal presión ventilador inyección sala de tolva

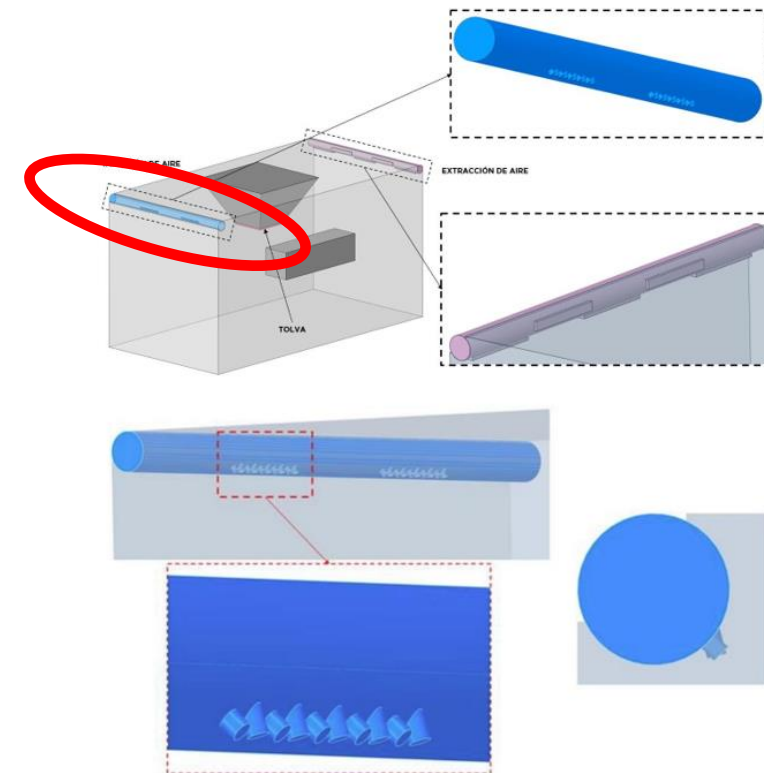


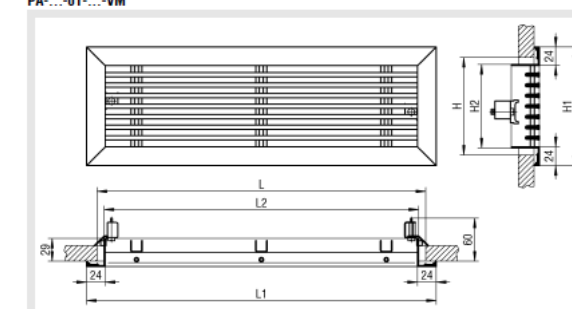
Imagen 10. Esquema ubicación colectores de extracción e inyección en sala de tolva

Tal como se ha indicado anteriormente se prevén rejillas en la fachada norte para permitir la entrada en la fase de funcionamiento de descarga de la tolva al camión de retirada de los fangos. En esta fase el caudal de extracción hacia la torre de desodorización será de 3.874,0 m³/h. Pero la capacidad de aporte de aire se limita a 774,8 m³/h.

Existe un diferencial de 3.099,2 m³/h que debe pasar a través de las rejillas. Se propone una rejilla a marca Schako, o similar, de dimensiones útiles 1,004 x 0,308 = 0,31 m². Con esto resulta una velocidad de 2,77 m/s; que implica una pérdida de carga de 14 Pa.

#### Rejilla de ventilación PA

**Ejecuciones y dimensiones**  
para montaje en paredes, techos y conductos de ventilación  
Dimensiones  
PA-...-01-...-VM



#### Tamaños disponibles

L	L1	L2	L3
325	348	304	310
425	448	404	410
525	548	504	510
625	648	604	610
825	848	804	810
1025	1048	1004	1010
1225	1248	1204	1210

H	H1	H2	H3	H4	PLA	
					8 mm	13 mm
75	102	58	65	60	3	2
125	152	108	115	110	7	5
225	252	208	215	210	14	10
325	352	308	315	310	21	16

Todas las longitudes y alturas pueden combinarse.  
Otros tamaños bajo pedido.  
PLA = número de perfiles de lamas

Imagen 11. Dimensiones rejilla de entrada de aire a Sala de Tolva.



## 4. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DEL EDIFICIO DE CONTROL

### 1.9 Programa de Funcionamiento

La utilización del edificio se hará de acuerdo con un programa de funcionamiento que afectará a los horarios y a las ocupaciones por parte de las personas con actividades coherentes con los usos del mismo.

Para el cálculo de las cargas térmicas, se han seguido los horarios propuestos en los Documentos Reconocidos por el Código Técnico de la Edificación en el Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE.

### 1.10 Descripción de los cerramientos

A continuación, se adjuntan los valores de los distintos coeficientes de transmisión de calor utilizados en este proyecto para el cálculo de las cargas térmicas.

Los requerimientos mínimos de los cerramientos, particiones interiores y cristales que conforman la envolvente del edificio son iguales o superiores a los determinados en la exigencia HE1 de la limitación de la demanda energética del Código técnico de la Edificación (CTE DB-HE1), y correspondientes a la zona climática C1.

CERRAMIENTOS	U ( W/m2 °C)	Factor solar
Cerramientos verticales exteriores	0,30	-
Cerramientos interiores	0,26	-
Suelos	1,43	-
Cubiertas	0,15	-
Cristales	1,10	0,45
Puertas	1,10	0,45

Para el cálculo de las cargas térmicas, se han considerado además los elementos fijos de protección solar que modifican el factor solar.

### 1.11 Condiciones exteriores de cálculo

Los valores adoptados como condiciones exteriores de cálculo en este proyecto se han obtenido de la Guía Técnica del IDEA “Condiciones climáticas exteriores de proyecto”, en lo relativo a las temperaturas y considerando las variaciones horarias y mensuales de las mismas de acuerdo con UNE 100014.

#### Situación del edificio

Ciudad:	Illa de Arosa
Latitud:	42,55 °N
Elevación sobre el nivel del mar:	7 m

#### Niveles percentiles utilizados

Temperatura extrema máxima:	1%
Temperatura húmeda máxima:	1%
Temperatura extrema mínima:	99%

#### Valores

Temperatura seca máxima:	29,50°C
Humedad relativa coincidente:	42,55%
Temperatura mínima:	3,30°C

#### Criterios de diseño

Temperatura seca de diseño para condensación de equipos frigoríficos:	32,5°C
---	--------

### 1.12 Exigencia de bienestar e higiene (IT 1.1)

Se justifica en este apartado el cumplimiento de las siguientes verificaciones según se indica en la IT 1.1.3 del RITE:

- Cumplimiento de la exigencia de la calidad térmica del ambiente (IT 1.1.4.1) en este apartado de la memoria.
- Cumplimiento de la exigencia de calidad de aire interior (IT 1.1.4.2) en este apartado de la memoria.
- Cumplimiento de la exigencia de calidad acústica (IT 1.1.4.3) en este apartado de la memoria.
- Cumplimiento de la exigencia de higiene (IT 1.1.4.4) en este apartado de la memoria.

#### 4.1.1. Exigencia de calidad térmica del ambiente (IT 1.1.4.1)

##### Temperatura operativa y humedad relativa (IT 1.1.4.1.2)

Las condiciones interiores de diseño y los niveles de ventilación se fijan en función de la actividad metabólica de las personas y su grado de vestimenta de acuerdo con lo indicado en la IT 1.1.4.1.2:

Estación	Temperatura Operativa (°C)	Humedad Relativa (%)
Verano	23 – 25	45 – 60
Invierno	21 – 23	40 – 50

Se admitirá una humedad relativa del 35% en las condiciones extremas de invierno durante cortos períodos de tiempo.

##### Velocidad media del aire (IT 1.1.4.1.3)

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

La velocidad media admisible del aire en la zona ocupada (V), se muestra en las tablas que se muestran a continuación.

Difusión por desplazamiento	Velocidad (m/s)
Verano	0,13-0,15
Invierno	0,11-0,13

Con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%:

Difusión por mezcla	Velocidad (m/s)
Verano	0,16-0,18
Invierno	0,14-0,16

Con difusión por desplazamiento, intensidad de la turbulencia del 15% y PPD por corrientes de aire menor que el 10%:

Difusión por desplazamiento	Velocidad (m/s)
Verano	0,13-0,15
Invierno	0,11-0,13

La velocidad podrá resultar mayor, solamente en lugares del espacio que estén fuera de la zona ocupada, dependiendo del sistema de difusión adoptado o del tipo de unidades terminales empleadas.

#### Categoría del ambiente térmico

Se define en la norma UNE-EN ISO 7730 el PPD como el porcentaje de personas insatisfechas previsto para unas condiciones termo-higrométricas, en función del índice PMV que refleja la opinión de un numeroso grupo de personas sobre la sensación térmica experimentada.

Se define en el informe del CEN CR 1752 tres categorías de ambiente térmico (A, B, C) que relacionan el PPD (índice de personas insatisfechas) con los valores límite de PMV (Predicted Mean Vote, valoración de la condición termo-higrométrica).

Se calcula el PPD respecto las corrientes de aire según la expresión:

$$PPD = (34 - t_a) \times (V-0,05)^{0,62} \times (0,37VT_u + 3,14)$$

Siendo  $t_a$  la temperatura del aire en °C, V la velocidad media del aire, y  $T_u$  el índice de turbulencia. Se puede calcular el índice de turbulencia y la velocidad media según las expresiones propuestas en la UNE-EN ISO 7730 y el informe CR 1752.

Admitiendo que el índice de turbulencia oscilará entre 35%-45% para difusión por turbulencia y entre 10%-20% para difusión por desplazamiento, y un PPD = 15%, se admitirán las siguientes velocidades medias:

#### Difusión por mezcla

Temperatura (°C)	21	22	23	24	25
Velocidad media (m/s)	0,13-0,14	0,14-0,15	0,15-0,16	0,16-0,18	0,18-0,19

#### Difusión por desplazamiento

Temperatura (°C)	21	22	23	24	25
Velocidad media (m/s)	0,17-0,19	0,18-0,21	0,19-0,23	0,21-0,25	0,22-0,28

Se evitará un excesivo gradiente de temperatura en sentido descendente (sensación de cabeza caliente y pies fríos), limitando dicho valor para conseguir un PPD requerido según la UNE-EN ISO 7730 y el informe CR 1752.

Igualmente, se mantiene la temperatura del suelo dentro de unos límites indicados en la UNE-EN ISO 7730 y el informe CR 1752, para conseguir el PPD requerido.

La asimetría de temperatura radiante (en diferentes casos según TC techo caliente, PF pared fría, TF techo frío, PC pared caliente) se limita para conseguir un PPD requerido según la UNE-EN ISO 7730 y el informe CR 1752.

La definición de las tres categorías del ambiente térmico, según el informe CR 1752 y las limitaciones anteriores es:

Estado Térmico			Malestar Térmico						
Categoría	PPD (%)	PMV	Gradiente (k/m)	Temp. Suelo (°C)	Corrientes (%)	TC (°C)	PF (°C)	TF (°C)	PC (°C)
<b>A</b>	6	-0,2 a +0,2	2	19 a 29	15	5	10	14	23
<b>B</b>	10	-0,5 a +0,5	3	19 a 29	20	5	10	14	23
<b>C</b>	15	-0,7 a +0,7	4	17 a 31	25	7	13	18	35

En éste proyecto se mantendrán unas condiciones termo-higrométricas indicadas en la **Categoría C**, a no ser que se deba considerar algún valor más restrictivo en alguna otra norma de aplicación, o condiciones de diseño.

Las condiciones deben ser mantenidas dentro de la zona ocupada del recinto definida en el Apéndice 1 del RITE, "Términos y definiciones".

#### **4.1.2. Exigencia de calidad del aire interior (IT 1.1.4.2)**

Cada local del edificio, se identifica con una categoría de aire interior (IDA), siguiendo los criterios de la siguiente tabla (IT 1.1.4.2.2):

Categoría	Descripción	Uso
IDA 1	Aire de óptima calidad	Hospitales, clínicas, laboratorios, guarderías.
IDA 2	Aire de buena calidad	Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	Aire de calidad media	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	Aire de calidad baja	-

Se selecciona la categoría IDA 2, que se aproxima al nivel de actividad que se prevé en el edificio de control.

#### Caudal mínimo del aire exterior de ventilación.

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior, se calcula por el método indirecto de caudal por persona (IT 1.1.4.2.3):



Categoría	Descripción	l/s por persona
IDA 1	Aire de óptima calidad	20,0
IDA 2	Aire de buena calidad	12,5
IDA 3	Aire de calidad media	8,0
IDA 4	Aire de calidad baja	5,0

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior para locales sin ocupación humana permanente, se calcula de forma indirecta por unidad de superficie (IT 1.1.4.2.2):

Categoría	Descripción	l/s por m²
IDA 1	Aire de óptima calidad	No aplicable
IDA 2	Aire de buena calidad	0,83
IDA 3	Aire de calidad media	0,55
IDA 4	Aire de calidad baja	0,28

**Filtración del aire exterior mínimo de ventilación (IT 1.1.4.2.4)**

La calidad del aire exterior (ODA) se clasifica de acuerdo con los siguientes niveles:

Categoría	Descripción
ODA 1	Aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).
ODA 2	Aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
ODA 3	Aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

La categoría de calidad de aire exterior que se considera es **ODA2**.

Las clases de filtración empleadas son función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA):

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
<b>ODA 1</b>	F9	F8	F7	F5
<b>ODA 2</b>	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
<b>ODA 3</b>	F7 + GF* + F9	F7 + GF + F9	F5 + F7	F5 + F6

\*GF = Filtro de gas (filtro de carbono) y, o filtro químico o físico-químico (fotocatalítico) y solo serán necesarios en caso de que la ODA 3 se alcance por exceso de gases.

Se emplearán filtros previos en la entrada de aire exterior a la Unidad de tratamiento de aire (UTA), así como en la entrada de aire de retorno.

En todas las secciones de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, se garantizarán las condiciones de funcionamiento en seco; la humedad relativa del aire será siempre inferior al 90%.

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

En el apartado *SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AIRE* se adjunta una descripción de los equipos previstos para el tratamiento de aire en la que se indica las clases de filtración previstas.

**Aire de extracción (IT 1.1.4.2.5)**

El aire exterior se clasifica de acuerdo con las siguientes categorías:

Categoría	Nombre	Descripción	Usos
<b>AE 1</b>	Bajo nivel de contaminación	Las emisiones proceden de los materiales de construcción y decoración, y de las personas	Oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos
<b>AE 2</b>	Moderado nivel de contaminación	Mas contaminantes que la categoría anterior, y en los que no se puede fumar	Restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, bares, almacenes
<b>AE 3</b>	Alto nivel de contaminación	Producción de productos químicos, humedad, etc.	Aseos, saunas, cocinas, laboratorios químicos, imprentas, habitaciones fumadores
<b>AE 4</b>	Muy alto nivel de contaminación	Sustancias olorosas y contaminantes en concentración mayor que la permitida en el aire IDA	Extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales de pinturas y solventes, lencería sucia, residuos de comida, fumadores, laboratorios químicos

El caudal de aire de extracción de locales de servicio es como mínimo de 2 l/s por m² de superficie en planta.

Sólo el aire de categoría AE1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.

El aire de categoría AE2, puede ser empleado solamente como aire de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes.

El aire de las categorías AE3 y AE4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia. Además, la expulsión hacia el exterior del aire de estas categorías no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE1 y AE 2, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.

Se comprueba en el documento de planos cómo el diseño del sistema de aire acondicionado cumple con esta exigencia.

**4.1.3. Exigencia de calidad del ambiente acústico (IT 1.1.4.4)**

El diseño del sistema de aire acondicionado se ha realizado para conducir a un nivel del ruido de fondo que tenga una intensidad suficientemente baja como para no interferir con los requerimientos de los ocupantes de los espacios.

Se cumplen los valores de ruido de objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior (tabla B anexo II), en lo referente a zonificación acústica y emisiones acústicas indicadas en el Real Decreto 1367/2007:

Uso del edificio	Tipo de recinto	L <sub>d</sub> dB(A)	L <sub>e</sub> dB(A)	L <sub>n</sub> dB(A)
Viviendas o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Estancias	45	45	30
	Dormitorios	40	40	50
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	40	40	45

Siendo L<sub>d</sub>, L<sub>e</sub>, y L<sub>n</sub> los índices de ruido durante el día, la tarde y la noche respectivamente según se define en el Real Decreto 1513/2005.

En cumplimiento de la IT. 1.1.4.4 del RITE, las instalaciones deberán cumplir la exigencia del Código Técnico DB-HR, apartado 3.3.

#### 4.1.4. Exigencia de higiene (IT 1.1.4.3)

El cumplimiento de la IT 1.1.4.3.1 Preparación de agua caliente para usos sanitarios y la IT 1.1.4.3.2 Calentamiento del agua en piscinas climatizadas, forma parte del proyecto de instalaciones mecánicas.

Este proyecto de instalaciones de aire acondicionado cumple con las IT 1.1.4.3.3 Humidificadores y IT 1.1.4.3.4 Aperturas de servicio para limpieza de conductos y plenums de aire.

#### 1.13 Exigencia de eficiencia energética (IT 1.2)

En este proyecto se ha optado por el procedimiento de verificación simplificado según los siguientes apartados indicados en la IT1.2.2 del RITE:

- Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1 del RITE:

Se comprueba en el apartado *SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR* de esta memoria, en las fichas características de los equipos incluidas en esta memoria.

- Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2 del RITE.

Se comprueba en los apartados *REDES DE TUBERÍAS* y *REDES DE CONDUCTOS* de esta memoria.

- Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3 del RITE.

Se comprueba en el apartado *SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL* de esta memoria.

- Cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos del apartado 1.2.4.4 del RITE.

Se comprueba en el apartado *SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL* de esta memoria.

- Cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5 del RITE.

- Cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6 del RITE.

Este apartado se encuentra fuera del ámbito de esta instalación.

- Cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7 del RITE.

Se comprueba en el apartado *SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR* de esta memoria, en las fichas características de los equipos incluidas

#### 1.14 Exigencia de seguridad (IT 1.3)

En este proyecto se ha verificado la exigencia de seguridad según los siguientes apartados indicados en la IT1.3.2 del RITE:

- Cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 1.3.4.1 del RITE.

Los equipos generadores de frío y calor seleccionados en el proyecto cumplen con la exigencia, como se comprueba, en las fichas características de los equipos incluidas.

Las salas de máquinas que alojan los equipos generadores de frío y calor seleccionados en el proyecto cumplen con la exigencia, como se comprueba en el documento de planos.

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

El cumplimiento de la exigencia en conductos de aire se comprueba en el apartado *REDES DE CONDUCTOS* de esta memoria.

- Cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 1.3.4.3 del RITE.

El cumplimiento de la exigencia se comprueba en los apartados de esta memoria en las fichas técnicas de estos equipos.

#### 1.15 Cargas térmicas de los locales

Para el cálculo de las cargas térmicas de los diferentes locales y zonas del proyecto se ha utilizado el programa informático "CLIMA V2" con los datos de partida descritos en el apartado correspondiente. La carga de calefacción se determina para las condiciones de diseño fijadas en el propio programa informático.

Las necesidades térmicas globales del edificio según hojas de cálculo son las siguientes:

Total Frío (kW)	7,17
Total Calor (kW)	4,68

Todas las hojas de cálculo que se mencionan en este apartado se hallan en el ANEXO 4. CÁLCULOS CLIMATIZACIÓN EDIFICIO DE CONTROL.

## 1.16 Sistemas de tratamiento de aire

Los sistemas de tratamiento de aire están constituidos por el conjunto de climatizadores ó unidades de tratamiento de aire en las que el aire sufre alguna modificación de sus características térmicas o termodinámicas, así como las redes de conductos y tuberías que conectan estos equipos al sistema de generación de frío y calor.

Para la selección del sistema o sistemas propuestos de aire acondicionado en los diferentes espacios y locales que a continuación se especifican, se ha considerado los factores más representativos de selección siguientes:

- La eficiencia de regulación. Se pretende regular la temperatura y la humedad del ambiente del local climatizado.
- La división en zonas del ambiente que se desea climatizar. En general, se consideran dos zonas; una zona perimetral en la que existe gran carga térmica producida por las variaciones de las condiciones exteriores, radiación solar, temperatura exterior, etc., y una zona interior en la que la carga es bastante constante, carga de iluminación, de ocupación, etc.
- Orientación de las fachadas y agrupación de espacios o locales con las mismas condiciones térmicas.
- Discriminación por usos y por horarios de funcionamiento.
- Costes de explotación bajos con intervenciones mínimas del equipo de mantenimiento.

### Sistemas de tratamiento mediante fluido frigorífico en sistemas descentralizados:

Para climatizar las zonas del edificio se utilizarán unidades autónomas de expansión directa individuales de tipo bomba de calor y de ejecución consola para estar situados en la pared de los locales.

La unidad o unidades evaporadoras y condensadora se unirán mediante tuberías frigoríficas. El número de unidades interiores serán de 1, 2, o 3, con una única unidad exterior o condensadora según el caso.

Cada equipo exterior contendrá un total de 1 compresor hermético rotativo tipo Scroll. Los compresores estarán perfectamente protegidos e instalados sobre antivibradores para reducir los niveles de ruido y la transmisión de vibraciones. La unidad estará suministrada con una carga completa de refrigerante HFC-410a por cada circuito frigorífico.

Las unidades interiores se controlarán independientemente garantizando así un control adecuado en función de las necesidades de cada usuario.

La definición de las características ó especificaciones de las unidades de tratamiento de aire que forman parte de este proyecto se indican en forma de fichas técnicas, que se adjuntan.

## 1.17 Redes de tuberías

### Sistemas de expansión de transporte de energía mediante fluido refrigerante.

Los circuitos de refrigerante se realizarán con tubo de cobre duro estirado según norma UNE-EN-12.735-1 con accesorios del mismo material soldados mediante soldadura fuerte a la plata. Los espesores serán los necesarios para soportar las presiones de trabajo y de pruebas que marque el fabricante de los equipos.

Las tuberías se aislarán edificio con el fin de evitar consumos energéticos elevados y conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales de tratamiento de aire con temperaturas próximas a las de

salida de los equipos de producción. Por otro lado deberán poder cumplir con las condiciones de seguridad para evitar contactos accidentales con posibles superficies calientes.

Las tuberías de cobre en su recorrido por el interior del edificio se aislarán exteriormente mediante coquilla de espuma elastomérica con el espesor según el Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios. Los accesorios aislados serán del mismo material.

Las tuberías de cobre, en su recorrido por el exterior del edificio y en las salas de máquinas se aislarán exteriormente mediante coquilla de espuma elastomérica con el espesor según el Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios, además de lo señalado anteriormente irán protegidas mediante un revestimiento de aluminio de 0,8 mm de espesor que proporcionará una protección doble a la coquilla. Por una parte un refuerzo mecánico para evitar las consecuencias de los impactos, golpes y posibles proyectiles, y por otra parte una protección contra el deterioro superficial del material elastomérico por la influencia de los rayos ultravioletas procedentes del sol.

De forma general las tuberías se situarán en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de todo su recorrido para facilitar la inspección de las mismas, especialmente en sus tramos principales, y de sus accesorios.

Las tuberías se instalarán de forma ordenada, disponiéndolas, siempre que sea posible, paralelamente a tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes oportunas que deben darse a los elementos horizontales.

Para el número y disposición de los soportes de las diferentes tuberías se seguirán las prescripciones marcadas por las normas UNE correspondientes al tipo de tubería empleada. En particular, para tuberías de cobre, se seguirán las prescripciones marcadas por la norma UNE 100.152 "Climatización. Soportes de tuberías".

Los desagües de los equipos que producen agua de condensación se realizarán con tubo de PVC sin aislar y conducirán los condensados producidos por las baterías de agua fría o de expansión hasta el bajante pluvial más próximo.

Una vez terminada la instalación de las tuberías, éstas se señalizarán con cinta adhesiva de colores y flechas dispuestas sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 100100, en tramos de 2 a 3 metros de separación y coincidiendo siempre en los puntos de registro, junto a válvulas o elementos de regulación. Así mismo se utilizarán flechas adhesivas para señalar los sentidos de los flujos dentro de las tuberías.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de refrigerante dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

## 1.18 Redes de conductos

El aire de ventilación y extracción deberá distribuirse a los distintos recintos o lugares que deban ser climatizados.

Para la distribución del aire de los diferentes elementos de ventilación indicados con cada uno de los elementos que componen la instalación de aire acondicionado, se ha previsto la instalación de varias redes de conductos de las siguientes características.

Para la red de impulsión y retorno de aire de los elementos de ventilación dedicados a la aportación y extracción del aire primario, se utilizarán conductos rectangulares de fibra de vidrio.

Para la red de impulsión y retorno de aire de los elementos de ventilación dedicados a la extracción de aire de lavabos, se utilizarán conductos circulares de chapa galvanizada, de clase C, con juntas, uniones y accesorios por junta de estanqueidad, que garanticen altas prestaciones de estanqueidad.

Para la conexión entre las redes de extracción de aire de lavabos y los elementos terminales de difusión se empleará conductos circulares flexibles en aluminio resistente y alma de acero en espiral.

Los conductos de aire estarán dotados de las correspondientes aberturas de acceso o una sección de conductos desmontables adyacente a cada elemento que necesite operaciones de mantenimiento. Así mismo, las redes de conductos deben estar equipadas con aperturas de servicio, de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-ENV 12097 para permitir las operaciones de limpieza y desinfección, para ello, se colocarán registros en los elementos y en las conducciones horizontales la distancia entre registros no debe ser mayor de 10 metros o presentar más de dos codos de 45º, y según lo indicado en la norma UNE 100.030.

De forma general los conductos de aire se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas e instrumentos de regulación y medida. En los conductos no podrán alojarse conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesador por ellas.

Los conductos estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de la manipulación, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo. Los conductos no podrán contener sustancias o materiales sueltos, las superficies internas serán lisas y no contaminarán al aire que circule por ellas en las condiciones de trabajo.

Las canalizaciones de aire y accesorios cumplirán lo establecido en las normas UNE que les sean de aplicación. En particular, los conductos de chapa metálica cumplirán con las prescripciones de la norma UNE-EN 1505 y UNE-EN 1506 "Conductos para el transporte de aire. Dimensiones y tolerancias", UNE 100.102 "Conductos de chapa metálica. Espesores. Uniones. Refuerzos" y UNE-EN 12.236 "Ventilación de edificios. Soportes y apoyos a la red de conductos. Requisitos de resistencia". Los conductos de fibra de vidrio cumplirán las prescripciones de la norma UNE-EN 13.403 "Ventilación de edificios. Conductos no metálicos. Red de conductos de planchas de material aislante".

También los conductos cumplirán lo establecido en la normativa de protección contra incendios CTE SI (Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad en caso de Incendio) que les sea aplicable. En nuestro caso los conductos deberán pertenecer a la clase B-s3,d0 u otra clasificación más favorable.

La alineación de los conductos en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales normalizadas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, conservando la forma de la sección transversal y sin forzar los conductos.

Las unidades de tratamiento de aire, las unidades terminales y las cajas de ventilación y los ventiladores se acoplarán a la red de conductos mediante conexiones antivibratorias.

Los conductos flexibles deben cumplir con la norma UNE-EN 13180. La longitud de los conductos flexibles desde una red de conductos a las unidades terminales a un valor máximo de 1,2 m, con el fin de reducir las pérdidas de presión y además, exige que estos conductos se monten totalmente extendidos.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de aire dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 DB HR . A continuación se muestran las condiciones de montaje

### **Conducciones y equipamiento de las instalaciones ventilación**

Deben aislarse acústicamente los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurran por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso, especialmente los conductos de extracción de humos de los garajes, que se considerarán recintos de instalaciones.

En el caso de instalaciones de ventilación con admisión de aire por impulsión mecánica, los difusores deben cumplir con el nivel de potencia máximo especificado en el apartado "Conducciones y equipamiento de las instalaciones aire acondicionado".

Los conductos se han dimensionado de forma que la pérdida de carga en tramos rectos sea del orden de 1 Pa/m.

Para el dimensionado de las redes de conductos se ha utilizado una hoja de cálculo de elaboración propia basado en la resolución matemática de la ecuación de pérdidas de carga por fricción de Darcy-Weisbach y la expresión semiempírica de Colebrook para el coeficiente de fricción.

En el ANEXO 5. CALCULOS DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN SALAS ELECTRICAS se adjuntan los resultados de cálculo de las redes de conductos.

### **1.19 Definición de las unidades terminales de difusión de aire**

El dimensionamiento de los elementos de difusión de aire se ha realizado para limitar la velocidad media indicada en el apartado *EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE. EXIGENCIA DE CALIDAD TÉRMICA* de esta memoria (o en el RITE).

La velocidad media del aire es proporcional al valor de  $T_x$  e inversamente proporcional al valor  $L'$ . El valor  $T_x$  se define como alcance a velocidad  $x$  o distancia entre el difusor y el punto en que la velocidad se reduce a  $x$  m/s. El valor  $L'$  es función de la altura  $H$  del local, y lado  $L$  del local (lado servido por el difusor). La constante de proporcionalidad depende del tipo de difusor, y se extrae de la documentación técnica suministrada por los fabricantes de los elementos de difusión. Se dimensionan pues los difusores cuyo alcance conlleva a la velocidad demandada.

Tipo de difusor	Cálculo de $V_R$	Cálculo de $L'$
Difusores circulares de conos fijos	$V_R = 0,258 \cdot (T_{0,25} / L')$	$L' = (H^2 + L^2/4)^{1/2}$
Difusores circulares de conos regulables	$V_R = 0,276 \cdot (T_{0,25} / L')$	$L' = (H^2 + L^2/4)^{1/2}$
Difusores rotacionales de ranuras	$V_R = 0,237 \cdot (T_{0,25} / L')$	$L' = (H^2 + L^2/4)^{1/2}$
Difusores lineales unilaterales	$V_R = 0,201 \cdot (T_{0,50} / L')^{1/2}$	$L' = (H^2 + L^2)^{1/2}$
Difusores lineales bilaterales	$V_R = 0,285 \cdot (T_{0,50} / L')^{1/2}$	$L' = (H^2 + L^2/4)^{1/2}$
Rejas de impulsión en pared	$V_R = 0,076 \cdot (T_{0,25} / L')$	$L' = (H \cdot L)^{1/2}$
Toberas	$V_R = 0,060 \cdot (T_{0,50} / L')$	$L' = (H \cdot L)^{1/2}$



El Documento Básico HR del CTE sobre protección frente al ruido, fija los niveles de presión sonora  $L_{eqA,T}$  (dBA) admisibles debidos a las rejillas y a los difusores terminales en el interior de los edificios de acuerdo con su uso. Se indican en el apartado *EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO* de esta memoria.

El valor de  $L_{eqA,T}$  (dBA) se calcula en función del valor de potencia sonora  $L_W$  (dBA) suministrado por los fabricantes, según:

$$L_{eqA,T} = L_W - 10 \cdot \log V + 10 \cdot \log T + 14$$

Siendo  $V$  el volumen del local en  $m^3$ , y  $T$  el tiempo de reverberación del local en segundos. Se calcula el tiempo de reverberación según:

$$T = 0,16V/A$$

Siendo  $A$  la absorción acústica del local en  $m^2$ . De forma simplificada, se han tomado los siguientes valores:

$V (m^3)$	$L_W - L_{eqA,T}$
40	0
60	4
140	8
>200	10

Para ventilar los distintos espacios se instalarán rejillas lineales construidas mediante perfil de aluminio extrusionado, con acabado lacado en color RAL (a escoger por la dirección facultativa de obra). Las lamas serán horizontales, fijas, e incorporarán compuerta de regulación y elementos de deflexión (en caso de impulsión). La sujeción será con marco).

Por la toma de aire exterior y la descarga de aire viciado se instalarán rejillas compactas construidas en aluminio preparada para intemperie, con lamas horizontales fijas, con perfil antilluvia, y tela metálica posterior.

Por la extracción de aire de aseos se utilizan bocas de ventilación (o válvulas de ventilación) construidas en chapa de acero pintado en color RAL (a escoger por la dirección facultativa de obra). Se instalan directamente en conducto, y se regula el caudal mediante el giro del disco central.

La definición de las características o especificaciones de los elementos de difusión de aire que forman parte de este proyecto se indican en forma de fichas técnicas que se adjuntan.

### 1.20 Sistemas de ventilación mecánica

Los sistemas de ventilación mecánica que forman parte de este proyecto son los que afectan a las siguientes zonas:

Sistema	Tipo	Caudal (l/s)
Extracción aseos	Helicocentrífugo	90
Recuperador de calor	Sensible	140

Ventiladores helicocentrífugos en línea: La carcasa o envolvente y las bridas de sujeción de los conductos estarán fabricadas en material termoplástico como el polipropileno o en plancha de acero protegida mediante pintura epoxi-poliéster. El soporte permitirá montar y desmontar el cuerpo del ventilador sin necesidad de manipular los conductos de aire, facilitando al máximo el mantenimiento y reposición de los ventiladores. La caja de bornes del motor irá montada y fijada en el exterior de la carcasa.

El rodete del ventilador estará realizado en material plástico ABS o en plancha de acero. El ventilador será de baja presión, con turbina de álabes montados en el flujo de aire.

La transmisión será directa. El motor estará colocado y sujeto en el interior de la carcasa mediante uniones directas. Estará dotado de dos velocidades, que además permitirán variar la velocidad mediante reguladores electrónicos o electromecánicos.

Los ventiladores se suministrarán asegurando el equilibrado dinámico del rotor según la norma ISO 1940.

Los motores eléctricos se alimentarán con tensiones monofásicas a 230V, 50Hz o tensiones trifásicas a 400V, 50Hz según la naturaleza de cada ventilador y la potencia eléctrica que desarrollen.

Se intentará en la medida de lo posible que los motores eléctricos tengan una clasificación térmica tipo “F” y un índice de protección IP55 como mínimo.

Las conexiones de los tramos de conducto con el equipo se realizarán siempre con elementos flexibles de conexión, para minimizar las transferencias de vibraciones y ruidos a la red de conductos. Así mismo todos los equipos estarán fijados al suelo o al techo mediante un elemento elástico intermedio de protección que minimice la transmisión de ruidos y vibraciones a la estructura.

De forma general los equipos se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, motores, correas y conexiones.

La definición de las características ó especificaciones de los ventiladores y recuperadores de calor que forman parte de este proyecto se indican en forma de fichas técnicas.

## 5. VENTILACIÓN DE LAS SALAS DE SOPLANTES

Tal y como se ha especificado en el punto anterior, se procederá a dimensionar la instalación de ventilación de la sala de soplantes. La ventilación de esta sala tendrá dos funciones principales:

- Reducir la generación de calor de los equipos de aireación debido a las pérdidas de calor de los motores y de las tuberías de impulsión, manteniendo unas condiciones de aspiración dentro de la temperatura de diseño prevista para el dimensionamiento de estos equipos.
- Aportar el caudal de aire necesario de aspiración de estos equipos para su funcionamiento.

### 1.21 Especificaciones técnicas de las soplantes

#### 5.1.1. Soplantes Desarenador

En la tabla que se muestra a continuación, se resumen las características que afectan al dimensionamiento de la ventilación.

Soplantes de aire del desarenado	
Tipo	Soplante de desplazamiento positivo trilobular (émbolos rotativos)
Nº de equipos	1 + 1 uds
MARCA:	AERZEN o equivalente
MODELO:	GM 3 S Delta Blower G5
Caudal entregado	84 Nm3/h
Presión aspiración	1.013 mbar
Presión diferencial	500 mbar
Temperatura aspiración	20 ºC
Temperatura de impulsión	91ºC
Motor	3,0 kW; Norma IEC; B3; IP-55; 2.910 rpm; 400 V; 50 Hz; IE3; con termistores incorporados

### 5.1.2. Soplantes Reactor Biológico

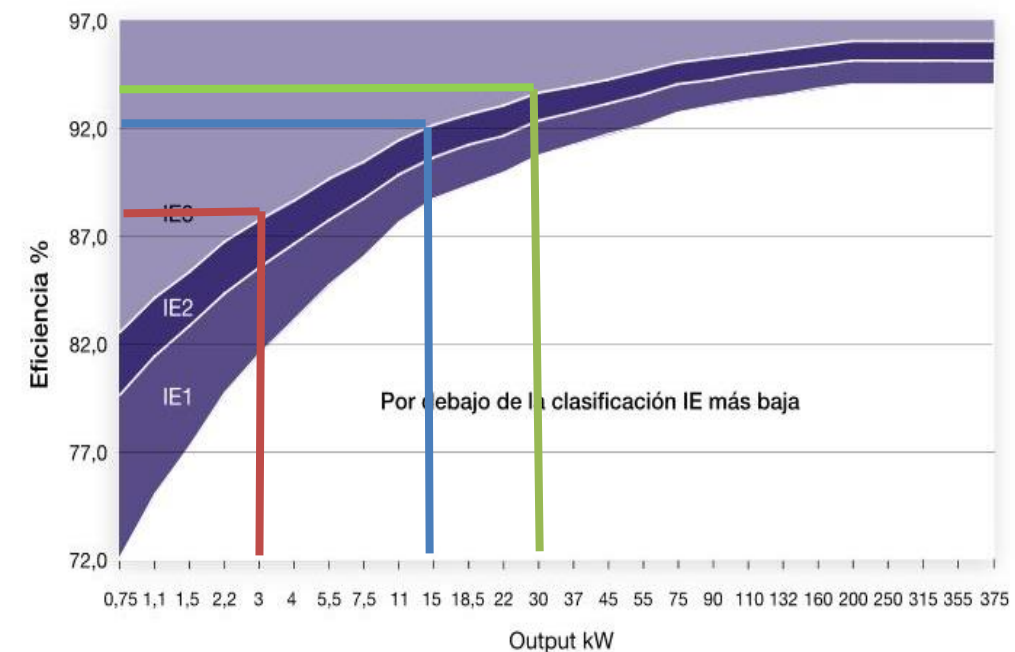
En la tabla que se muestra a continuación, se resumen las características que afectan al dimensionamiento de la ventilación.

Soplantes principales de aire del biológico	
TIPO	SOPLANTE CON COMPRESOR DE LÓBULO ROTATIVO
Nº de equipos	3 (2+1) uds.
MARCA:	AERZEN O EQUIVALENTE
MODELO:	D 24 S DELTA HYBRID
CAUDAL PUNTA EN CONDICIONES NORMALES	1.068 NM <sup>3</sup> /H
PRESIÓN ASPIRACIÓN	1.013 MBAR
PRESIÓN DIFERENCIAL	600 MBAR
TEMPERATURA ASPIRACIÓN	25 ºC
TEMPERATURA DE IMPULSIÓN	89ºC
MOTOR	30,0 kW; NORMA IEC; B3; IP-55; 2.965 RPM; 400 V; 50 Hz; IE3; CON TERMISTORES INCORPORADOS

Soplante auxiliar de aire del biológico	
TIPO	SOPLANTE CON COMPRESOR DE LÓBULO ROTATIVO
Nº de equipos	1 ud.
MARCA:	AERZEN O EQUIVALENTE
MODELO:	D 12 S DELTA HYBRID
CAUDAL PUNTA EN CONDICIONES NORMALES	600 NM <sup>3</sup> /H
PRESIÓN ASPIRACIÓN	1.013 MBAR
PRESIÓN DIFERENCIAL	600 MBAR
TEMPERATURA ASPIRACIÓN	25 ºC
TEMPERATURA DE IMPULSIÓN	88ºC
MOTOR	15,0 kW; NORMA IEC; B3; IP-55; 2.950 RPM; 400 V; 50 Hz; IE3; CON TERMISTORES INCORPORADOS

### 1.22 Pérdidas por rendimiento del motor

Según la norma IEC 60034-30 define las nuevas clases de eficiencia para motores, dependiendo de la potencia y del tipo de Eficiencia, para nuestro caso los motores la eficiencia o rendimiento de los mismos son del tipo IE3. En la gráfica que se muestra a continuación se representa las eficiencias de nuestros equipos:



Por lo cual, los rendimientos obtenidos y las pérdidas de calor de cada uno de los equipos se resumen a continuación:

EQUIPO	EFICIENCIA	PÉRDIDAS
SOPLANTE DE AIRE DEL DESARENADOR	88%	409 W
SOPLANTE PRINCIPAL REACTOR BIOLÓGICO	94%	1915 W
SOPLANTE AUXILIAR DE AIRE DEL BIOLÓGICO	92%	1300 W

La suma de pérdidas de cargas debido a la disipación de cargas debido a los motores de los equipos en cada una de las salas sería la siguiente:

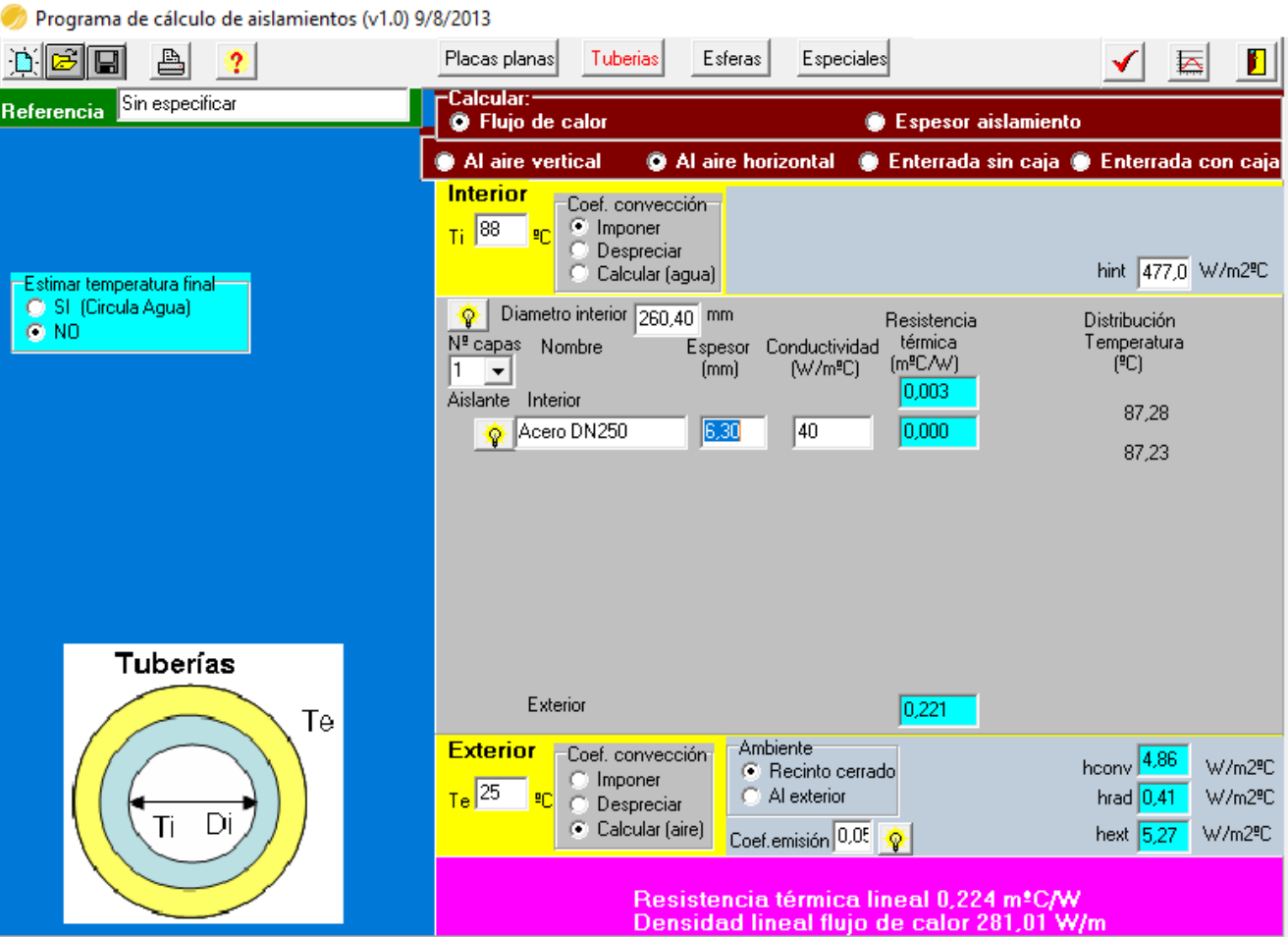
LOCALIZACIÓN	SALA SOPLANTES REACTOR BIOLÓGICO		
EQUIPOS	UDS. FUNCIONANDO	PÉRDIDAS UNITARIAS	PÉRDIDAS TOTAL
SOPLANTE PRINCIPAL REACTOR BIOLÓGICO	2	1915	3830 W
SOPLANTE AUXILIAR DE AIRE DEL BIOLÓGICO	1	1300	1300 W
TOTAL			5130 W
LOCALIZACIÓN	SALA SOPLANTES DESARENADOR		
EQUIPOS	UDS. FUNCIONANDO	PÉRDIDAS UNITARIAS	PÉRDIDAS TOTAL
SOPLANTE DESASARENADOR	1	409 W	409 W
TOTAL			409 W



1.23 Pérdidas por tuberías

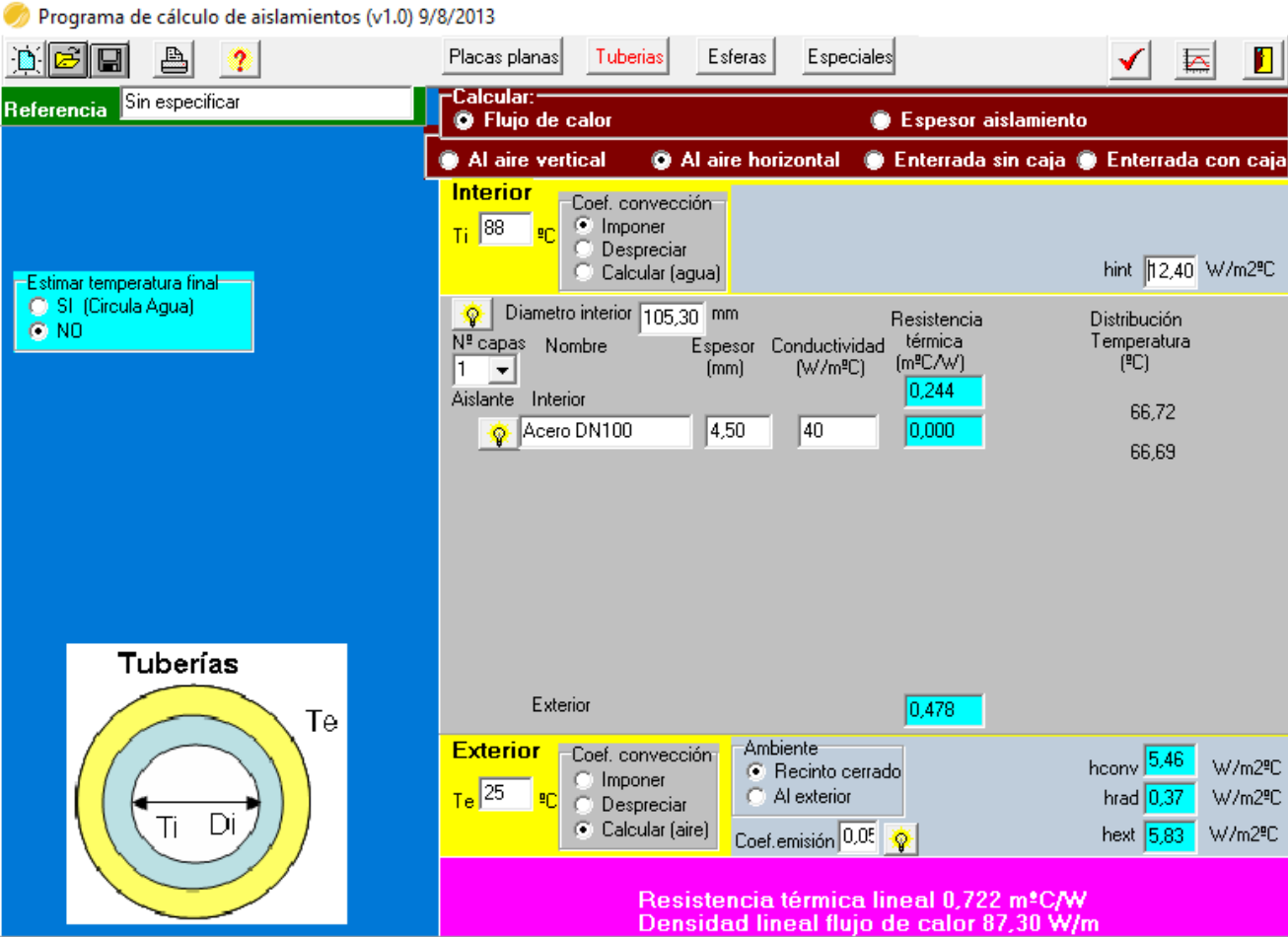
A continuación, se determinarán las pérdidas de calor debido a las conducciones que se encuentran en la sala y por la que circula el aire hacia los reactores biológicos, que después del proceso de compresión se encuentra a una temperatura elevada.

5.1.3. Soplates Reactor Biológico



Obteniéndose una densidad lineal de flujo de calor por metro lineal de tubería de 281,01 W/m por metro lineal de tubería.

5.1.4. Soplates Desarenador



1.24 Pérdidas totales

A continuación, se resumen las pérdidas totales de calor que habrá que disipar de la instalación mediante nuestro sistema de ventilación:

5.1.5. Soplates Reactor Biológico

PÉRDIDAS DE CALOR POR MOTORES	1	5130 W
TUBERÍAS	1	1967 W
TOTAL		7097 W

5.1.6. Soplates Desarenador

PÉRDIDAS DE CALOR POR MOTORES	1	409 W
TUBERÍAS	1	436.5 W
TOTAL		845,5 W

## 1.25 Determinación del caudal de ventilación

### 5.1.7. Soplantes Reactor Biológico

A continuación, se procede a determinar el gasto másico de aire necesario para la refrigeración y ventilación de la sala, para ello se utilizará la siguiente formulación:

$$Q = m \times c_p \times \Delta T$$

Q = Pérdidas de calor o cargas térmicas totales (kW) = 7,097 Kw

m = masa de aire (kg/s)

c<sub>p</sub> = calor específico del aire, 1,006 (KJ/kg x K),

ΔT = incremento de temperatura (°K) = 10 °K (para climas templados no calurosos)

Despejando el valor de m de la expresión y sustituyendo los valores de pérdidas de calor, calor específico e incremento de temperatura; se obtiene un flujo másico de aire de m = 705 Kg/s.

Para la densidad del aire a una temperatura de 25 °C, ρ<sub>aire</sub> = 1,1839 Kg/m<sup>3</sup>, se obtiene un caudal de aire de 2145 m<sup>3</sup>/h.

A este caudal se le añadirá el necesario para el suministro de aire necesario para el funcionamiento de las soplantes que en este caso será de 2736 m<sup>3</sup>/h.

Por tanto, la suma de ambos valores recomienda la instalación de unos equipos de ventilación forzada que sean capaz de suministrar un caudal de 4881,2 m<sup>3</sup>/h.

### 5.1.8. Soplantes Desarenador

A continuación, se procede a determinar el gasto másico de aire necesario para la refrigeración y ventilación de la sala, para ello se utilizará la siguiente formulación:

$$Q = m \times c_p \times \Delta T$$

Q = Pérdidas de calor o cargas térmicas totales (kW) = 845,5 w

m = masa de aire (kg/s)

c<sub>p</sub> = calor específico del aire, 1,006 (KJ/kg x K),

ΔT = incremento de temperatura (°K) = 10 °K (para climas templados no calurosos)

Despejando el valor de m de la expresión y sustituyendo los valores de pérdidas de calor, calor específico e incremento de temperatura; se obtiene un flujo másico de aire de m = 0,084 Kg/s.

Para la densidad del aire a una temperatura de 25 °C, ρ<sub>aire</sub> = 1,1839 Kg/m<sup>3</sup>, se obtiene un caudal de aire de 256 m<sup>3</sup>/h.

A este caudal se le añadirá el necesario para el suministro de aire necesario para el funcionamiento de las soplantes que en este caso será de 84 m<sup>3</sup>/h.

Por tanto, la suma de ambos valores recomienda la instalación de unos equipos de ventilación forzada que sean capaz de suministrar un caudal de 340 m<sup>3</sup>/h.

## 1.26 Selección de equipos de ventilación

Una vez determinados los caudales necesarios para la compensación de las cargas térmicas y el suministro de aire para el funcionamiento según las especificaciones técnicas del cliente. En este punto se procederá a seleccionar los equipos de ventilación y difusión de aire de la sala.

Por ello se ha optado por una solución que minimice los costes de instalación, mantenimiento y explotación; buscándose marcas comerciales de reconocido prestigio.

En este caso se optará por ventiladores de pared de la casa comercial SODECA o equivalente.

### 5.1.9. Ventilador sala de Soplantes Reactor Biológico

En el caso de la sala de soplantes del Reactor biológico, se optará por la instalación de dos ventiladores que suministren la mitad del caudal requerido en la sala, y que funcionen de forma alternada y escalonadamente, es decir, arrancará un ventilador dependiendo del número de soplantes en funcionamiento e indistintamente uno u otro.

A continuación, se muestra las características técnicas del equipo seleccionado.

Ventilador Sala de Soplantes de Reactor Biológico	
Tipo	Extractores helicoidales tubulares para principio de conducto
Nº de equipos	2 uds
MARCA:	SODECA o equivalente
MODELO:	HFT/MAR – 35-4T- 0,09
Caudal máximo	3100 m <sup>3</sup> /h
Velocidad	1320 r.p.m
Tensión	400 V
Intensidad	0,38 A
Potencia instalada	0,09 kW
Nivel presión sonora	59 dB(A)
Materiales	Aro soporte con bridas en chapa de acero galvanizado en caliente. Hélice en fundición de aluminio.
Motor	Motores para servicio marino clase F, con rodamientos a bolas, protección IP55, con el cumplimiento de la clasificación para servicio naval no esencial
Acabado	Anticorrosivo galvanizado en caliente.

### 5.1.10. Soplantes Desarenador

En el caso de la sala de soplantes del desarenador se propone la instalación de un solo ventilador cuyas características técnicas se resumen a continuación.

Ventilador Sala de Soplates de Desarenador	
Tipo	Ventiladores helicoidales murales con soporte y hélice en chapa de acero, especialmente diseñados para obtener una alta eficiencia energética.
Nº de equipos	1 uds
MARCA:	SODECA o equivalente
MODELO:	HRE – 25-4T- 0,09
Caudal máximo	750 m3/h
Velocidad	1400 r.p.m
Tensión	400 V
Intensidad	0,18 A
Potencia instalada	0,09 kW
Nivel presión sonora	53 dB(A)
Ventilador	Aro soporte en chapa de acero. Rejilla de protección contra contactos según norma UNE-EN ISO 12499.
Motor	Motores clase F y B, con rodamientos a bolas, protección IP-54. Rotor externo.
Acabado	Anticorrosivo en resina de poliéster polimerizada a 190 ºC, previo desengrase con tratamiento nanotecnológico libre de fosfatos.
Accesorios	Persiana de sobrepresión

### 1.27 Unidades terminales

Las unidades terminales a instalar serán rejillas de aspiración y expulsión del aire renovado.

Las rejas de aspiración se instalarán en la parte inferior de la habitación, los extractores se instalarán en la parte superior y enfrentado a éstas, de tal forma que el aire circulante arrastre el aire próximo de los equipos.

Como criterio de diseño de las rejillas, se buscará el compromiso entre las dimensiones y su caudal, evitando la generación de ruido. La velocidad máxima de circulación del aire por la rejilla será de 5 m/s.

Las rejas de aspiración e impulsión a instalar en estas salas serán de tipo insonorizadas.

#### 5.1.11. Unidades Terminales sala de Soplates Reactor Biológico

A continuación, se muestra las características técnicas del equipo seleccionado.

REJAS DE ASPIRACIÓN	
Tipo	Acústica
Nº de equipos	2 uds
MARCA:	SINTEC o equivalente
MODELO:	RSA-1000/5
TIPO	Rejilla simple
Caudal nominal	4455 m3/h
Velocidad	5,5 m/s
Pérdida de carga	1,8 mm cda
Caudal previsto	2440 m3/h
Dimensiones (alto)	1000 mm

REJAS DE ASPIRACIÓN	
Dimensiones (ancho)	500 mm
REJAS DE EXPULSIÓN	
Tipo	Acústica
Nº de equipos	2 uds
MARCA:	SINTEC o equivalente
MODELO:	RSA-800/5
TIPO	Rejilla simple
Caudal nominal	3150 m3/h
Velocidad	5 m/s
Pérdida de carga	1,7 mm cda
Caudal previsto	2440 m3/h
Dimensiones (alto)	800 mm
Dimensiones (ancho)	500 mm

#### 5.1.12. Unidades Terminales sala de Soplates Desarenador

A continuación, se muestra las características técnicas del equipo seleccionado.

REJAS DE ASPIRACIÓN	
Tipo	Acústica
Nº de equipos	1 uds
MARCA:	SINTEC o equivalente
MODELO:	RSA-600/5
TIPO	Rejilla simple
Caudal nominal	1125 m3/h
Velocidad	2,5 m/s
Pérdida de carga	0,6 mm cda
Caudal previsto	750 m3/h
Dimensiones (alto)	600 mm
Dimensiones (ancho)	500 mm
REJAS DE EXPULSIÓN	
Tipo	Persiana de sobrepresión
Nº de equipos	1 uds
MARCA:	SODECA
MODELO:	P
Caudal previsto	750 m3/h

## 6. VENTILACIÓN DE LA SALA DEL GRUPO ELECTROGENO

En este apartado se procederá a calcular la ventilación de la sala del Grupo Electrógeno que suministrará energía eléctrica de emergencia a la EDAR. La ventilación prevista cubrirá la demanda de aire necesaria para el funcionamiento del Grupo electrógeno en las condiciones especificadas por el fabricante.

El caudal de aire necesario será para compensar las cargas térmicas que genera durante el funcionamiento del motor y el consumo de este equipo:

- Calor irradiado desde el motor.
- Calor irradiador por el alternador y otro equipamiento generador de calor
- Aire requerido para la combustión.

### 1.28 Determinación del caudal de ventilación

Para calcular el caudal de ventilación requerido utilizaremos las especificaciones técnicas del equipo Proyectado, las principales características se resumen a continuación:

GRUPO ELECTRÓGENO	
Nº de equipos	1 ud.
MARCA:	HIMOINSA o equivalente
MODELO:	HFW-200 T5
Potencia	200 kVA
Potencia	160 kW
Caudal de aire para la combustión	754 m3/hr
Caudal de aire ventilador motor	13.680 m3/h
Caudal de aire ventilador alternador	1850,4 m3/h

El caudal de aire necesario para el funcionamiento del grupo electrógeno será la suma de los caudales especificados en la tabla anterior:

Caudal de aire para la combustión	754 m3/hr
Caudal de aire ventilador motor	13.680 m3/h
Caudal de aire ventilador alternador	1850,4 m3/h
<b>TOTAL</b>	<b>16284,4 m3/h</b>

### 1.29 Selección de equipos de ventilación

Una vez determinados los caudales necesarios para el funcionamiento del Grupo Electrónico, se procederá a seleccionar el equipo de ventilación que permitirá la renovación del aire por circulación forzada. En la tabla que se muestra a continuación se muestran las características técnicas del ventilador a suministrar.

VENTILADOR SALA DE GRUPO ELECTRÓGENO	
Tipo	Extractores helicoidales tubulares para principio de conducto
Nº de equipos	1 uds
MARCA:	SODECA o equivalente
MODELO:	HFT/MAR – 63-4T-2
Caudal máximo	18900 m3/h
Velocidad	1430 r.p.m
Tensión	400 V
Intensidad	3,4 A

VENTILADOR SALA DE GRUPO ELECTRÓGENO	
Potencia instalada	1,5 kW
Nivel presión sonora	75 dB(A)
Materiales	Aro soporte con bridas en chapa de acero galvanizado en caliente. Hélice en fundición de aluminio.
Motor	Motores para servicio marino clase F, con rodamientos a bolas, protección IP55, con el cumplimiento de la clasificación para servicio naval no esencial
Acabado	Anticorrosivo galvanizado en caliente.

### 1.30 Unidades terminales

Las unidades terminales a instalar serán rejillas de aspiración y expulsión del aire renovado.

Las rejas de aspiración se instalarán en la parte inferior de la habitación, los extractores se instalarán en la parte superior y enfrentado a éstas, de tal forma que arrastre el aire alrededor del Grupo Electrónico.

Como criterio de diseño de las rejillas, se buscará el compromiso entre las dimensiones y su caudal, evitando la generación de ruido. La velocidad máxima de circulación del aire por la rejilla será de 8 m/s.

Las rejas de aspiración e impulsión a instalar en estas salas serán de tipo insonorizadas.

REJAS DE ASPIRACIÓN	
Tipo	Acústica
Nº de equipos	2 uds
MARCA:	SINTEC o equivalente
MODELO:	RSA-1800/5
TIPO	Rejilla simple
Caudal nominal	9950 m3/h
Velocidad	6,5 m/s
Pérdida de carga	1,4 mm cda
Caudal previsto	8142 m3/h
Dimensiones (alto)	1800 mm
Dimensiones (ancho)	500 mm
Rejas de expulsión	
Tipo	Acústica
Nº de equipos	2 uds
MARCA:	SINTEC o equivalente
MODELO:	RSA-800/15
TIPO	Rejilla simple
Caudal nominal	9450 m3/h
Velocidad	5 m/s
Pérdida de carga	1,7 mm cda
Caudal previsto	8142 m3/h
Dimensiones (alto)	800 mm
Dimensiones (ancho)	1500 mm

## 7. VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DE LAS SALAS ELÉCTRICAS

En este apartado se procederá a calcular la ventilación y climatización de las salas de las salas eléctricas que suministrará energía eléctrica al edificio industrial y edificio de pretratamiento.

Para el cálculo de los equipos de climatización y ventilación se han tenido en cuenta los siguientes criterios de diseño:

- Se utilizará bomba de calor reversible como equipo de producción de frío/calor.
- Se instalarán en los casos necesarios recuperadores de calor con objeto de aumentar la eficiencia de la instalación.
- La temperatura de las salas eléctricas será de 21 °C tanto en verano como en invierno.
- La difusión de aire en los locales se realizará mediante difusores rotacionales, microtoberas o difusores lineales.
- Para el transporte del aire se emplearán conductos autoportantes de acero galvanizado con uniones tipo metu.
- Se tendrá en cuenta la energía disipada por los equipos eléctricos y electrónicos instalados en cada sala.

### 1.31 Energía disipada por los cuadros eléctricos instalados en cada sala

Para calcular la energía disipada por los cuadros eléctricos instalados en cada una de las salas se han clasificado sus elementos integrantes en los siguientes grupos:

- Embarrados
- Protecciones magnetotérmicas
- Protecciones diferenciales
- Baterías de condensadores para corrección del factor de potencia
- Variadores de frecuencia
- Electrónica de control de procesos.

Una vez analizada la energía disipada por estos elementos se han obtenidos los siguientes resultados para cada sala eléctrica:

ENERGÍA DISIPADA	
Sala	Energía disipada (W)
Sala eléctrica Edificio Industrial	8.863,25
Sala eléctrica Edificio pretratamiento	2.299,33

### 1.32 Selección de equipo de climatización

Una vez determinadas las cargas térmicas cada sala eléctrica en función de la orientación, las transmitancias térmicas de los cerramientos y la energía disipada por los cuadros, se ha determinado la bomba de calor con potencia suficiente para cumplir con los criterios de diseño, obteniendo los siguientes resultados:

BOMBA DE CALOR SALA ELÉCTRICA EDIFICIO DE INDUSTRIAL	
Tipo	Bomba de calor reversible
Nº de equipos	1
MARCA:	HITECSA o equivalente
MODELO:	EWXBZ 801
TIPO	Aire-Agua
Potencia Frigorífica (kW)	20,2
Consumo Frigorífico (kW)	8,2
Potencia Calorífica (kW)	22
Consumo Calorífico (kW)	8
Energy Efficiency Ratio (EER)	2,46
Coefficient Of Performance (COP)	2,75

BOMBA DE CALOR SALA ELÉCTRICA EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO	
Tipo	Bomba de calor reversible
Nº de equipos	1
MARCA:	CARRIER o equivalente
MODELO:	30 AWH 006
TIPO	Aire-Agua
Potencia Frigorífica (kW)	4,73
Consumo Frigorífico (kW)	1,57
Potencia Calorífica (kW)	5,76
Consumo Calorífico (kW)	1,88
Energy Efficiency Ratio (EER)	3,00
Coefficient Of Performance (COP)	3,05

En el ANEXO 5. CALCULOS DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN SALAS ELECTRICAS se recogen los cálculos justificativos de las bombas de calor seleccionadas.

### 1.33 Selección de equipo de ventilación

Una vez determinados los caudales de aire de ventilación en función de los criterios térmicos, necesidades de renovación de aire y eficiencia energética se han definido los equipos de ventilación para cada sala.

CAUDALES DE AIRE DE VENTILACIÓN	
Sala	Caudal de aire (m³/s)
Sala eléctrica Edificio Industrial	0,889
Sala eléctrica Edificio pretratamiento	0,198

En el caso de la sala eléctrica del edificio industrial debido a que el caudal de aire el caudal de aire supera los 0,5 m³/s será necesaria la instalación de un recuperador de calor que realizará las funciones de equipo de ventilación y que mejorará la eficiencia de la instalación.

Los equipos de ventilación definidos para cada sala serán:



RECUPERADOR DE CALOR SALA ELÉCTRICA EDIFICIO INDUSTRIAL	
Tipo	Recuperador de calor
Nº de equipos	1 uds
MARCA:	SODECA o equivalente
MODELO:	RIRS-3000
Caudal máximo	4100 m3/h
Velocidad	2390 r.p.m
Tensión	400 V
Intensidad	2x5,75 A
Potencia instalada	2x1,3 kW
Nivel presión sonora	66 dB(A)

RECUPERADOR DE CALOR SALA ELÉCTRICA EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO	
Tipo	Ventilador helicocentrífugos in-line
Nº de equipos	1 uds
MARCA:	S&P o equivalente
MODELO:	Td-1000/200 silent
Caudal máximo	1.040 m3/h
Velocidad frontal	2450 r.p.m
Tensión	400 V
Intensidad	0,55 A
Potencia instalada	0,13 kW
Nivel presión sonora	50 dB(A)

### 1.34 Unidades terminales de climatización

En la sala eléctricas se han definido unidades terminales mediante FANCOIL de techo con las siguientes características:

UNIDADES TERMINALES EDIFICIO DE INDUSTRIAL	
Tipo	FANCOIL
Nº de equipos	3
MARCA:	HITECSA o equivalente
MODELO:	FCW-84
TIPO	Aire-Agua
Potencia eléctrica (kW)	0,210
Potencia Frigorífica (kW)	5,58
Potencia Frigorífica sensible (kW)	3,96
Potencia Calorífica (kW)	6,68
Caudal de agua (l/s)	0,268
Caudal de aire (m³/h)	1.058

UNIDADES TERMINALES EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO	
Tipo	FANCOIL
Nº de equipos	1
MARCA:	HITECSA o equivalente
MODELO:	FCW-64
TIPO	Aire-Agua
Potencia eléctrica (kW)	0,099
Potencia Frigorífica (kW)	3,85
Potencia Frigorífica sensible (kW)	2,65
Potencia Calorífica (kW)	4,44
Caudal de agua (l/s)	0,184
Caudal de aire (m³/h)	685

### 1.35 Unidades terminales ventilación

Las unidades terminales a instalar serán rejillas de aspiración y expulsión del aire renovado. Como criterio de diseño de las rejillas, se buscará el compromiso entre las dimensiones y su caudal, evitando la generación de ruido. La velocidad máxima de circulación del aire por la rejilla será de 8 m/s.

Las rejas de aspiración e impulsión a instalar en estas salas serán de tipo insonorizadas.

SALA ELÉCTRICA EDIFICIO INDUSTRIAL	
REJAS DE ASPIRACIÓN	
Tipo	Lineales
Nº de equipos	3 uds
MARCA:	Kolair o equivalente
MODELO:	20-DH/21-DH
TIPO	Rejilla doble flexión
Velocidad	2,46 m/s
Presión	2,96 Pa
Caudal previsto	1.058 m3/h 1.058 m3/h 1.058 m3/h
Dimensiones (alto x ancho)	750x250 mm 750x250 mm 900x200 mm
REJAS DE EXPULSIÓN	
Nº de equipos	3 uds
MARCA:	Kolair o equivalente
MODELO:	20-DH/21-DH
TIPO	Rejilla doble flexión
Velocidad	2,48 m/s
Presión	3,02 Pa




---

**ANEXO 1. CFD VENTILACIÓN DESODORIZACIÓN**

---



info@sdeasolutions.com		 <b>ENGINEERING SOLUTIONS</b> Advanced Engineering
<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES Y OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ALCANCE DEL TRABAJO</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ENFOQUE TÉCNICO</b>	<b>5</b>
3.1	Consideraciones generales .....	5
3.2	Modelo CFD .....	6
3.2.1	Geometría .....	6
3.2.2	Caudales de impulsión .....	11
3.2.3	Cargas contaminantes .....	11
3.2.4	Dispositivos de impulsión y extracción de aire .....	12
3.2.5	Propiedades de los fluidos .....	13
3.2.6	Detalle de la malla .....	13
<b>4</b>	<b>RESULTADOS EN LA SALA DE DESBASTE</b>	<b>15</b>
4.1	Caudal nominal .....	15
4.2	Caudal de descarga .....	18
<b>5</b>	<b>RESULTADOS EN LA SALA DE DESHIDRATACIÓN</b>	<b>21</b>
5.1	Caudal nominal .....	21
5.2	Caudal de descarga .....	23
<b>6</b>	<b>RESULTADOS EN LA SALA DE TOLVA</b>	<b>25</b>
6.1	Caudal nominal .....	25
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>28</b>

**Commercial in Confidence**  
This report is for UTE AYESA-EIC  
It should not be disclosed to other  
parties without the consent of SDEA

Document Title:  
CFD Ventilación Desodorización  
EDAR Illa de Arousa

Document number:  
162-G405-RP4-1269 Rev.04

Revision	Date	Description	Originated by:	Checked by:	Approved by:
01	19/10/2020	Issued for client comment	AV	JP	WO
02	26/10/2020	Correcciones incluidas	AV	JP	WO
03	27/10/2020	Nuevo diseño de Sala Tolva	AV	JP	WO
04	28/10/2020	Revisados comentarios	AV	JP	WO

info@sdeasolutions.com



## 1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

UTE AYESA-EIC está trabajando en el diseño del sistema de ventilación y desodorización de 3 edificios para la nueva EDAR localizada en Illa de Arousa. Se pretende realizar un análisis CFD para estudiar el diseño y justificación de los sistemas de ventilación, detección de bolsas de fluido estático, comportamiento del fluido en el interior, dimensionamiento de tomas de ventilación en el conducto principal y entrada desde el exterior para las siguientes zonas:

- Sala de pretratamiento
- Sala de deshidratación de fangos
- Tolva de fangos

El equipo de SDEA tiene experiencia en estudios fluidodinámicos en diversos sectores industriales, específicamente en cálculos de pérdida de carga en conductos y sistemas asociados.

Con todo esto en mente, los objetivos principales del proyecto son:

- Predecir el caudal de ventilación necesario y pre-dimensionamiento de los equipos para el correcto funcionamiento y usabilidad de los edificios
- Predicción de la acumulación de contaminantes y calidad del aire en los recintos de estudio mediante técnicas CFD
- Prevención de acumulación de olores y contaminantes en las salas estudiadas
- Distribución de conductos dentro de las salas y dimensionamiento de las tomas de entrada y salida de fluidos

3

SDEA Solutions Ltd, 21, High Street, Kington DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21585832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 90 - 1ª - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

info@sdeasolutions.com



## 2 ALCANCE DEL TRABAJO

El siguiente conjunto de actividades ha sido hecho por SDEA para llevar a cabo este trabajo:

- Recopilar toda la información relevante en el proyecto;
- Tratamiento y revisión de toda la información proveniente del cliente, incluyendo planos, geometrías 3D o informes que sean pertinentes para la realización del trabajo, requiriendo cualquier información adicional en caso necesario
- Compilar y presentar un BoA [Basis of Analysis] y documentos de reportes intermedios para resultados preliminares incluyendo detalles del modelo y condiciones de contorno para cada caso para posterior aprobación por parte de UTE AYESA-EIC
- Crear diferentes mallas 3D partiendo de la geometrías o medidas enviadas por UTE AYESA-EIC, que cumplirán con los requisitos planteados por el cliente
- Realizar el cálculo de los modelos para cada caso
- Recopilar y entregar la documentación técnica requerida en el apartado de entregables detallando el modelo usado y los resultados incluyendo
- Actividades de gestión de proyecto, realización de las conferencias necesarias, viajes a oficina de AYESA, así como comunicaciones vía correo electrónico para el buen funcionamiento del proyecto

4

SDEA Solutions Ltd, 21, High Street, Kington DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21585832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 90 - 1ª - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706



info@sdeasolutions.com



3 ENFOQUE TÉCNICO

3.1 Consideraciones generales

Un buen diseño de cualquier sistema de ventilación debe ser capaz de asegurar la correcta renovación del aire en el interior del recinto con el menor coste posible. Esto pasa por un correcto posicionamiento de los sistemas de impulsión y extracción de aire; y por un valor adecuado de renovaciones de aire por hora.

Existen diferentes parámetros de medida que permiten la evaluación de la calidad del sistema de ventilación:

- El número de renovaciones por hora teórico del aire en el recinto. Este se define como la relación entre el caudal de aire que se impulsa al interior del recinto entre el volumen del mismo.

Este parámetro, aunque útil, puede no ser completamente representativo de lo renovado que queda el aire en el interior del recinto, puesto que la disposición de los sistemas de impulsión y extracción en el recinto pueden generar patrones de flujo que hagan que ciertas zonas queden infra ventiladas. Es por ello que se utiliza conjuntamente el concepto de edad del aire.

- La edad media local del aire se define como el tiempo que las partículas contenidas en un volumen diferencial alrededor de un punto (como es el caso de una celda en simulaciones CFD) han estado en el recinto. Si se asume que la edad en la impulsión es 0, este parámetro evalúa el tiempo de residencia de las partículas en el recinto desde que salen de la impulsión hasta que se van. Con este valor sí es posible evaluar las zonas en las que el aire es renovado más frecuentemente, pues tienen edades o tiempos de residencia inferiores.

A partir de este valor, se puede calcular la edad media del aire (EMA) del recinto, pues se calcula como el promedio de las edades medias locales del recinto.

- La eficiencia del sistema de ventilación se define como la relación entre el tiempo mínimo que pasa una partícula en el recinto y el doble de la edad media del aire. Este concepto permite buscar un equilibrio entre una buena calidad del aire y unos caudales reducidos. Además, evaluando el tiempo mínimo de una partícula en el recinto, se pueden localizar posibles cortocircuitos de aire renovado en el sistema de ventilación.

$$\varepsilon = \frac{t_{min}}{2 EMA}$$

Con este parámetro, y suponiendo un modelo de mezcla completa, se pueden establecer que:

- El valor óptimo se obtiene para un  $\varepsilon=50\%$
- Para  $\varepsilon<50\%$ , se puede considerar que la sala está infra ventilada, o que el tiempo de residencia mínimo es bajo, indicando posibles cortocircuitos
- Para  $\varepsilon>50\%$ , se puede considerar que la relación de caudales está sobredimensionada y se recomienda su disminución

En este estudio no sólo se evalúa el tiempo de residencia del aire en el recinto, sino que también se introducen fuentes de emanación de contaminantes en el modelo. De esta forma, se puede comprobar de forma más exacta no sólo qué zonas del recinto cuentan con un aire más envejecido, sino que además qué áreas cuentan con un aire más contaminado, pudiendo reforzar de esta manera el sistema de ventilación en determinados lugares en caso de ser necesario.

La percepción olfativa más característica en el entorno de las instalaciones de una EDAR está vinculada a las emisiones de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), producido en la descomposición de algunos aminoácidos, así como por la reducción de los sulfatos a sulfitos por ciertos microorganismos.

SDEA Solutions Ltd, 21, High Street, Kegworth DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21185832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 160 - 1.ª - CP.36210 - Vigo - SPA/N - Registered VAT (CIP) Number B27828706

info@sdeasolutions.com



El sulfhídrico es un gas incoloro e inflamable con un peso molecular de 34 kg/kmol y una densidad de unos 1.5 kg/m³ a temperaturas ambiente, por lo que es ligeramente más denso que el aire y tiende a acumularse cerca del suelo. Su olor se asocia a "huevos podridos" y alerta de su presencia a partir de 0.02 partes por millón (ppm).

Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	
Peso molecular	34 kg/kmol
Densidad [a 15 °C]	1.46 kg/m³
Concentración máxima permitida en lugares de trabajo	10 ppm
Tóxico [letal] a partir de	100 ppm
Primeros síntomas tóxicos a partir de	10 ppm
Umbral de detección por olfato	2 ppm
Factor de conversión ppm usado	1 ppm = 1 mg/kg

Tabla 1 Propiedades relevantes Sulfhídrico

En concentraciones más elevadas puede resultar tóxico (alrededor de 10 ppm). Además, consiste en una de las principales causas de corrosión en las instalaciones de las EDAR, atacando en los ambientes húmedos al hierro y al hormigón con facilidad.

Con todo esto, otra parte importante del estudio consiste en la evaluación de la concentración de contaminantes en los diferentes recintos de estudio. Estos serán medidos en miligramos de sulfhídrico por kilogramos de aire, lo que resulta en ppm.

3.2 Modelo CFD

SDEA Solutions ha usado el Método de Volúmenes Finitos (FVM) para calcular por separado cada una de las condiciones descritas en el siguiente apartado. El software comercial ANSYS 2020 R2 ha sido utilizado en este proyecto.

Los siguientes pasos han sido seguidos para la configuración y estudio de los modelos CFD:

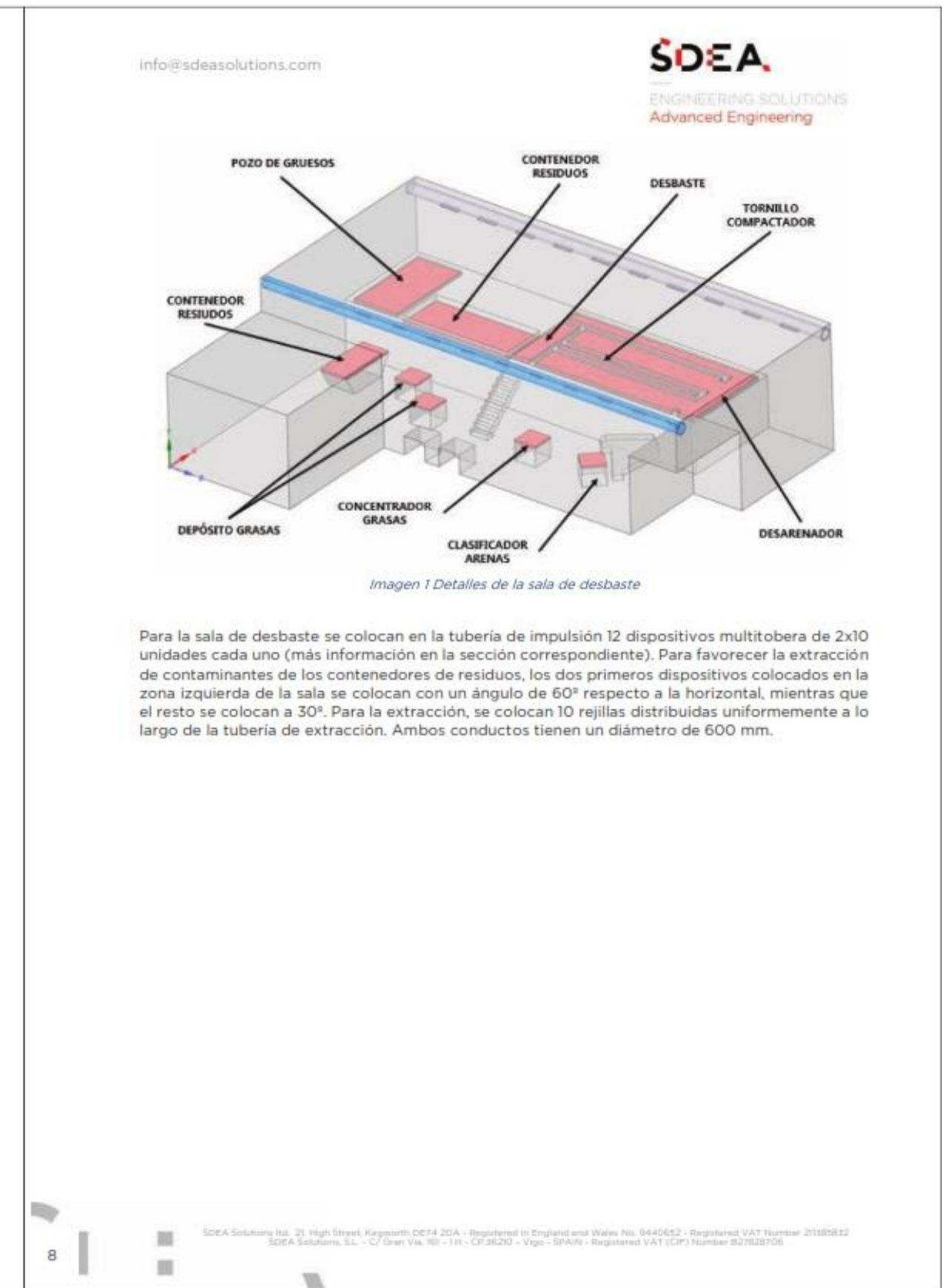
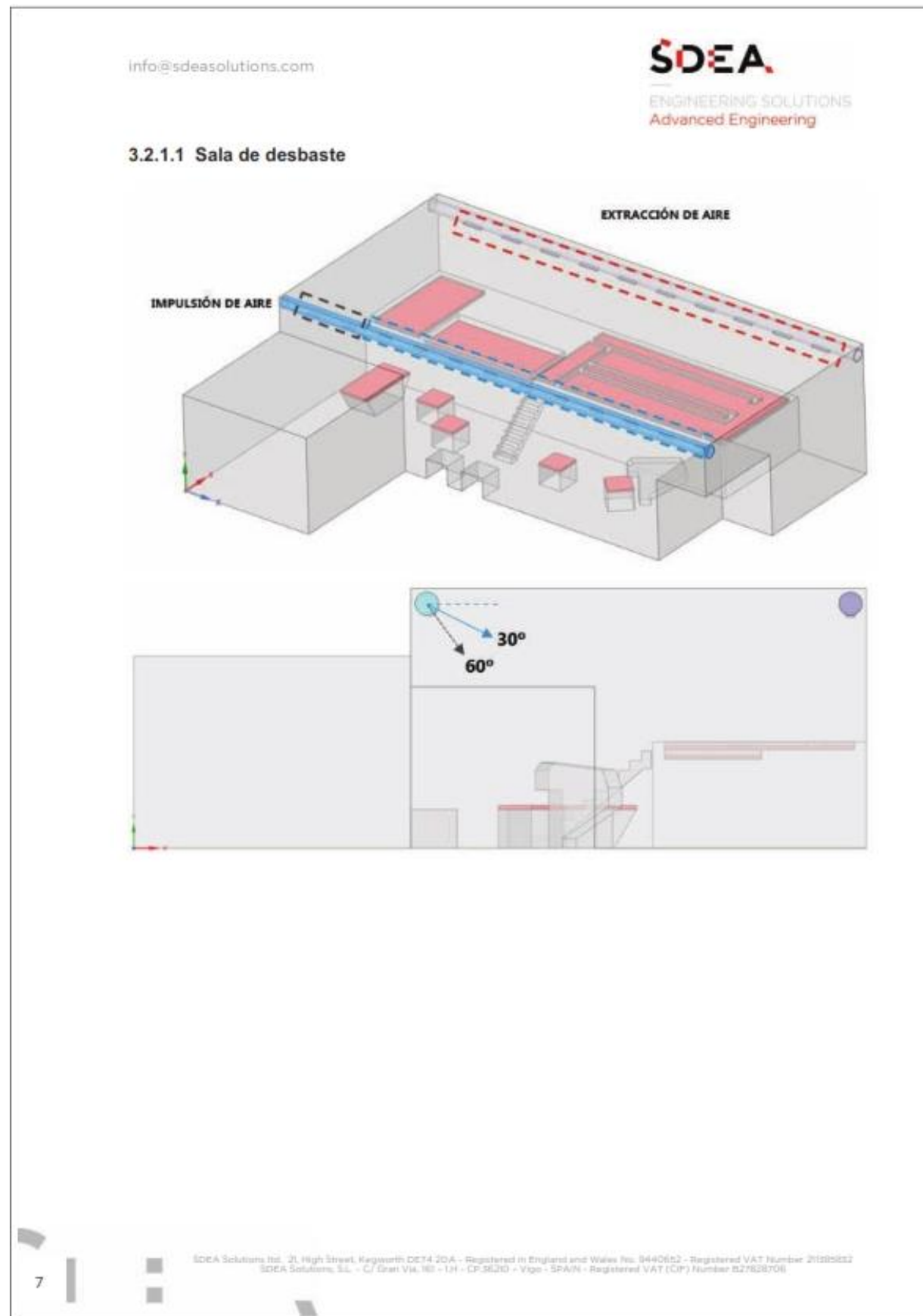
3.2.1 Geometría

Los tres recintos a evaluar han sido generados a partir de los planos y medidas proporcionadas por AYESA. Se tratan de la Sala de desbaste, la Sala de deshidratación y la Sala de tolva. En el caso de las salas de desbaste y deshidratación se estudian dos caudales diferentes, nominal y descarga; en el caso de la sala de tolva, se estudiará sólo el caso nominal ya que durante descarga se prevé que la puerta del recinto esté abierta.

Se adjuntan a continuación imágenes de las zonas de estudio, detallando los conductos de ventilación de las salas y las zonas de emanación de contaminantes.

SDEA Solutions Ltd, 21, High Street, Kegworth DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21185832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 160 - 1.ª - CP.36210 - Vigo - SPA/N - Registered VAT (CIP) Number B27828706







info@sdeasolutions.com



**3.2.1.2 Sala de deshidratación**

Para la sala de deshidratación se colocan 5 dispositivos multitobera de 1x10 unidades a 60º respecto a la horizontal y para la extracción se colocan 5 rejillas de forma perpendicular al suelo. Los conductos están colocados en paredes opuestas y tienen un diámetro de 300 mm

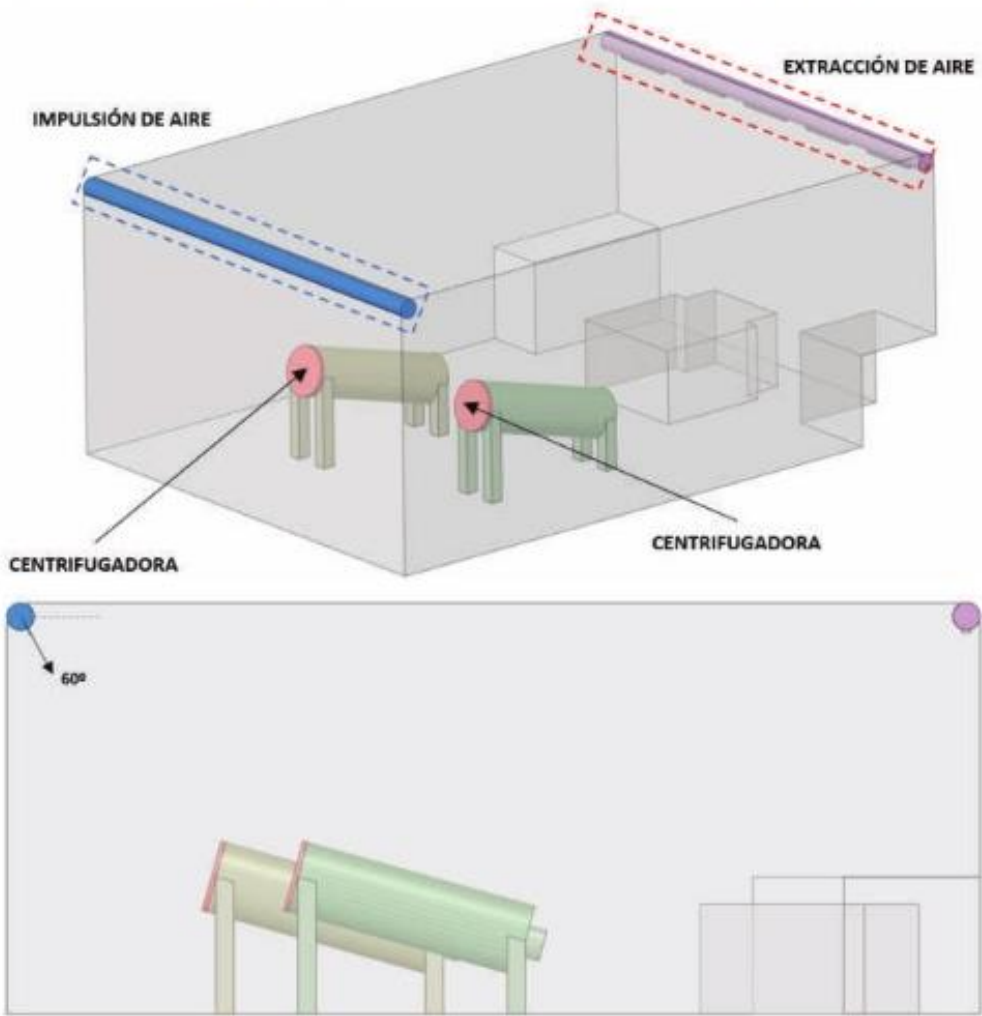


Imagen 2 Detalles de la sala de deshidratación

SDEA Solutions Ltd. 21, High Street, Kegworth DE14 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21185812  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 161 - 1H - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

info@sdeasolutions.com



**3.2.1.3 Sala de tolva**

Como ya se ha dicho, para esta sala se hacen dos consideraciones diferentes en función de si está el sistema de ventilación en régimen nominal o en régimen de descarga de la tolva. Para el caso nominal se considerará que la fuente de emisión será la parte inferior de la tolva.

Por recomendación del distribuidor, para la impulsión se colocan 2 dispositivos multitobera de 1x10 unidades separados unos 2 m entre sí y a 45º de la horizontal. Dado que las toberas son orientables, a la mitad de ellos se les sitúa con un ángulo que sea casi vertical respecto al suelo, mientras que la otra mitad de las toberas se sitúa en su posición neutra perpendicular al tubo. Para la extracción, se mantienen 5 rejillas, 3 colocadas hacia el suelo y 2 paralelas al suelo. Los conductos tienen un diámetro de 350 mm.

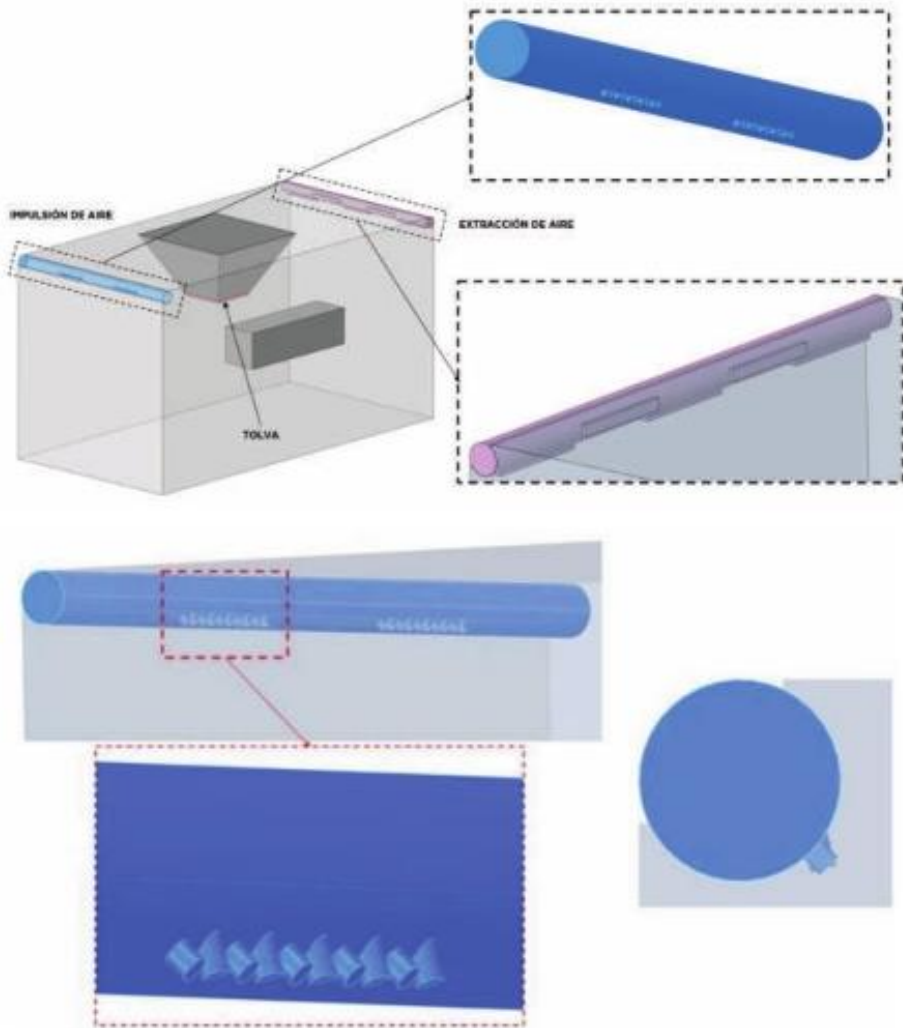


Imagen 3 Detalles de la sala de tolva

SDEA Solutions Ltd. 21, High Street, Kegworth DE14 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21185812  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 161 - 1H - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

### 3.2.2 Caudales de impulsión

Para cada uno de los recintos se establecen dos condiciones diferentes de impulsión: la primera se considera el caudal de impulsión en régimen de trabajo nominal, mientras que la segunda es el régimen de impulsión cuando la tolva de fangos está en modo de descarga. En este caso, se lleva menos caudal al resto de salas y más a la sala de la tolva, para favorecer la evacuación de contaminantes en la misma mientras se lleva a cabo la operación.

Recinto	Volumen recinto [m³]	Caudal nominal [m³/h]	Renov./hora	Caudal descarga [m³/h]	Renov./hora
Sala de desbaste	1668.1	13345.0	8.0	10970.7	6.6
Sala de deshidratación	373.2	2985.3	8.0	2454.1	6.6
Sala de tolva	322.8	968.5	3.0	3874.0	12.0

Tabla 2 Caudales de impulsión en los diferentes recintos de estudio

### 3.2.3 Cargas contaminantes

Para cada recinto existen diferentes cargas contaminantes que se tendrán en cuenta en los modelos. Se considerarán las diferentes superficies como fuentes de emanación de sulfhídrico. Las cargas aplicadas para cada recinto se resumen en la siguiente tabla:

- Sala de desbaste

Zona	Emisiones H <sub>2</sub> S [mg/h]
Pozo de gruesos	187.5
Contenedor residuos	3.6
Desbaste	130.2
Tornillo compactador	2.0
Desarenador	3369.6
Contenedor residuos	2.4
Depósito grasas	360.0
Concentrador grasas	36.0
Clasificador arenas	23.4

Tabla 3 Carga de contaminantes en la sala de desbaste

info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

- Sala de deshidratación

Zona	Unidades	Emisiones H <sub>2</sub> S [mg/h]
Tornillo deshidratador	2	600.0

Tabla 4 Carga de contaminantes en la sala de deshidratación

- Sala de tolva

Zona	Emisiones H <sub>2</sub> S nominal [mg/h]	Emisiones H <sub>2</sub> S descarga [mg/h]
Tolva	300.0	-
Camión	-	450.0

Tabla 5 Carga de contaminantes en la sala de tolva

### 3.2.4 Dispositivos de impulsión y extracción de aire

Para la elección de los dispositivos, se ha consultado con el distribuidor de equipos de ventilación SCHAKO la elección del equipamiento adecuado para los recintos y caudales considerados. Los equipos escogidos han sido los siguientes:

ZONA		CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Desbaste	Impulsión	12	WGA-V-R-1025X215
	Retorno	10	KG-R8-1015X215
Deshidratación	Impulsión	5	WGA-V-R-1025X115
	Retorno	5	KG-R8-1015X115
Tolva	Impulsión	2	WGA-V-R-1025X115
	Retorno	5	KG-R8-1015X115

Tabla 6 Selección de equipos de ventilación

Para las impulsiones se han elegido dispositivos multitobera de gran alcance WGA de ángulo ajustable que irán montadas sobre el conducto de impulsión, en disposición de 2x10 toberas para la sala de desbaste y de 1x10 toberas para las salas de deshidratación de tolva.



Imagen 4 Ejemplo de dispositivo multitobera de 2x5 toberas



info@sdeasolutions.com

**SDEA**

ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

Para el conducto de retorno, se han seleccionado rejillas compactas KG, de nuevo de mayor tamaño para la sala de desbaste que para las otras dos salas.

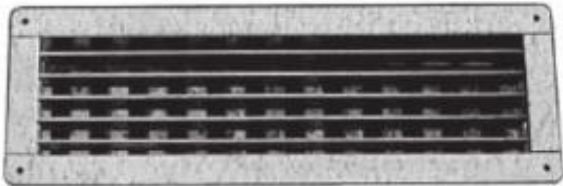


Imagen 5 Ejemplo de rejilla compacta de extracción de aire

Los diámetros de conducto seleccionados para cada sala son los siguientes:

ZONA	DIAMETRO CONDUCTO [mm]
Desbaste	600
Deshidratación	300
Tolva	350

Tabla 7 Diámetro de los conductos para cada recinto

### 3.2.5 Propiedades de los fluidos

Se han considerado como fluidos de trabajo el aire de la sala y emanaciones de ácido sulfhídrico de las distintas zonas contaminantes. Las simulaciones se realizan de forma adiabática a 15°C y presión atmosférica.

Fluido	Temperatura [°C]	Densidad [kg/m³]	Viscosidad [kg/m s]
Aire	15.0	1.225	1.789e-5
Sulfhídrico	15.0	1.46	1.2e-5

Tabla 8 Propiedades de los fluidos

### 3.2.6 Detalle de la malla

Para cada recinto se ha creado una malla diferente, utilizando el software Fluent Meshing. Se han generado mallas mixtas utilizando poliedros y hexaedros. Los volúmenes cuentan con alrededor de 3 millones de elementos, y se han refinado las zonas de impulsión y extracción de aire para tener una mayor precisión en esas áreas.

A continuación, se muestran imágenes enseñando detalles de las mallas:

info@sdeasolutions.com

**SDEA**

ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

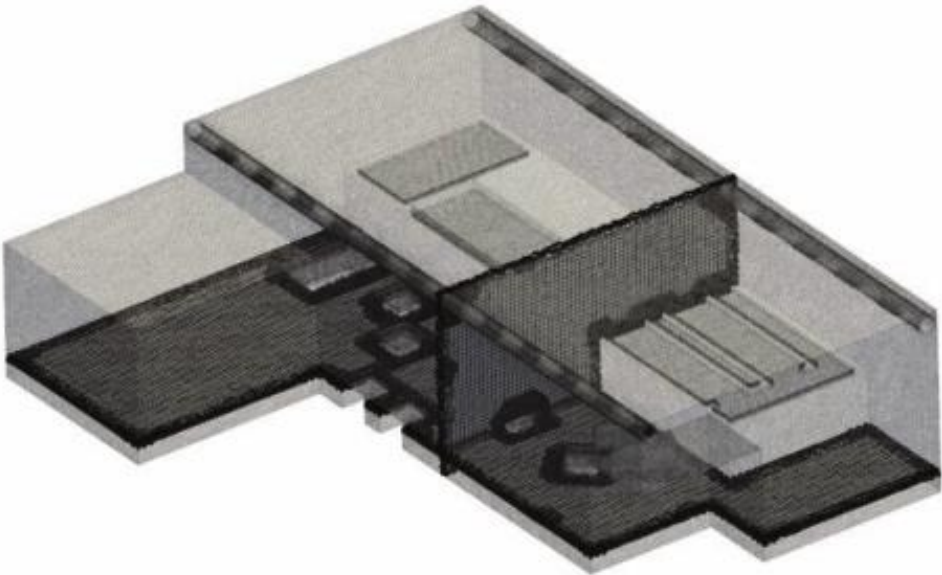


Imagen 6 Detalles de la malla [superficial / interna con cortes]

info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

#### 4 RESULTADOS EN LA SALA DE DESBASTE

##### 4.1 Caudal nominal

A continuación, se muestran imágenes enseñando concentración de contaminantes y velocidades de impulsión. Se puede apreciar cómo con velocidades bajas y la direccionalidad del sistema de toberas se consigue arrastrar los volúmenes de contaminantes hacia la zona de extracción.

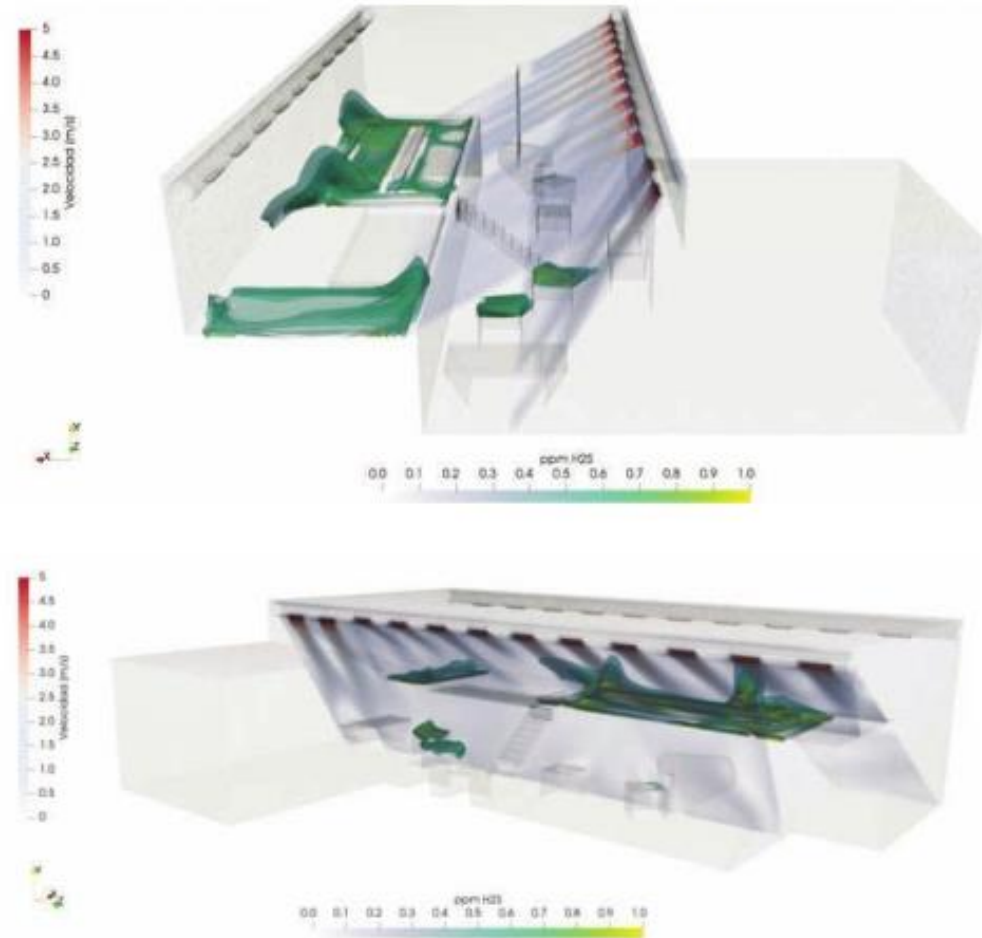


Imagen 7 Dispersión de contaminantes y velocidades de impulsión

A pesar de haber una velocidad elevada en las salidas de las toberas, es rápidamente disipada y no se encuentran velocidades altas en alturas de trabajo.

SDEA Solutions Ltd, 21, High Street, Kington DE14 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21185832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 161 - 1H - CP.36200 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIP) Number B27628706

15

info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

Los niveles de contaminantes se mantienen de forma considerablemente homogénea a lo largo de toda la sala, siendo ligeramente más elevados en la zona del desarenador.

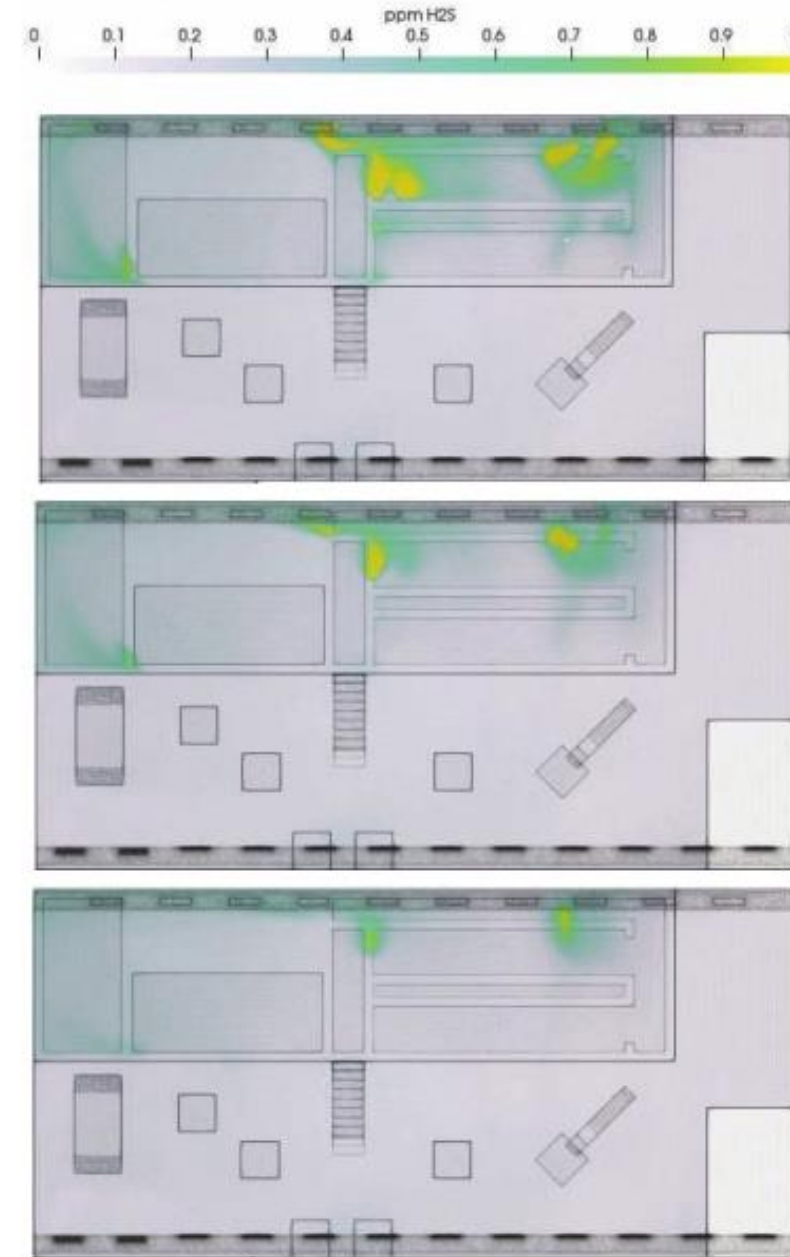


Imagen 8 Dispersión de contaminantes a distintas alturas en secciones horizontales [2.8 m / 3 m / 3.5 m]

SDEA Solutions Ltd, 21, High Street, Kington DE14 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21185832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 161 - 1H - CP.36200 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIP) Number B27628706

16



info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

Los niveles de edad media en la sala se pueden ver a continuación:

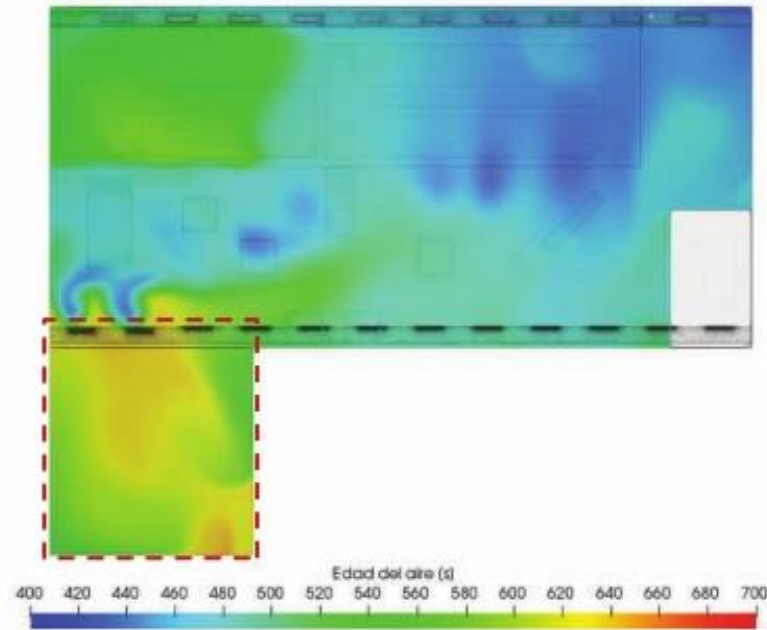


Imagen 9 Edad del aire a altura 3 m

La **eficiencia del sistema de ventilación** [relación entre el tiempo mínimo que pasa una partícula en el recinto y el doble de la edad media del aire] resulta en:

$$\epsilon = \frac{t_{min}}{2 EMA} = \frac{430 s}{2 \times 500 s} = 43\%$$

El valor de la edad media del aire es de 500 s, siendo el valor teórico medio de 450 s que representan 8 renovaciones por hora. Valores similares implican que apenas hay zonas muertas en el modelo. Este valor de la EMA ha aumentado debido a que, en la zona marcada en rojo de la sala, la impulsión de aire nuevo ha formado una cortina, que dificulta el avance del aire de esa zona hacia la extracción. Sin embargo, en esta zona no se encuentran zonas con emanación de contaminantes que puedan suponer un problema.

El valor del tiempo mínimo de reemplazo se busca dentro de la simulación como la partícula que tarda menos tiempo en viajar desde una entrada a una salida. En este caso, tarda unos 430 s. El ángulo de colocación de las toberas, así como la temperatura del ambiente, es crítica en la medición de este valor, ya que puede conducir con más facilidad el aire hacia las extracciones generando cortocircuitos. La eficiencia obtenida es inferior al 50%.

Si bien la concentración máxima permitida en espacios cerrados es 10 ppm; dado que éste es un espacio de trabajo durante periodos prolongados, nos planteamos un máximo de 1 ppm en la zona de trabajo. Como se cumple en este caso, consideramos la sala correctamente ventilada.

SDEA Solutions Ltd., 21, High Street, Kington DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21085832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 101 - 1H - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

17

info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

## 4.2 Caudal de descarga

A continuación, se muestran imágenes enseñando concentración de contaminantes y velocidades de impulsión. Se puede apreciar cómo con velocidades bajas y la direccionalidad del sistema de toberas se consigue arrastrar los volúmenes de contaminantes hacia la zona de extracción.

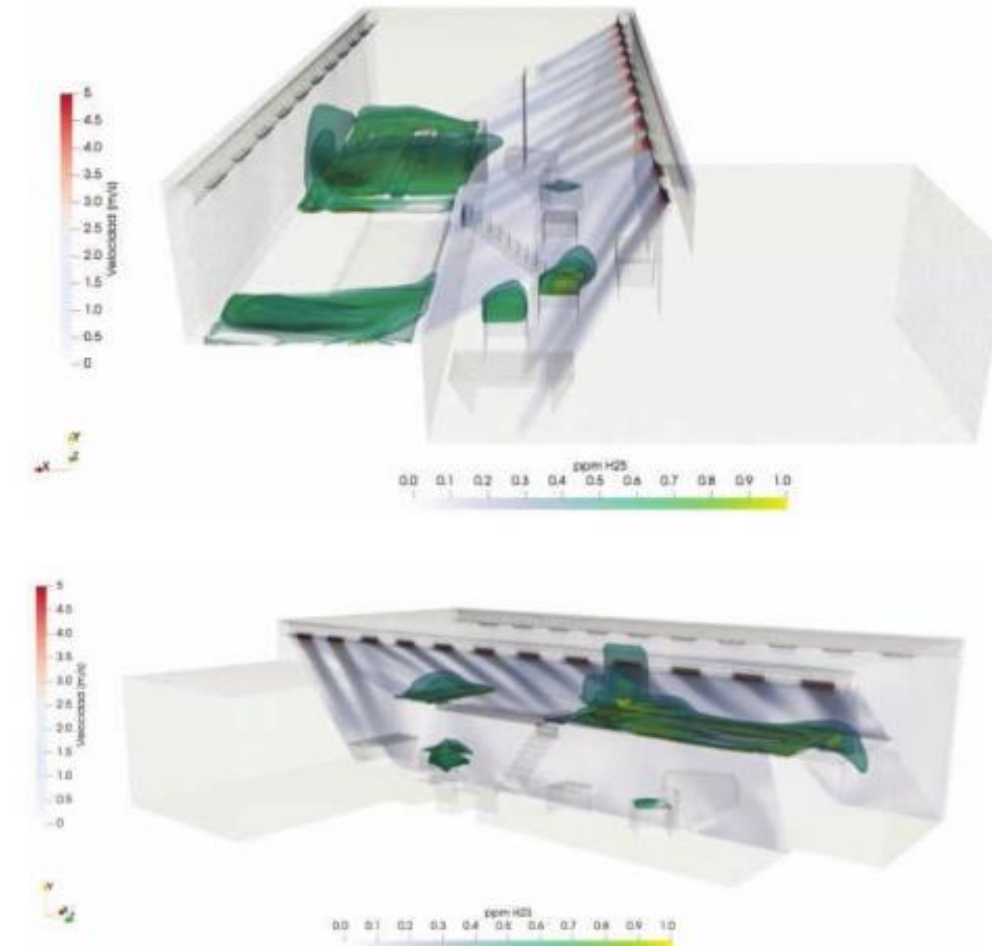


Imagen 10 Dispersión de contaminantes y velocidades de impulsión

A pesar de haber una velocidad elevada en las salidas de las toberas, es rápidamente disipada y no se encuentran velocidades altas en alturas de trabajo.

SDEA Solutions Ltd., 21, High Street, Kington DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21085832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 101 - 1H - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

18



info@sdeasolutions.com

**SDEA**

ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

Los niveles de contaminantes se mantienen de forma considerablemente homogénea a lo largo de toda la sala, siendo ligeramente más elevados en la zona del desarenador.

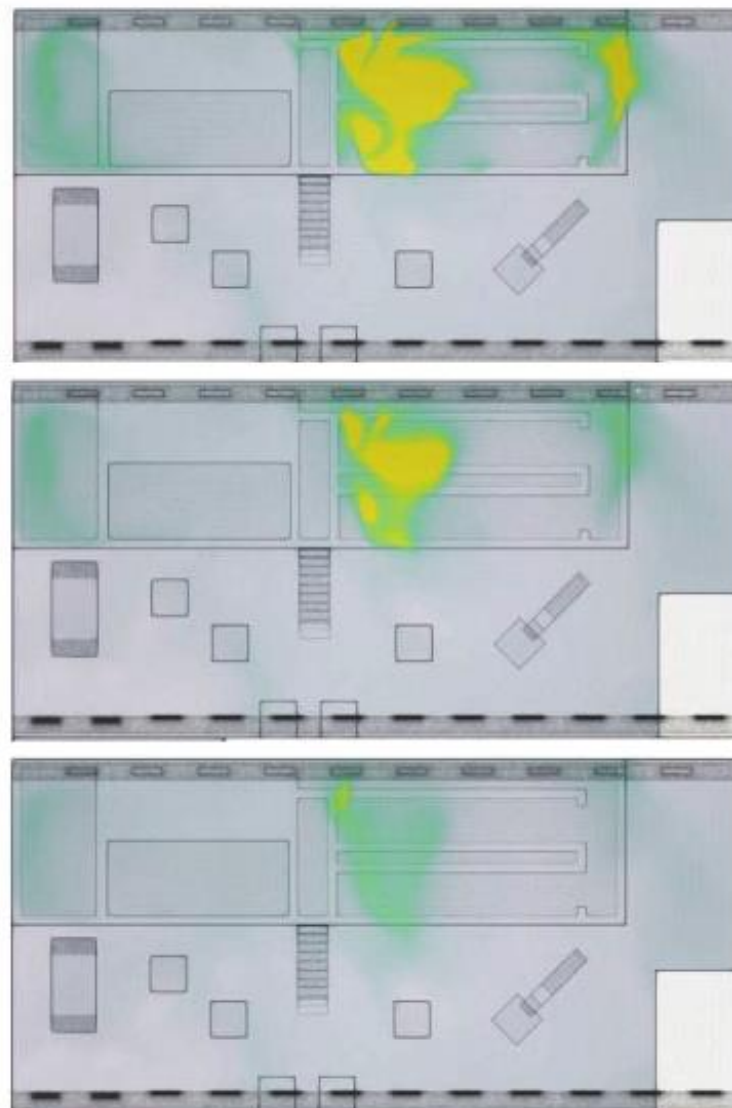
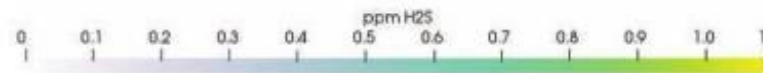


Imagen 11 Dispersión de contaminantes a distintas alturas [2.8 m / 3 m / 3.5 m]

SDEA Solutions Ltd, 21, High Street, Kington DE14 2DA - Registered in England and Wales No. 9440652 - Registered VAT Number 21182832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 88 - 1ª - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27828706

19

info@sdeasolutions.com

**SDEA**

ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

Los niveles de edad media en la sala se pueden ver a continuación:

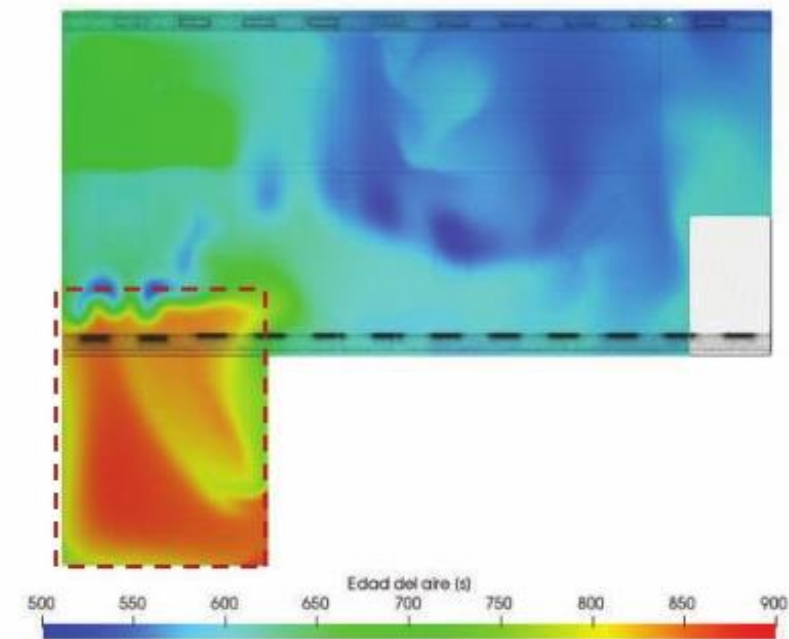


Imagen 12 Edad del aire a altura 3 m

La **eficiencia del sistema de ventilación** [relación entre el tiempo mínimo que pasa una partícula en el recinto y el doble de la edad media del aire] resulta en:

$$\varepsilon = \frac{t_{min}}{2 EMA} = \frac{505 s}{2 \times 610 s} = 41.4\%$$

El valor de la edad media del aire es de 610 s, siendo el valor teórico medio de 545 s que representan 6.6 renovaciones por hora. Valores similares implican que apenas hay zonas muertas en el modelo. Este valor de la EMA ha aumentado debido a que, en la zona marcada en rojo de la sala, la impulsión de aire nuevo ha formado una cortina, que dificulta el avance del aire de esa zona hacia la extracción. Sin embargo, en esta zona no se encuentran zonas con emanación de contaminantes que puedan suponer un problema.

El valor del tiempo mínimo de reemplazo se busca dentro de la simulación como la partícula que tarda menos tiempo en viajar desde una entrada a una salida. En este caso, tarda unos 505 s. El ángulo de colocación de las toberas, así como la temperatura del ambiente, es crítica en la medición de este valor, ya que puede conducir con más facilidad el aire hacia las extracciones generando cortocircuitos. La eficiencia obtenida es inferior al 50%.

Si bien la concentración máxima permitida en espacios cerrados es 10 ppm; dado que éste es un espacio de trabajo durante periodos prolongados, nos planteamos un máximo de 1 ppm en la zona de trabajo. Como se cumple en este caso, consideramos la sala correctamente ventilada.

SDEA Solutions Ltd, 21, High Street, Kington DE14 2DA - Registered in England and Wales No. 9440652 - Registered VAT Number 21182832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 88 - 1ª - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27828706

20

info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

## 5 RESULTADOS EN LA SALA DE DESHIDRATACIÓN

### 5.1 Caudal nominal

A continuación, se muestran imágenes enseñando concentración de contaminantes y velocidades de impulsión.

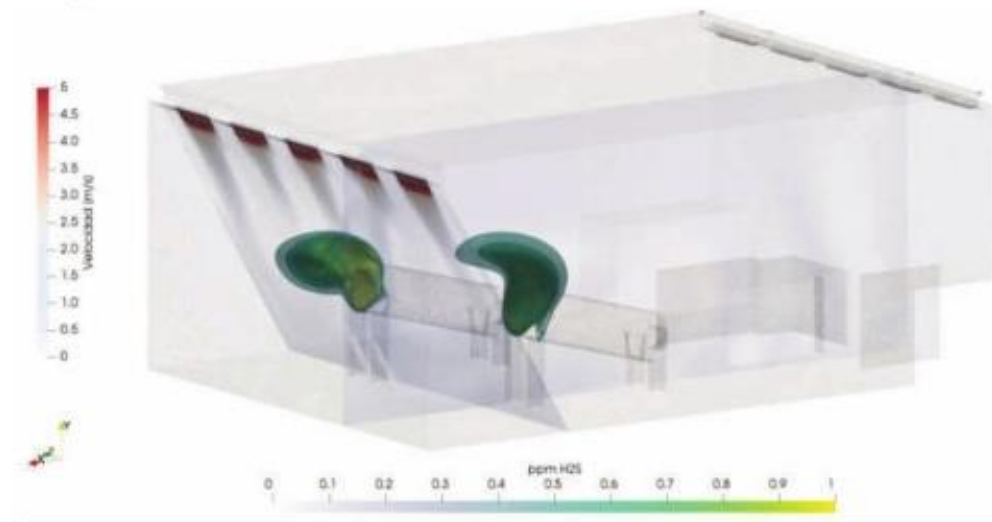


Imagen 13 Dispersión de contaminantes y velocidades de impulsión

Los niveles de contaminantes se mantienen de bajos y homogéneos a lo largo de toda la sala, elevándose únicamente en la zona cercana a la superficie de emanación de las centrifugadoras.

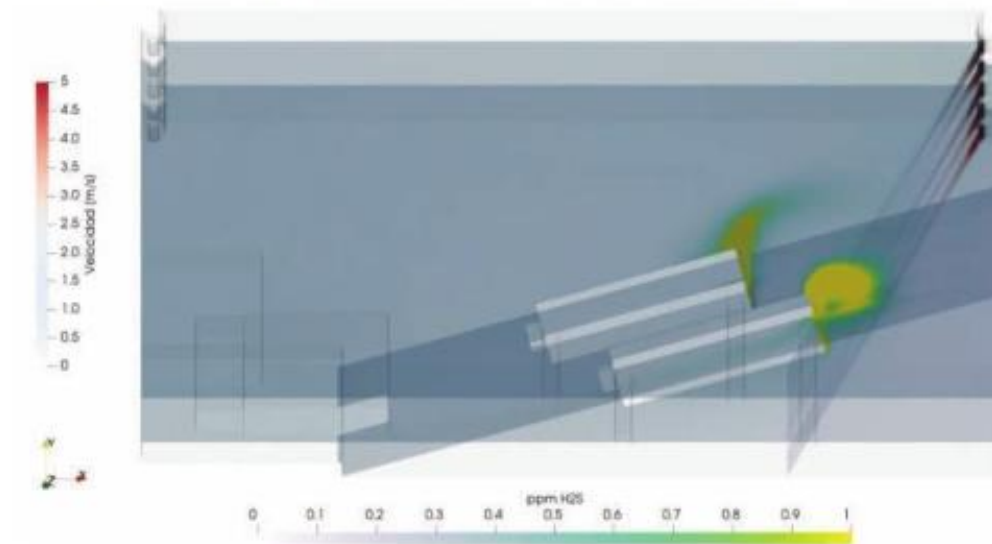


Imagen 14 Dispersión de contaminantes en zonas de alta concentración

SDEA Solutions Ltd. 21, High Street, Kegworth DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21085832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 101 - 1H - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

21

info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

Los niveles de edad media en la sala se pueden ver a continuación:

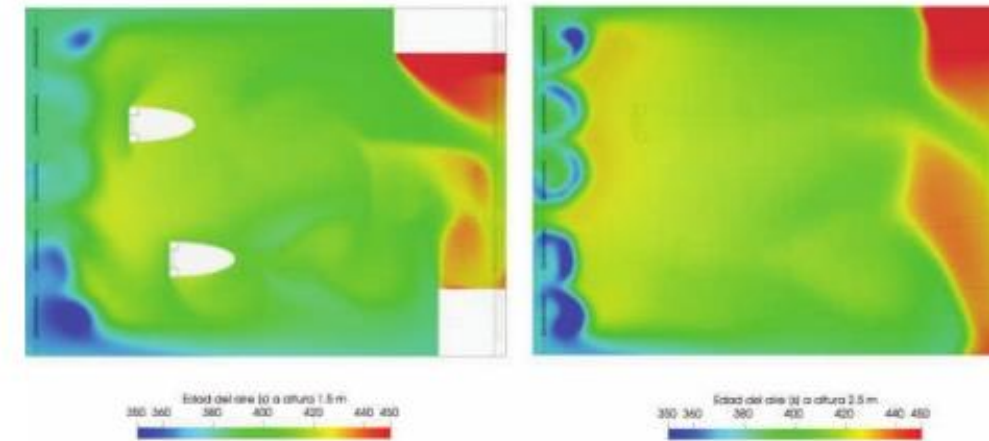


Imagen 15 Edad del aire a altura 1.5/2.5 m

La **eficiencia del sistema de ventilación** [relación entre el tiempo mínimo que pasa una partícula en el recinto y el doble de la edad media del aire] resulta en:

$$\epsilon = \frac{t_{min}}{2 EMA} = \frac{420 s}{2 \times 412 s} = 51\%$$

El valor de la edad media del aire es de 412 s, siendo el valor teórico medio de 450 s que representan 8 renovaciones por hora. Valores similares implican que apenas hay zonas muertas en el modelo. En las zonas de emisión de contaminantes en centrifugadoras estos valores rondan los 400 s.

El tiempo mínimo de reemplazo [para la partícula que tarda menos en viajar desde entrada a salida] en este caso es 420 s. La eficiencia obtenida está en el rango del 50%, valor considerado óptimo.

Si bien la concentración máxima permitida en espacios cerrados es 10 ppm; dado que éste es un espacio de trabajo durante periodos prolongados, nos planteamos un máximo de 1 ppm en la zona de trabajo. Como se cumple en este caso, consideramos la sala correctamente ventilada.

SDEA Solutions Ltd. 21, High Street, Kegworth DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21085832  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 101 - 1H - CP.36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

22



info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

## 5.2 Caudal de descarga

A continuación, se muestran imágenes enseñando concentración de contaminantes y velocidades de impulsión.

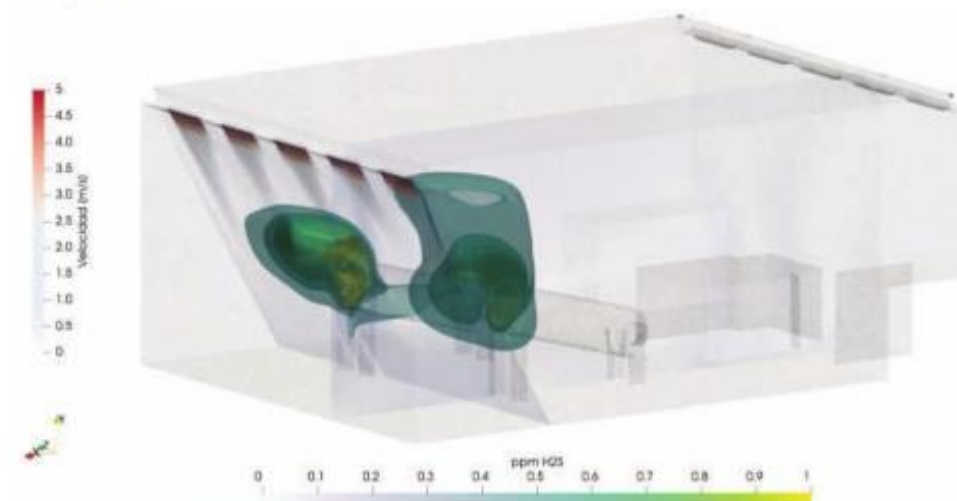


Imagen 16 Dispersión de contaminantes y velocidades de impulsión

Los niveles de contaminantes se mantienen de bajos y homogéneos a lo largo de toda la sala, elevándose únicamente en la zona cercana a la superficie de emanación de las centrifugadoras.

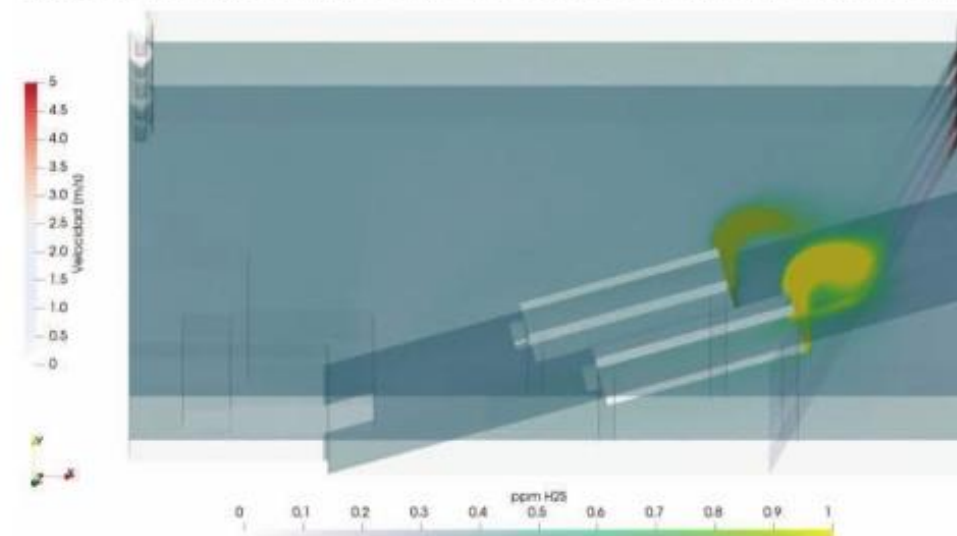


Imagen 17 Dispersión de contaminantes en zonas de alta concentración

SDEA Solutions Ltd, 21 High Street, Kington CP14 2DA - Registered in England and Wales No. 0440662 - Registered VAT Number 21185822  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 100 - 1H - CP.36200 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B21828706

23

info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

Los niveles de edad media en la sala se pueden ver a continuación:

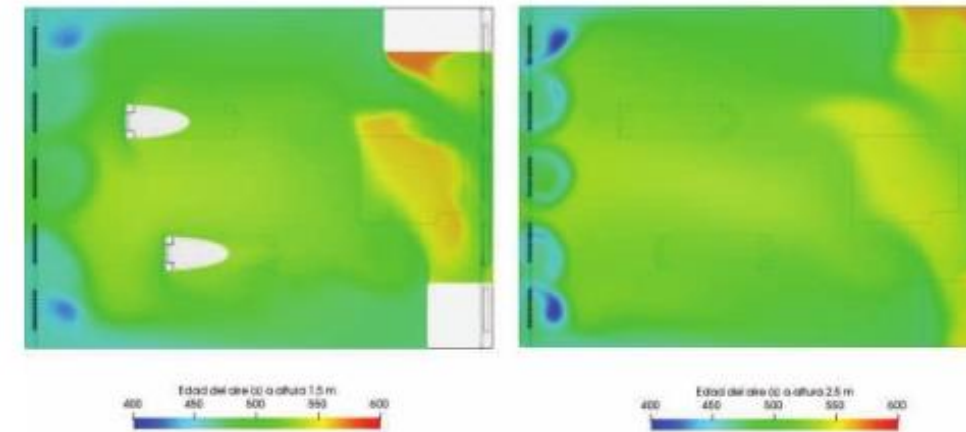


Imagen 18 Edad del aire a altura 1.5/2.5 m

La **eficiencia del sistema de ventilación** [relación entre el tiempo mínimo que pasa una partícula en el recinto y el doble de la edad media del aire] resulta en:

$$\epsilon = \frac{t_{min}}{2 EMA} = \frac{492 s}{2 \times 507 s} = 49\%$$

El valor de la edad media del aire es de 507 s, siendo el valor teórico medio de 545 s que representan 6.6 renovaciones por hora. Valores similares implican que apenas hay zonas muertas en el modelo. En las zonas de emisión de contaminantes en centrifugadoras estos valores rondan los 500 s.

El tiempo mínimo de reemplazo [para la partícula que tarda menos en viajar desde entrada a salida] en este caso es 490 s. La eficiencia obtenida está en el rango del 50%, valor considerado óptimo.

Si bien la concentración máxima permitida en espacios cerrados es 10 ppm; dado que éste es un espacio de trabajo durante periodos prolongados, nos planteamos un máximo de 1 ppm en la zona de trabajo. Como se cumple en este caso, consideramos la sala correctamente ventilada.

SDEA Solutions Ltd, 21 High Street, Kington CP14 2DA - Registered in England and Wales No. 0440662 - Registered VAT Number 21185822  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 100 - 1H - CP.36200 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B21828706

24

info@sdeasolutions.com



6 RESULTADOS EN LA SALA DE TOLVA

6.1 Caudal nominal

A continuación, se muestran imágenes enseñando concentración de contaminantes y velocidades de impulsión.

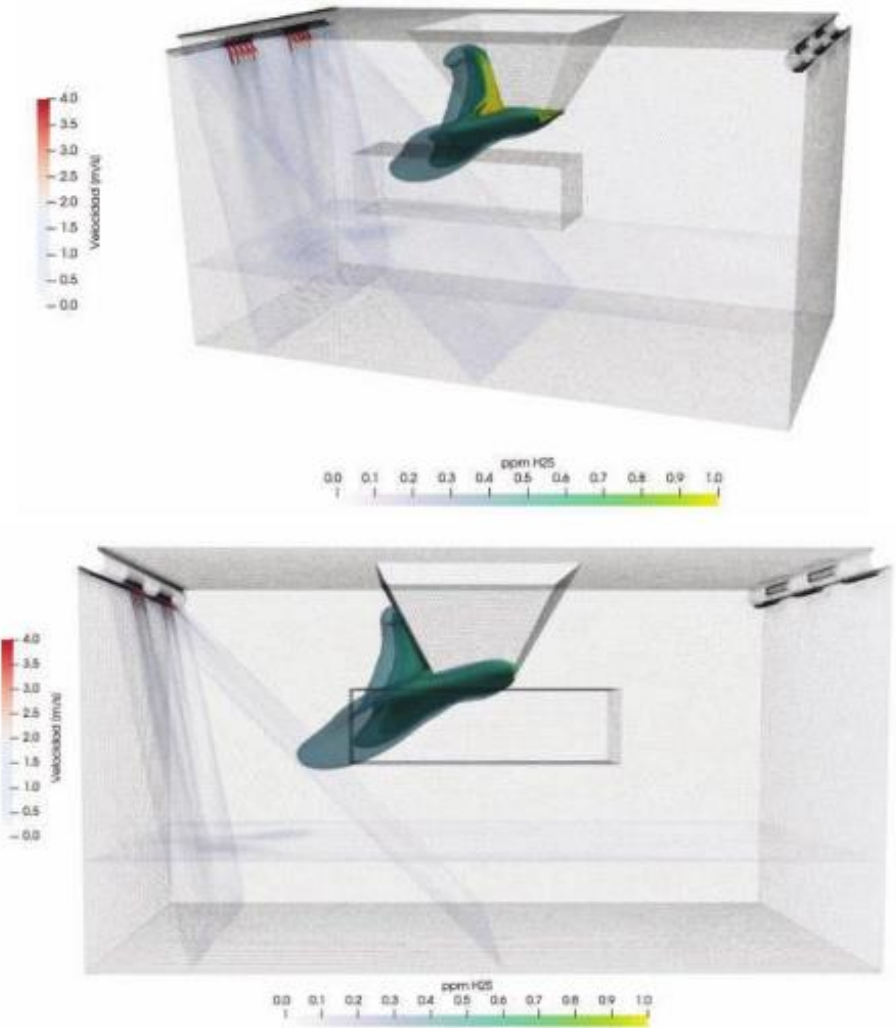


Imagen 19 Dispersión de contaminantes y velocidades de impulsión

SDEA Solutions Ltd., 21 High Street, Kington DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21181812  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 161 - 1H - CP 36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

info@sdeasolutions.com



Los niveles de contaminantes se mantienen de bajos y homogéneos a lo largo de toda la sala, elevándose únicamente en la zona cercana a la superficie de emanación de la tolva.

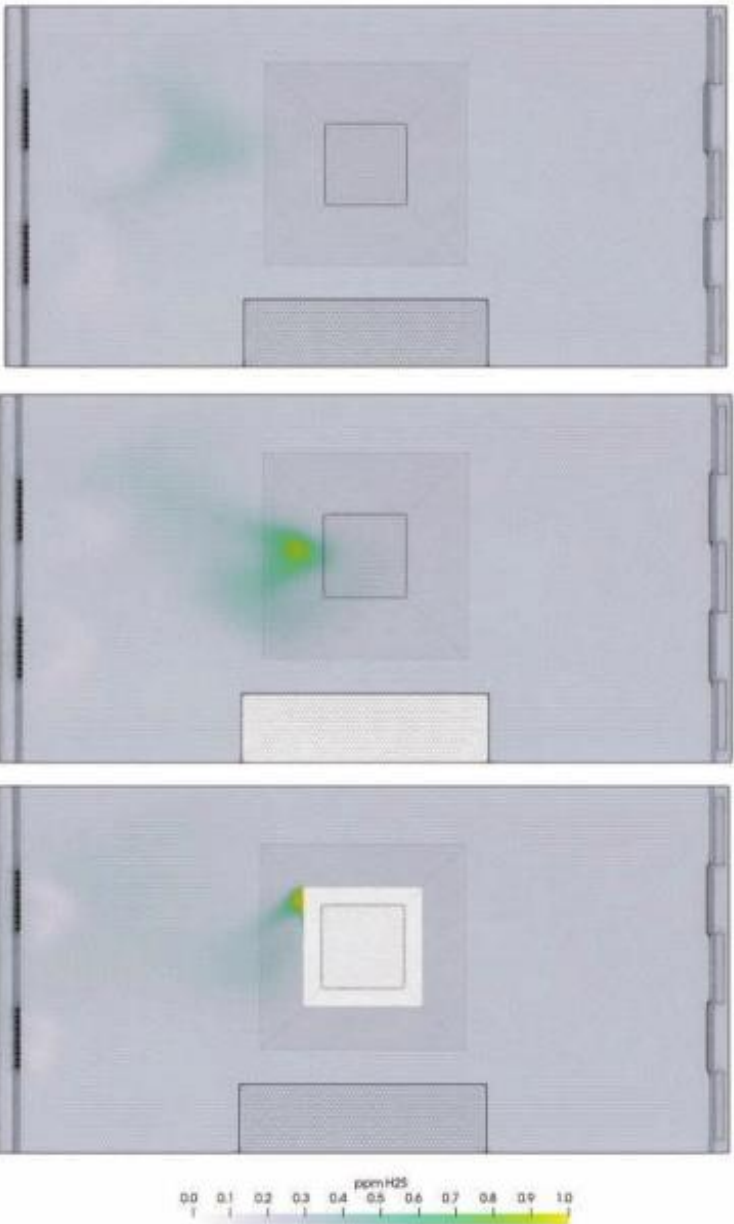


Imagen 20 Dispersión de contaminantes a distintas alturas [2.5 m / 3.5 m / 4.5 m]

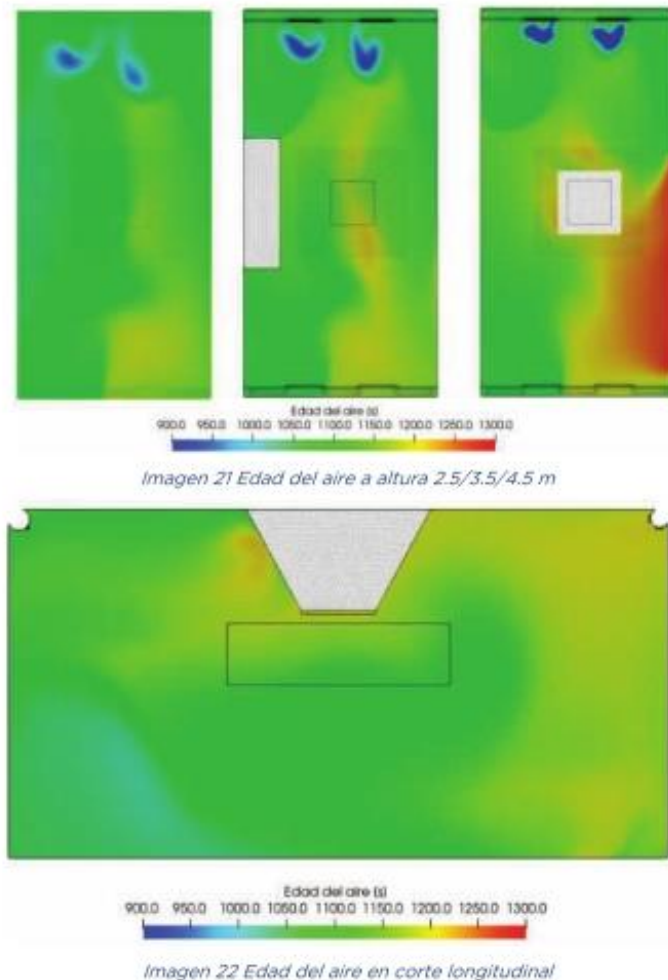
Los niveles de edad media en la sala se pueden ver a continuación:

SDEA Solutions Ltd., 21 High Street, Kington DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21181812  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 161 - 1H - CP 36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706



info@sdeasolutions.com

**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering



La **eficiencia del sistema de ventilación** [relación entre el tiempo mínimo que pasa una partícula en el recinto y el doble de la edad media del aire] resulta en:

$$\varepsilon = \frac{t_{\min}}{2 \cdot EMA} = \frac{1074 \text{ s}}{2 \times 1117 \text{ s}} = 48\%$$

El valor de la edad media del aire es de 1117 s, siendo el valor teórico medio de 1200 s que representan 3 renovaciones por hora. Valores similares implican que apenas hay zonas muertas en el modelo. El tiempo mínimo de reemplazo [para la partícula que tarda menos en viajar desde entrada a salida] en este caso es 1074 s. La eficiencia obtenida está en el rango del 48%, valor ligeramente por debajo del óptimo.

Si bien la concentración máxima permitida en espacios cerrados es 10 ppm; dado que éste es un espacio de trabajo durante periodos prolongados, nos planteamos un máximo de 1 ppm en la zona de trabajo. Como se cumple en este caso, consideramos la sala correctamente ventilada.

27

SDEA Solutions Ltd., 21, High Street, Kington DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21105822  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 101 - 1.ª - CP 36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706

info@sdeasolutions.com

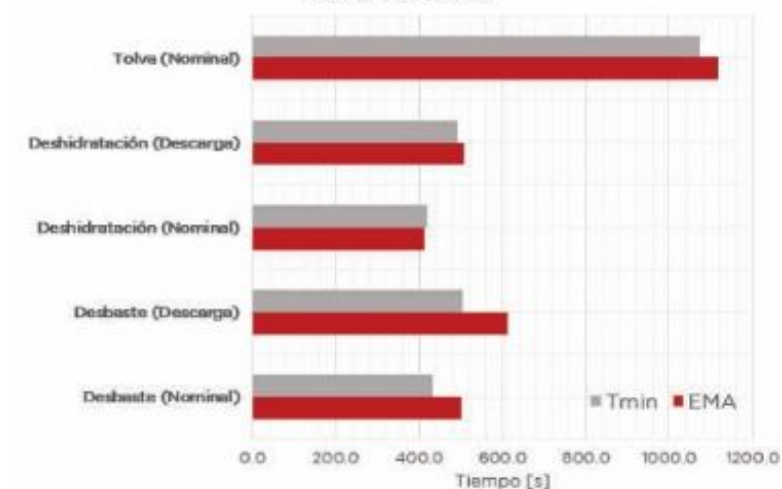
**SDEA**  
ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

## 7 CONCLUSIONES

En la siguiente tabla se resumen los valores obtenidos para las edades del aire, tiempos de residencia mínimos y eficiencia del sistema de ventilación

Recinto	Volumen [m³]	Caso	Caudal [m³/h]	Renov./hora	EMA [s]	Tmin [s]	Eficiencia
Desbaste	1668.1	Nominal	13345.0	8.0	500	430	43%
		Descarga	10970.7	6.6	610	505	41%
Deshidratación	373.2	Nominal	2985.3	8.0	412	420	51%
		Descarga	2454.1	6.6	507	492	49%
Tolva	322.8	Nominal	968.5	3.0	1074	1117	48%

Edades del aire



En general, se aprecian valores cercanos al 50% (valor óptimo teórico) siendo el mínimo un 41%. Esto, combinado con el estudio de emisiones, en el cual se prueba que los valores medios en todos los recintos son muy inferiores a 10 ppm, siendo los máximos locales en las zonas pegadas a la superficie contaminante de unas 4 ppm, se puede considerar que todos los recintos están correctamente ventilados.

Se han podido obtener las siguientes conclusiones de este estudio:

- Se han realizado análisis CFD para tres recintos de una planta EDAR localizada en Illa de Arousa, para dos condiciones de impulsión diferentes
- Se ha seleccionado los equipos de impulsión y extracción adecuados para una correcta ventilación de los recintos
- Se ha comprobado que, para los caudales demandados, los niveles de contaminación de ácido sulfhídrico están muy por debajo del límite admisible
- Se ha evaluado la eficiencia del sistema de ventilación en función de la edad del aire y tiempos de residencia en los recintos, devolviendo valores correctos y cercanos al valor óptimo

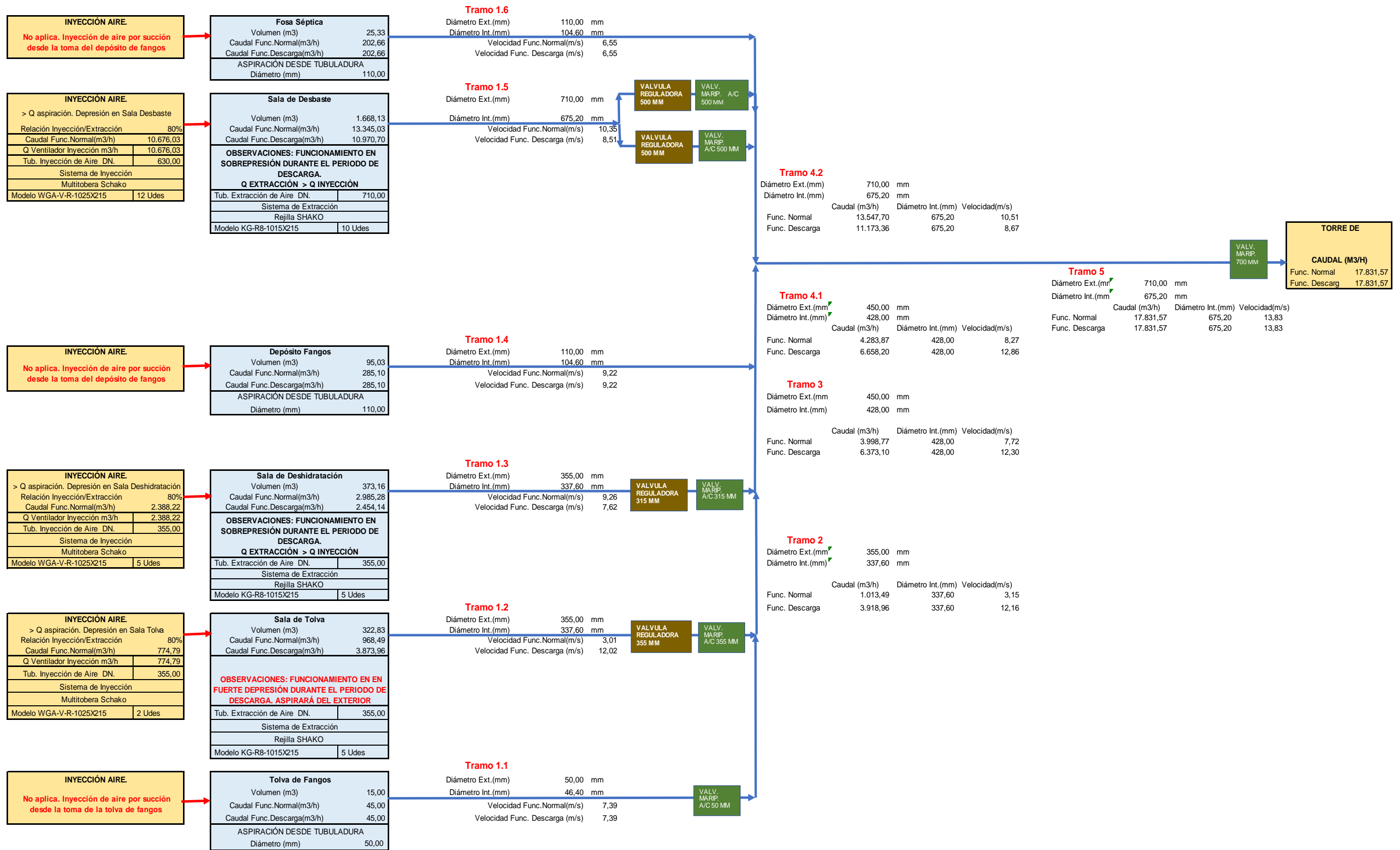
28

SDEA Solutions Ltd., 21, High Street, Kington DE74 2DA - Registered in England and Wales No. 0440652 - Registered VAT Number 21105822  
SDEA Solutions, S.L. - C/ Gran Vía, 101 - 1.ª - CP 36210 - Vigo - SPAIN - Registered VAT (CIF) Number B27628706



**ANEXO 2. ESQUEMA DE INSTALACIONES DE DESODORIZACIÓN**







**ANEXO 3. PERDIDAS DE CARGA EN INSTALACIONES DE  
DESODORIZACIÓN**





APÉNDICE N.º 3. PERDIDAS DE CARGA EN INSTALACIONES DE DESODORIZACIÓN

CONDICIONES DEL AIRE

Altitud (m)	Tº aire (C)	Humedad relativa	Tº aire (K)	PT (Pa)	Pvs (Pa)	Pv (Pa)	Pa (Pa)	ρ (kg/m3)	J max (Pa/m)
15	20	80	293,15	101144,9318	2338,8037	1871,04296	99273,88882	1,179722155	8

3.1 ASPIRACIÓN DE AIRE DESDE EXTRACTOR DE TORRE DE DESODORIZACIÓN

EXTRACCIÓN DE AIRE FUNCIONAMIENTO NORMAL

EXTRACCIÓN DE AIRE FUNCIONAMIENTO NORMAL						CONDUCCIONES												VALVULAS REGULADORAS			REJILLAS DE ASPIRACIÓN			VALVULAS DE MARIPOSA				
Tramos	Recinto	Caudal (m³/h)	Caudal (l/s)	Caudal total (m³/h)	Caudal total (l/s)	Longitud (m)	Codos (nº)	Derivación (nº)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Sección (m2)	Vel. (m/s)	Re	f	J (Pa/m)	PCM (Pa)	PERDIDA DE CARGA EN (Pa)	Nº DE VALV. REG. (UD.)	CAUDAL UNIT. (M3/H)	PERDIDA DE CARGA EN (Pa)	Nº DE REJILLAS (UDS)	CAUDAL UNIT. (M3/H)	PERDIDA DE CARGA (Pa)	NUMERO DE VALVULAS	CAUDAL UNIT. (M3/H)	DIÁM. (MM)	PERDIDA DE CARGA (Pa)	PERDIDA DE CARGA TOTAL (Pa)
Tramo 1.1	Tolva de Fangos	45,0	12,5	45,0	12,5	12,0	3,0	-	50,0	46,4	0,0017	7,4	22.684	0,026	20,0	356,3	356							1,0	45,0	50,0	11,3	368
Tramo 1.2	Sala de Tolva	968,5	269,0	968,5	269,0	5,0	2,0	-	355,0	337,6	0,0895	3,0	67.098	0,020	0,3	14,5	15	1,0	968,5	50,0	5,0	193,7	2,0	1,0	968,5	300,0	6,7	73
Tramo 1.3	Sala de Deshidratación	2.985,3	829,2	2.985,3	829,2	7,8	2,0	-	355,0	337,6	0,0895	9,3	206.824	0,015	2,5	140,8	141	1,0	2.985,3	50,0	5,0	597,1	11,0	1,0	2.985,3	300,0	20,8	223
Tramo 1.4	Depósito Fangos	285,1	79,2	285,1	79,2	24,0	4,0	-	110,0	104,6	0,0086	9,2	63.750	0,020	10,7	496,4	496							1,0	285,1	100,0	17,8	514
Tramo 1.5	Sala de Desbaste	13.345,0	3.707,0	13.345,0	3.707,0	30,0	4,0	-	710,0	675,2	0,3581	10,4	462.281	0,012	1,3	341,6	342	2,0	6.672,5	50,0	10,0	1.334,5	10,0	1,0	13.345,0	500,0	33,4	435
Tramo 1.6	Fosa Séptica	202,7	56,3	202,7	56,3	45,0	4,0	-	110,0	104,6	0,0086	6,6	45.317	0,022	5,9	385,6	386							1,0	202,7	100,0	12,7	398
Max TRAMO 1.X																												514
Tramo 2		1.013,5	281,5	1.013,5	281,5	5,0	1,0	1,0	355,0	337,6	0,0895	3,1	70.216	0,019	0,4	14,1	14											14
Tramo 3		3.998,8	1.110,8	3.998,8	1.110,8	8,0	1,0	1,0	450,0	428,0	0,1439	7,7	218.525	0,015	1,3	84,6	85											85
Tramo 4.1		4.283,9	1.190,0	4.283,9	1.190,0	8,0	-	1,0	450,0	428,0	0,1439	8,3	234.105	0,014	1,5	48,4	48											48
Tramo 5		17.831,6	4.953,2	17.831,6	4.953,2	8,0	-	1,0	710,0	675,2	0,3581	13,8	617.697	0,011	2,1	118,5	118							1,0	17.831,6	600,0	31,0	149
Total Tramos 2-3-4-1-5+Max Max TRAMO 1.X																												811

FUNCIONAMIENTO DESCARGA TOLVA

FUNCIONAMIENTO DESCARGA TOLVA						CONDUCCIONES												VALVULAS REGULADORAS			REJILLAS DE ASPIRACIÓN			VALVULAS DE MARIPOSA				
Tramos	Recinto	Caudal (m³/h)	Caudal (l/s)	Caudal total (m³/h)	Caudal total (l/s)	Long. (m)	Codos (nº)	T´s (nº)	Diám. Ext. (mm)	Diám. Int. (mm)	Seq (m2)	Velocidad (m/s)	Re	f	J (Pa/m)	PCM (Pa)	PERDIDA DE CARGA EN (Pa)	Nº DE VALV. REG. (UD.)	CAUDAL UNIT. (M3/H)	PERDIDA DE CARGA EN (Pa)	Nº DE REJILLAS (UDS)	CAUDAL UNITARIO (M3/H)	PERDIDA DE CARGA (Pa)	NUMERO DE VALVULAS	CAUDAL UNITARIO (M3/H)	DIÁMETRO (MM)	PERDIDA DE CARGA (Pa)	PERDIDA DE CARGA TOTAL (Pa)
Tramo 1.1	Tolva de Fangos	45,0	12,5	45,0	12,5	12,0	3,0	-	50,0	46,4	0,0017	7,4	22.684	0,026	20,0	356,3	356							1,0	45,0	50,0	11,3	368
Tramo 1.2	Sala de Tolva	3.874,0	1.076,1	3.874,0	1.076,1	5,0	2,0	-	355,0	337,6	0,0895	12,0	268.393	0,014	3,9	224,2	224	1,0	3.874,0	50,0	5,0	774,8	20,0	1,0	3.874,0	300,0	26,9	321
Tramo 1.3	Sala de Deshidratación	2.454,1	681,7	2.454,1	681,7	7,8	2,0	-	355,0	337,6	0,0895	7,6	170.026	0,016	1,8	95,8	96	1,0	2.454,1	50,0	5,0	490,8	8,0	1,0	2.454,1	300,0	17,1	171
Tramo 1.4	Depósito Fangos	285,1	79,2	285,1	79,2	24,0	4,0	-	110,0	104,6	0,0086	9,2	63.750	0,020	10,7	496,4	496						1,0	285,1	100,0	17,8	514	
Tramo 1.5	Sala de Desbaste	10.970,7	3.047,4	10.970,7	3.047,4	30,0	4,0	-	710,0	675,2	0,3581	8,5	380.032	0,013	0,9	232,1	232	2,0	5.485,3	50,0	10,0	1.097,1	7,0	1,0	10.970,7	500,0	27,5	317
Tramo 1.6	Fosa Séptica	202,7	56,3	202,7	56,3	45,0	4,0	-	110,0	104,6	0,0086	6,6	45.317	0,022	5,9	385,6	386						1,0	202,7	100,0	12,7	398	
Max TRAMO 1.X																												514
Tramo 2		3.919,0	1.088,6	3.919,0	1.088,6	5,0	1,0	1,0	355,0	337,6	0,0895	12,2	271.511	0,014	4,0	203,2	203											203
Tramo 3		6.373,1	1.770,3	6.373,1	1.770,3	8,0	1,0	1,0	450,0	428,0	0,1439	12,3	348.278	0,013	3,0	211,9	212											212
Tramo 4.1		6.658,2	1.849,5	6.658,2	1.849,5	8,0	-	1,0	450,0	428,0	0,1439	12,9	363.858	0,013	3,3	114,0	114											114
Tramo 5		17.831,6	4.953,2	17.831,6	4.953,2	8,0	-	1,0	710,0	675,2	0,3581	13,8	617.697	0,011	2,1	118,5	118							1,0	17.831,6	600,0	31,0	149
Total Tramos 2-3-4.1-5+Max TRAMO 1.X																												1.193

3.2. EXTRACCIÓN DE AIRE FUNCIONAMIENTO NORMAL

						CONDUCCIONES												SISTEMAS MULTITOBERAS			
Tramos	Recinto	Caudal Extracción en Func. Normal	% de Inyección s/extracción	Caudal total (m³/h)	Caudal total (l/s)	Longitud (m)	Codos (nº)	Derivación (nº)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Seq (m2)	Velocidad (m/s)	Re	f	J (Pa/m)	PCM (Pa)	PERDIDA DE CARGA EN (Pa)	Nº DE SISTEMAS (UD.)	CAUDAL UNIT. (M3/H)	PERDIDA DE CARGA AS (Pa)	PERDIDA DE CARGA TOTAL (Pa)
Inyección 1	Sala de Tolva	968,5	80%	774,8	215,2	5,0	2,0	-	355,0	337,6	0,0895	2,4	53.679	0,021	0,2	9,4	9	2	387,4	80	89
Inyección 2	Sala de Deshidratación	2.985,3	80%	2.388,2	663,4	7,8	2,0	-	355,0	337,6	0,0895	7,4	165.459	0,016	1,7	90,8	91	5	477,6	115	206
Inyección 3	Sala de Desbaste	13.345,0	80%	10.676,0	2.965,6	30,0	2,0	-	710,0	675,2	0,3581	8,3	369.824	0,013	0,9	122,9	123	12	889,7	110	233



**ANEXO 4. CÁLCULOS CLIMATIZACIÓN EDIFICIO DE CONTROL**





## 1. CARGAS TÉRMICAS

### 1.1 Descripción de las características del edificio

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para el modelado del edificio.

#### Datos del Proyecto

Nombre del edificio	EDAR_ ILLA DE AROUSA
Referencia	
Fecha	30/11/2020
Empresa	
Autor	
Localidad	
Dirección	
Normativa construcción	CTE(Despues de 2013)

#### Condiciones exteriores de cálculo para cargas térmicas

Ciudad	Pontevedra (Mourente) (1484C)_USUARIO
Altitud[m]	7.00
Latitud[°]	42.55
Temperatura terreno[°C]	5.00
Temperatura exterior máxima[°C]	29.50
Humedad relativa coincidente	47.45
Temperatura exterior mínima[°C]	3.30
Humedad relativa coincidente calefacción	79.80
Oscilación media anual[°C]	29.50
Oscilación media diaria[°C]	14.80
Oscilación media diaria invierno[°C]	0.50

#### Condiciones exteriores de cálculo para simulación energética

Fichero de datos climatológicos para cálculo de demanda	bin\pontevedra.bin
---	--------------------

### 1.2 Descripción del Edificio

Superficie acondicionada [m²]	78
Volumen aire acondicionado [m³]	234
Superficie no acondicionada [m²]	33

#### Zonas de ventilación

Nombre	Locales	Tipo de ventilación	Temp Verano [°C]	Temp Invierno [°C]	Tipo de recuperador	Rendimiento	Rend. humect.
Zona_ventilación	SALA POLIVANTE LABORATORIO OFFICE VESTUARIOS ASEO MINUS SALA REUNIONES PASILLO	Directa local	-	-	Sensible	67.00	-

#### Zonas de demanda

Nombre	Locales
Zona_dem_1	SALAPOLIVANTE LABORATORIO OFFICE VESTUARIOS ASEOMINUSVALIDOS SALAREUNIONES PASILLO

#### Locales

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Volumen [m³]	Actividad	Numero de personas
SALA POLIVANTE	Acondicionado	15.42	46.26	Oficinas_ SALA POLIVANTE	2
LABORATORIO	Acondicionado	18.54	55.62	Oficinas_ LABORATORIO	3
OFFICE	Acondicionado	16.52	49.56	Oficinas_ OFFICE	2
VESTUARIOS	No Acondicionado	13.03	39.09	-	-
ASEO MINUS	No Acondicionado	8.19	24.57	-	-
SALA REUNIONES	Acondicionado	27.36	82.08	Oficinas_ SALA REUNIONES	4
PASILLO	No Acondicionado	11.54	34.62	-	-

### 1.3 Envolvente térmica

#### Cerramientos opacos

Tipo	Local	Superficie [m²]	Orientación	Composición	Transmitancia [W/ m²K]	Peso[Kg/m²]
Muro_ Exterior	SALA POLIVANTE	10.50	Norte	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_ Exterior	SALA POLIVANTE	11.88	Oeste	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_ Interior	SALA POLIVANTE	1.02	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_ Interior	SALA POLIVANTE	10.95	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_ Interior	SALA POLIVANTE	6.93	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_ Exterior	SALA POLIVANTE	0.45	Norte	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78

Tipo	Local	Superficie [m²]	Orientación	Composición	Transmitancia [W/ m²K]	Peso[Kg/m²]
Muro_Exterior	SALA POLIVANTE	6.00	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Suelo_Terreno	SALA POLIVANTE	15.41	-	Copia de ST1 Capa de mortero/Losa B	1.43	1094.02
Techo_Exterior	SALA POLIVANTE	15.41	Horizontal	Copia de C12.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B	0.15	756.12
Muro_Exterior	LABORATORIO	5.40	Norte	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	LABORATORIO	10.02	Oeste	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	LABORATORIO	0.90	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	LABORATORIO	0.90	Oeste	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	LABORATORIO	4.50	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Interior	LABORATORIO	10.95	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	LABORATORIO	9.90	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	LABORATORIO	10.95	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	LABORATORIO	1.02	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Suelo_Terreno	LABORATORIO	18.53	-	Copia de ST1 Capa de mortero/Losa B	1.43	1094.02
Techo_Exterior	LABORATORIO	18.53	Horizontal	Copia de C12.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B	0.15	756.12
Muro_Exterior	OFFICE	12.72	Oeste	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	OFFICE	0.90	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	OFFICE	0.90	Oeste	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	OFFICE	10.05	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	OFFICE	0.87	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Interior	OFFICE	6.48	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	OFFICE	6.27	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	OFFICE	10.95	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Suelo_Terreno	OFFICE	16.48	-	Copia de ST1 Capa de mortero/Losa B	1.43	1094.02
Techo_Exterior	OFFICE	16.48	Horizontal	Copia de C12.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B	0.15	756.12
Muro_Exterior	VESTUARIOS	1.05	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	VESTUARIOS	0.90	Oeste	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	VESTUARIOS	14.25	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	VESTUARIOS	0.90	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	VESTUARIOS	0.90	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	VESTUARIOS	6.42	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Interior	VESTUARIOS	11.70	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	VESTUARIOS	4.50	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	VESTUARIOS	6.45	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Suelo_Terreno	VESTUARIOS	13.02	-	Copia de ST1 Capa de mortero/Losa B	1.43	1094.02
Techo_Exterior	VESTUARIOS	13.02	Horizontal	Copia de C12.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B	0.15	756.12
Muro_Interior	ASEO MINUS	6.30	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35

Tipo	Local	Superficie [m²]	Orientación	Composición	Transmitancia [W/ m²K]	Peso[Kg/m²]
Muro_Interior	ASEO MINUS	11.70	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Exterior	ASEO MINUS	6.33	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Interior	ASEO MINUS	11.70	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Suelo_Terreno	ASEO MINUS	8.21	-	Copia de ST1 Capa de mortero/Losa B	1.43	1094.02
Techo_Exterior	ASEO MINUS	8.21	Horizontal	Copia de C12.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B	0.15	756.12
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	15.90	Oeste	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	0.03	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Interior	SALA REUNIONES	11.70	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	2.25	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	0.93	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	0.90	Sur	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	15.00	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	0.90	Norte	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	0.90	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	11.85	Norte	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	0.90	Oeste	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	SALA REUNIONES	2.10	Norte	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Suelo_Terreno	SALA REUNIONES	27.38	-	Copia de ST1 Capa de mortero/Losa B	1.43	1094.02
Techo_Exterior	SALA REUNIONES	27.38	Horizontal	Copia de C12.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B	0.15	756.12
Muro_Interior	PASILLO	6.93	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	PASILLO	9.90	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	PASILLO	6.27	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	PASILLO	4.50	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Interior	PASILLO	6.30	-	EDIFICIO CONTROL_MI	0.26	30.35
Muro_Exterior	PASILLO	16.80	Este	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Muro_Exterior	PASILLO	4.50	Norte	EDIFICIO CONTROL	0.30	136.78
Suelo_Terreno	PASILLO	11.55	-	Copia de ST1 Capa de mortero/Losa B	1.43	1094.02
Techo_Exterior	PASILLO	11.55	Horizontal	Copia de C12.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B	0.15	756.12

#### Huecos y lucernarios

Tipo	Local	Superficie [m²]	Orientación	Composición	Transmitancia [W/ m²K]	Factor Solar
Ventana_Exterior	LABORATORIO	2.76	Oeste	Prop. usuario	1.10	0.45
Ventana_Exterior	OFFICE	2.76	Oeste	Prop. usuario	1.10	0.45
Ventana_Exterior	OFFICE	4.00	Sur	Prop. usuario	1.10	0.45
Ventana_Exterior	VESTUARIOS	2.16	Sur	Prop. usuario	1.10	0.45
Ventana_Exterior	ASEO MINUS	0.91	Este	Prop. usuario	1.10	0.45
Ventana_Exterior	SALA REUNIONES	2.40	Este	Prop. usuario	1.10	0.45
Ventana_Exterior	SALA REUNIONES	1.20	Este	Prop. usuario	1.10	0.45

Tipo	Local	Superficie [m²]	Orientación	Composición	Transmitancia [W/ m²K]	Factor Solar
Ventana_ Exterior	SALA REUNIONES	4.60	Norte	Prop. usuario	1.10	0.45
Puerta_ Exterior	PASILLO	1.04	Norte	Prop. usuario	1.10	0.45
Ventana_ Exterior	SALA POLIVANTE	4.60	Norte	Prop. usuario	1.10	0.45
Ventana_ Exterior	SALA POLIVANTE	2.40	Oeste	Prop. usuario	1.10	0.45
Puerta_ Exterior	LABORATORIO	2.02	Norte	Prop. usuario	1.10	0.45

1.4 Actividades, distribuciones y composiciones

Actividades

Nombre	m²/pers	Numero personas	Distribución personas	Actividad	Pot. sen. [W/pers]	Pot. lat. [W/pers]
Oficinas__SALA POLIVANTE	7.00	2	Oficinas_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Oficinas__LABORATORIO	7.00	3	Oficinas_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Oficinas__OFFICE	7.00	2	Oficinas_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Oficinas__SALA REUNIONES	7.00	4	Oficinas_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00

Nombre	Pot. luces [W/m²]	Tipo luces	Distribución luces	Pot. sensible equipos [W/m²]	Pot. latente equipos [W/m²]	Distribución equipos
Oficinas__SALA POLIVANTE	12.00	Fluorescentes con reactancia	Oficinas_luces	12.00	0.00	Oficinas_equipos
Oficinas__LABORATORIO	12.00	Fluorescentes con reactancia	Oficinas_luces	12.00	0.00	Oficinas_equipos
Oficinas__OFFICE	12.00	Fluorescentes con reactancia	Oficinas_luces	12.00	0.00	Oficinas_equipos
Oficinas__SALA REUNIONES	12.00	Fluorescentes con reactancia	Oficinas_luces	12.00	0.00	Oficinas_equipos

Nombre	Ventilación [m³/h.persona]	Distribución ventilación
Oficinas__SALA POLIVANTE	45.00	Oficinas_personas
Oficinas__LABORATORIO	45.00	Oficinas_personas
Oficinas__OFFICE	45.00	Oficinas_personas
Oficinas__SALA REUNIONES	45.00	Oficinas_personas

Distribuciones

Nombre	Valores horarios
Oficinas_personas	Hora 0: 0.000
	Hora 1: 0.000
	Hora 2: 0.000
	Hora 3: 0.000
	Hora 4: 0.000
	Hora 5: 0.000
	Hora 6: 0.000
	Hora 7: 0.000
	Hora 8: 100.000
	Hora 9: 100.000
	Hora 10: 100.000
	Hora 11: 100.000
	Hora 12: 100.000
	Hora 13: 50.000
	Hora 14: 50.000
	Hora 15: 100.000

Nombre	Valores horarios
Oficinas_luces	Hora 16: 100.000
	Hora 17: 100.000
	Hora 18: 100.000
	Hora 19: 100.000
	Hora 20: 0.000
	Hora 21: 0.000
	Hora 22: 0.000
	Hora 23: 0.000
	Hora 0: 0.000
	Hora 1: 0.000
	Hora 2: 0.000
	Hora 3: 0.000
	Hora 4: 0.000
	Hora 5: 0.000
	Hora 6: 0.000
	Hora 7: 0.000
	Hora 8: 100.000
	Hora 9: 100.000
	Hora 10: 100.000
	Hora 11: 100.000
	Hora 12: 100.000
	Hora 13: 100.000
	Hora 14: 100.000
	Hora 15: 100.000
	Hora 16: 100.000
	Hora 17: 100.000
	Hora 18: 100.000
	Hora 19: 100.000
	Hora 20: 0.000
	Hora 21: 0.000
	Hora 22: 0.000
	Hora 23: 0.000
Oficinas_equipos	Hora 0: 10.000
	Hora 1: 10.000
	Hora 2: 10.000
	Hora 3: 10.000
	Hora 4: 10.000
	Hora 5: 10.000
	Hora 6: 10.000
	Hora 7: 10.000
	Hora 8: 100.000
	Hora 9: 100.000
	Hora 10: 100.000
	Hora 11: 100.000
	Hora 12: 100.000
	Hora 13: 100.000
	Hora 14: 100.000
	Hora 15: 100.000
	Hora 16: 100.000
	Hora 17: 100.000
	Hora 18: 100.000
	Hora 19: 100.000

Nombre	Valores horarios
	Hora 20: 10.000
	Hora 21: 10.000
	Hora 22: 10.000
	Hora 23: 10.000

#### Composiciones cerramientos

Nombre	Capas	Transmitancia [W/m²K]	Peso [kg/m²]	He [W/m²K]	Hi [W/m²K]
EDIFICIO CONTROL	Hormigon celular curado en autoclave dE 1000 (12.0cm) MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (5.0cm) MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (6.0cm) Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (1.5cm)	0.30	136.775	25.00	7.69
Copia de ST1 Capa de mortero/Losa B	Plaqueta o baldosa ceramica (0.6cm) Mortero de cemento o cal para albanileria y para revoco/enlucido d > 2000 (2.4cm) Hormigon en masa 2000<d Etileno propileno dieno monomero [EPDM] (0.2cm) Polipropileno [PP] (0.2cm) Hormigon armado d > 2500 (20.0cm) Tierra vegetal [d < 2050] (20.0cm)	1.43	1094.020	5.88	9999.00
Copia de C12.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B	Arena y grava [1700 < d < 2200] (5.0cm) Subcapa fieltro (0.1cm) XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]] (6.0cm) Mortero de cemento o cal para albanileria y para revoco/enlucido d > 2000 (2.4cm) EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]] (4.0cm) Mortero de cemento o cal para albanileria y para revoco/enlucido d > 2000 (2.4cm) Hormigon con otros aridos ligeros d 1200 (20.0cm) Sin capa de compresion -Canto 250 mm (25.0cm) CAMARA AIRE MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (6.0cm) MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (4.0cm) Placa de yeso o escayola 750 < d < 900 (1.5cm)	0.15	756.115	25.00	10.00
EDIFICIO CONTROL_MI	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (1.5cm) MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (7.0cm) MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (7.0cm) Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (1.5cm)	0.26	30.350	7.69	7.69

#### Composiciones huecos

Nombre	Transmitancia [W/m²K]	Factor solar	Vidrio	Marco	Fracción marco
Ventana_Exterior	1.10	0.45	-	-	-
Puerta_Exterior	1.10	0.45	-	-	-

## 1.5 Cálculos de cargas térmicas

#### Resumen de cargas térmicas en refrigeración

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m²]	Ventilación [m³/hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m³/hora]
Edificio	Hora: 16; Mes: Julio	7.17	5.45	92	500.40	-	-	-
Zona_dem_1	Hora: 16; Mes: Julio	7.17	5.45	92	500.40	-	-	-
SALA POLIVANTE	Hora: 16; Mes: Julio	1.61	1.27	104	99.13	-	-	-
LABORATORIO	Hora: 16; Mes: Julio	1.72	1.31	93	119.19	-	-	-
OFFICE	Hora: 16; Mes: Julio	1.72	1.36	104	106.20	-	-	-
SALA REUNIONES	Hora: 12; Mes: Julio	2.25	1.65	82	175.89	-	-	-

#### Resumen de cargas térmicas en calefacción

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m²]	Ventilación [m³/hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m³/hora]
Edificio	Hora: 8; Mes: Febrero	-4.68	-3.58	-60	500.40	-	-	-
Zona_dem_1	Hora: 8; Mes: Febrero	-4.68	-3.58	-60	500.40	-	-	-
SALA POLIVANTE	Hora: 8; Mes: Febrero	-1.00	-0.78	-65	99.13	-	-	-
LABORATORIO	Hora: 8; Mes: Febrero	-1.04	-0.78	-56	119.19	-	-	-
OFFICE	Hora: 8; Mes: Febrero	-1.05	-0.82	-63	106.20	-	-	-
SALA REUNIONES	Hora: 8; Mes: Febrero	-1.59	-1.20	-58	175.89	-	-	-



1.6 Cálculos detallados por elemento

Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 16.

Datos del proyecto

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Zonas demanda	Plantas
77.84	233.52	1	1
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
11	0.93 ; 12.00	0.93 ; 12.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m³/h]	Zonas ventilación
27.94	51.78	500.40	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	7.17	5.45
Ratio [W/m2]	92.17	70.05
Ocupantes[kW]	1.55	0.86
Luces[kW]	1.08	1.08
Equipos[kW]	0.93	0.93
Ventilación[kW]	1.11	0.16
Cerramientos[kW]	0.19	0.19
Huecos[kW]	1.98	1.98
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.34	0.26

Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 8.

Datos del proyecto

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Zonas demanda	Plantas
77.84	233.52	1	1
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
0	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m³/h]	Zonas ventilación
4.96	71.01	500.40	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-4.68	-3.58
Ratio [W/m2]	-60.09	-46.01
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00

Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-1.98	-0.93
Cerramientos[kW]	-2.06	-2.06
Huecos[kW]	-0.42	-0.42
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.22	-0.17

Elemento: Zona\_ventilación

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 16.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Supeficie [m²]	Volumen [m³]
Directa local	77.84	233.52
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
27.94	51.78	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	67.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	0.00	0.00
Caudal impulsión [m³/h]	-	
Caudal ventilación [m³/h]	500.40	

Elemento: Zona\_ventilación

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 8.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Supeficie [m²]	Volumen [m³]
Directa local	77.84	233.52
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
4.96	71.01	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	67.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	0.00	0.00
Caudal impulsión [m³/h]	-	
Caudal ventilación [m³/h]	500.40	

**Elemento: Zona\_dem\_1**

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 16.

Datos de la zona

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Num. personas
77.84	233.52	11
Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
0.93 ; 12.00	0.93 ; 12.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m³/h]
27.94	51.78	500.40

**Resultados**

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	7.17	5.45
Ratio [W/m²]	92.17	70.05
Ocupantes[kW]	1.55	0.86
Luces[kW]	1.08	1.08
Equipos[kW]	0.93	0.93
Ventilación[kW]	1.11	0.16
Cerramientos[kW]	0.19	0.19
Huecos[kW]	1.98	1.98
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.34	0.26

**Elemento: Zona\_dem\_1**

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 8.

Datos de la zona

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Num. personas
77.84	233.52	0
Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m³/h]
4.96	71.01	500.40

**Resultados**

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-4.68	-3.58
Ratio [W/m²]	-60.09	-46.01
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-1.98	-0.93
Cerramientos[kW]	-2.06	-2.06
Huecos[kW]	-0.42	-0.42
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00

	Total	Sensible
Mayoración[kW]	-0.22	-0.17

Gráfico de cargas del elemento

**Elemento: SALA POLIVANTE**

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 16.

Datos del local

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
15.42	46.26	Planta_1	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
2	Fluorescentes con reactancia	0.19 ; 12.00	0.19 ; 12.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m³/h]
27.94	51.78	25.00	50.00	99.13

**Resultados**

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	1.61	1.27
Ratio [W/m²]	104.29	82.17
Ocupantes[kW]	0.31	0.17
Luces[kW]	0.21	0.21
Equipos[kW]	0.19	0.19
Ventilación[kW]	0.22	0.03
Cerramientos[kW]	0.04	0.04
Huecos[kW]	0.56	0.56
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.08	0.06

**Elemento: LABORATORIO**

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 16.

Datos del local

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
18.54	55.62	Planta_1	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
3	Fluorescentes con reactancia	0.22 ; 12.00	0.22 ; 12.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m³/h]
27.94	51.78	25.00	50.00	119.19

**Resultados**

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	1.72	1.31
Ratio [W/m²]	92.62	70.50
Ocupantes[kW]	0.37	0.20
Luces[kW]	0.26	0.26
Equipos[kW]	0.22	0.22

	Total	Sensible
Ventilación[kW]	0.26	0.04
Cerramientos[kW]	0.03	0.03
Huecos[kW]	0.49	0.49
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.08	0.06

Elemento: OFFICE

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 16.

Datos del local

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
16.52	49.56	Planta_1	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
2	Fluorescentes con reactancia	0.20 ; 12.00	0.20 ; 12.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m³/h]
27.94	51.78	25.00	50.00	106.20

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	1.72	1.36
Ratio [W/m2]	104.28	82.16
Ocupantes[kW]	0.33	0.18
Luces[kW]	0.23	0.23
Equipos[kW]	0.20	0.20
Ventilación[kW]	0.24	0.03
Cerramientos[kW]	0.05	0.05
Huecos[kW]	0.60	0.60
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.08	0.06

Elemento: SALA REUNIONES

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 12.

Datos del local

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
27.36	82.08	Planta_1	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
4	Fluorescentes con reactancia	0.33 ; 12.00	0.33 ; 12.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m³/h]
28.99	48.71	25.00	50.00	175.89

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	2.25	1.65
Ratio [W/m2]	82.27	60.19

	Total	Sensible
Ocupantes[kW]	0.54	0.30
Luces[kW]	0.37	0.37
Equipos[kW]	0.33	0.33
Ventilación[kW]	0.41	0.08
Cerramientos[kW]	0.04	0.04
Huecos[kW]	0.46	0.46
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.11	0.08

Elemento: SALA POLIVANTE

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 8.

Datos del local

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
15.42	46.26	Planta_1	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
0	Fluorescentes con reactancia	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m³/h]
4.96	71.01	21.00	40.00	99.13

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-1.00	-0.78
Ratio [W/m2]	-64.79	-50.71
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.39	-0.18
Cerramientos[kW]	-0.45	-0.45
Huecos[kW]	-0.11	-0.11
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.05	-0.04

Elemento: LABORATORIO

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 8.

Datos del local

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
18.54	55.62	Planta_1	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
0	Fluorescentes con reactancia	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m³/h]
4.96	71.01	21.00	40.00	119.19

#### Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-1.04	-0.78
Ratio [W/m2]	-56.29	-42.21
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.47	-0.22
Cerramientos[kW]	-0.44	-0.44
Huecos[kW]	-0.08	-0.08
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.05	-0.04

Elemento: OFFICE

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 8.

#### Datos del local

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
16.52	49.56	Planta_1	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]
0	Fluorescentes con reactancia	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m³/h]
4.96	71.01	21.00	40.00	106.20

#### Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-1.05	-0.82
Ratio [W/m2]	-63.42	-49.35
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.42	-0.20
Cerramientos[kW]	-0.47	-0.47
Huecos[kW]	-0.10	-0.10
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.05	-0.04

Elemento: SALA REUNIONES

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 8.

#### Datos del local

Supeficie [m²]	Volumen [m³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
27.36	82.08	Planta_1	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m²]

0	Fluorescentes con reactancia	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m³/h]
4.96	71.01	21.00	40.00	175.89

#### Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-1.59	-1.20
Ratio [W/m2]	-58.00	-43.93
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.70	-0.33
Cerramientos[kW]	-0.69	-0.69
Huecos[kW]	-0.13	-0.13
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.08	-0.06

**ANEXO 5. CÁLCULOS DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN SALAS ELÉCTRICAS**





## 1. FÓRMULAS GENERALES

### 1.1 Fórmulas cálculos de climatización

#### Carga térmica de calefacción de un local "qct".

$$Q_{ct} = (Q_{stm} + Q_{si} - Q_{saip}) \cdot (1+F) + Q_{sv}$$

Siendo:

$Q_{stm}$  = Pérdida de calor sensible por transmisión a través de los cerramientos (W).

$Q_{si}$  = Pérdida de calor sensible por infiltraciones de aire exterior (W).

$Q_{saip}$  = Ganancia de calor sensible por aportaciones internas permanentes (W).

F = Suplementos (tanto por uno).

$Q_{sv}$  = Pérdida de calor sensible por aire de ventilación (W).

#### Pérdida de calor sensible por transmisión a través de los cerramientos "Qstm".

$$Q_{stm} = U \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K). Obtenido según CTE DB-HE 1.

A = Superficie del cerramiento (m²).

$T_i$  = Temperatura interior de diseño del local (°K).

$T_e$  = Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento (°K).

#### Pérdida de calor sensible por infiltraciones de aire exterior "Qsi"

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

$V_{ae}$  = Caudal de aire exterior frío que se introduce en el local (m³/h).

$T_i$  = Temperatura interior de diseño del local (°K).

$T_e$  = Temperatura exterior de diseño (°K).

El caudal de aire exterior " $V_{ae}$ " se estima como el mayor de los descritos a continuación (2 métodos).

#### Infiltraciones de aire exterior por el método de las Rendijas "Vi".

$$V_i = (\sum_j f_j \cdot L_j) \cdot R \cdot H$$

Siendo:

f = Coeficiente de infiltración de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento (m³/h·m).

L = Longitud de rendijas de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento (m).

R = Coeficiente característico del local. Según RIESTSCHEL Y RAISS viene dado por:

$$R = 1 / [1 + (\sum_j f_j \cdot L_j / \sum_n f_n \cdot L_n)]$$

$\sum_j f_j \cdot L_j$  = Caudal de aire infiltrado por puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento (m³/h).

$\sum_n f_n \cdot L_n$  = Caudal de aire exfiltrado a través de huecos exteriores situados a sotavento o bien a través de huecos interiores del local (m³/h).

H = Coeficiente característico del edificio. Se obtiene en función del viento dominante, el tipo y la situación del edificio.

#### Caudal de aire exterior por la tasa de Renovación Horaria "Vr".

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:

V = Volumen del local (m³).

n = Número de renovaciones por hora (ren/h).

#### Ganancia de calor sensible por aportaciones internas permanentes "Qsaip".

$$Q_{saip} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sad}$$

Siendo:

$Q_{sil}$  = Ganancia interna de calor sensible por iluminación (W).

$Q_{sp}$  = Ganancia interna de calor sensible debida a los Ocupantes (W).

$Q_{sad}$  = Ganancia interna de calor sensible por Aparatos diversos (motores eléctricos, ordenadores, etc).

**Suplementos.**

$$F = Z_o + Z_{is} + Z_{pe}$$

Siendo:

$Z_o$  = Suplemento por orientación Norte.

$Z_{is}$  = Suplemento por interrupción del servicio.

$Z_{pe}$  = Suplemento por más de 2 paredes exteriores.

**Pérdida de calor sensible por aire de ventilación "Q<sub>sv</sub>".**

$$Q_{sv} = Vv \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

Vv = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m³/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.

$T_i$  = Temperatura interior de diseño del local (°K).

$T_e$  = Temperatura exterior de diseño (°K). Es la temperatura de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.

**CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN DE UN LOCAL.**

La carga térmica de refrigeración de un local "Q<sub>r</sub>" se obtiene:

$$Q_r = Q_{st} + Q_{lt}$$

Siendo:

$Q_{st}$  = Aportación o carga térmica sensible (W).

$Q_{lt}$  = Aportación o carga térmica latente (W).

**Carga térmica sensible "Q<sub>st</sub>".**

$$Q_{st} = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{stm} + Q_{si} + Q_{sai} + Q_{sv}$$

Siendo:

$Q_{sr}$  = Calor por radiación solar a través de cristal (W).

$Q_{str}$  = Calor por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores (W).

$Q_{stm}$  = Calor por transmisión a través de paredes, techos y puertas interiores, suelos y ventanas (W).

$Q_{si}$  = Calor sensible por infiltraciones de aire exterior (W).

$Q_{sai}$  = Calor sensible por aportaciones internas (W).

$Q_{sv}$  = Calor sensible por aire de ventilación (W).

**Calor por radiación solar a través de cristal "Q<sub>sr</sub>".**

$$Q_{sr} = R \cdot A \cdot f_{cr} \cdot f_{at} \cdot f_{alm}$$

Siendo:

R = Radiación solar (W/m²).

-Con almacenamiento, R = Máxima aportación solar, a través de vidrio sencillo, correspondiente a la orientación, mes y latitud considerados.

-Sin almacenamiento, R = Aportación solar, a través de vidrio sencillo, correspondiente a la hora, orientación, mes y latitud considerados.

A = Superficie de la ventana (m²).

$f_{cr}$  = Factor de corrección de la radiación solar.

- Marco metálico o ningún marco (+17%).

- Contaminación atmosférica (-15% máx.).

- Altitud (+0,7% por 300 m).

- Punto de rocío superior a 19,5 °C (-14% por 10 °C sin almac., -5% por 4 °C con almac.).

- Punto de rocío inferior a 19,5 °C (+14% por 10 °C sin almac., +5% por 4 °C con almac.).

$f_{at}$  = Factor de atenuación por persianas u otros elementos.

$f_{alm}$  = Factor de almacenamiento en las estructuras del edificio.

**Calor por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores "Q<sub>str</sub>".**

$$Q_{str} = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Siendo:

U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K). Obtenido según CTE DB-HE 1.

A = Superficie del cerramiento.

DET = Diferencia equivalente de temperaturas (°K).

$$DET = a + DET_s + b \cdot (R_s/R_m) \cdot (DET_m - DET_s)$$

Siendo:

a = Coeficiente corrector que tiene en cuenta:

- Un incremento distinto de 8° C entre las temperaturas interior y exterior (esta última tomada a las 15 horas del mes considerado).
- Una OMD distinta de 11° C.

DET<sub>s</sub> = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para el cerramiento a la sombra.

DET<sub>m</sub> = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para el cerramiento soleado.

b = Coeficiente corrector que considera el color de la cara exterior de la pared.

- Color oscuro, b=1.
- Color medio, b=0,78
- Color claro, b=0,55.

R<sub>s</sub> = Máxima insolación, correspondiente al mes y latitud supuestos, para la orientación considerada.

R<sub>m</sub> = Máxima insolación, correspondiente al mes de Julio y a 40° de latitud Norte, para la orientación considerada.

Calor por transmisión a través de paredes, techos y puertas interiores, suelos y ventanas "Q<sub>stm</sub>".

$$Q_{stm} = U \cdot A \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K). Obtenido según CTE DB-HE 1.

A = Superficie del cerramiento (m²).

T<sub>e</sub> = Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento (°K).

T<sub>i</sub> = Temperatura interior de diseño del local (°K).

Calor sensible por infiltraciones de aire exterior "Q<sub>si</sub>".

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

V<sub>ae</sub> = Caudal de aire exterior caliente que se introduce en el local (m³/h).

T<sub>e</sub> = Temperatura exterior de diseño (°K).

T<sub>i</sub> = Temperatura interior de diseño del local (°K).

El caudal de aire exterior se estima por la tasa de Renovación Horaria "V<sub>r</sub>".

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:

V = Volumen del local (m³).

n = Número de renovaciones por hora (ren/h).

Calor sensible por aportaciones internas "Q<sub>sai</sub>".

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sad}$$

Siendo:

Q<sub>sil</sub> = Ganancia interna de calor sensible por Iluminación (W).

Q<sub>sp</sub> = Ganancia interna de calor sensible debida a los Ocupantes (W).

Q<sub>sad</sub> = Ganancia interna de calor sensible por Aparatos diversos (motores eléctricos, ordenadores, etc) (W).

Calor sensible por aire de ventilación "Q<sub>sv</sub>".

$$Q_{sv} = V_v \cdot 0,33 \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

V<sub>v</sub> = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m³/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.

T<sub>e</sub> = Temperatura exterior de diseño (°K). Es la temperatura de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.

T<sub>i</sub> = Temperatura interior de diseño (°K).

Carga térmica latente "Q<sub>lt</sub>".

$$Q_{lt} = Q_{li} + Q_{lai} + Q_{lv}$$

Siendo:



$Q_{li}$  = Calor latente por infiltraciones de aire exterior (W).

$Q_{lai}$  = Calor latente por aportaciones internas (W).

$Q_{lv}$  = Calor latente por aire de ventilación (W).

Calor latente por infiltraciones de aire exterior " $Q_{li}$ ".

$$Q_{li} = V_{ae} \cdot 0,84 \cdot (W_e - W_i)$$

Siendo:

$V_{ae}$  = Caudal de aire exterior caliente que se introduce en el local (m³/h).

$W_e$  = Humedad absoluta del aire exterior (gw/kga).

$W_i$  = Humedad absoluta del aire interior (gw/kga).

El caudal de aire exterior se estima por la tasa de Renovación Horaria " $V_r$ ".

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:

$V$  = Volumen del local (m³).

$n$  = Número de renovaciones por hora (ren/h).

Calor latente por aportaciones internas " $Q_{lai}$ ".

$$Q_{lai} = Q_{lp} + Q_{lad}$$

Siendo:

$Q_{lp}$  = Ganancia interna de calor latente debida a los Ocupantes (W).

$Q_{lad}$  = Ganancia interna de calor latente por Aparatos diversos (cafetera, freidora, etc) (W).

Calor latente por aire de ventilación " $Q_{lv}$ ".

$$Q_{lv} = V_v \cdot 0,84 \cdot (W_e - W_i)$$

Siendo:

$V_v$  = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m³/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.

$W_e$  = Humedad absoluta del aire exterior (gw/kga). Es la humedad de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.

$W_i$  = Humedad absoluta del aire interior (gw/kga).

RECUPERACION DE ENERGÍA.

Temperatura del aire a la salida del recuperador " $t_{1rec}$ ".

$$t_{1rec} \text{ (invierno)} = t_1 + [(Rs/100) \cdot (t_2 - t_1)] \text{ (°C)}$$

$$t_{1rec} \text{ (verano)} = t_1 - [(Rs/100) \cdot (t_1 - t_2)] \text{ (°C)}$$

Siendo:

$t_1$  = Temperatura aire exterior (°C).

$t_2$  = Temperatura aire interior (°C).

$Rs$  = Rendimiento sensible recuperador (%).

Humedad absoluta del aire a la salida del recuperador " $w_{1rec}$ ".

$$W_{1rec} = [h_{1rec} - (1,004 \cdot t_{1rec})] / [2500,6 + (1,86 \cdot t_{1rec})] \text{ (kgw/kga)}$$

Siendo:

$h_{1rec} \text{ (invierno)} = \text{Entalpía aire salida recuperador (kJ/kga)} = h_1 + [(Rec/100) \cdot (h_2 - h_1)]$

$h_{1rec} \text{ (verano)} = \text{Entalpía aire salida recuperador (kJ/kga)} = h_1 - [(Ref/100) \cdot (h_1 - h_2)]$

$Rec$  = Rendimiento entálpico calefacción (%). Si  $Rec = 0$ ,  $W_{1rec} = W_1$ .

$Ref$  = Rendimiento entálpico refrigeración (%). Si  $Ref = 0$ ,  $W_{1rec} = W_1$ .

$h_1$  = Entalpía aire exterior (kJ/kga) =  $1,004 \cdot t_1 + [W_1 \cdot (2500,6 + 1,86 \cdot t_1)]$

$h_2$  = Entalpía aire interior (kJ/kga) =  $1,004 \cdot t_2 + [W_2 \cdot (2500,6 + 1,86 \cdot t_2)]$

$W_1$  = Humedad absoluta aire exterior (kgw/kga) =  $(Hr_1/100) \cdot Ws_1$

$W_2$  = Humedad absoluta aire interior (kgw/kga) =  $(Hr_2/100) \cdot Ws_2$

$Hr_1$  = Humedad relativa aire exterior (%).

$Hr_2$  = Humedad relativa aire interior (%).

$Ws_1$  = Humedad absoluta de saturación aire exterior (kgw/kga) =  $0,62198 \cdot [Pvs_1 / (P - Pvs_1)]$

$Ws_2$  = Humedad absoluta de saturación aire interior (kgw/kga) =  $0,62198 \cdot [Pvs_2 / (P - Pvs_2)]$

$P$  = Presión atmosférica (bar) = 1,01325

$P_{vs1}$  = Presión de vapor de saturación aire exterior (bar) =  $e^{[A - B/T_1]}$

$T_1$  = Temperatura aire exterior (°K).

$P_{vs2}$  = Presión de vapor de saturación aire interior (bar) =  $e^{[A - B/T_2]}$

$T_2$  = Temperatura aire interior (°K).

$A, B$  = Coeficientes en función de la temperatura.

#### Energía total recuperada "htr".

$htr$  (invierno) =  $(Rec/100) \cdot (h_2 - h_1) \cdot 0,327 \cdot V_v$  (W)

$htr$  (verano) =  $(Ref/100) \cdot (h_1 - h_2) \cdot 0,327 \cdot V_v$  (W)

$V_v$  = Caudal de ventilación (m³/h).

#### Energía sensible recuperada "hsr".

$hsr$  (invierno) =  $(Rs/100) \cdot (t_2 - t_1) \cdot 0,33 \cdot V_v$  (W)

$hsr$  (verano) =  $(Rs/100) \cdot (t_1 - t_2) \cdot 0,33 \cdot V_v$  (W)

$V_v$  = Caudal de ventilación (m³/h).

#### TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS "U".

$$U = 1 / (1/h_i + 1/h_e + \sum_i e_i/\lambda_i + r_c + r_f)$$

Siendo:

$U$  = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K).

$1/h_i$  = Resistencia térmica superficial interior (m² K / W).

$1/h_e$  = Resistencia térmica superficial exterior (m² K / W).

$e$  = Espesor de las láminas del cerramiento (m).

$\lambda$  = Conductividad térmica de las láminas del cerramiento (W/m K).

$r_c$  = Resistencia térmica de la cámara de aire (m² K / W).

$r_f$  = Resistencia térmica del forjado (m² K / W).

#### CONDENSACIONES

##### Temperatura superficial interior y temperatura en las caras interiores del cerramiento.

$$T_x = T_{x-1} - [(T_i - T_e) \cdot R_{(x,x-1)} / R_T]$$

Siendo:

$T_x$  = Temperatura en la cara x (°C).

$T_{x-1}$  = Temperatura en la cara x-1 (°C).

$T_i$  = Temperatura interior (°C).

$T_e$  = Temperatura exterior (°C).

$R_{(x,x-1)}$  = Resistencia térmica de la lámina comprendida entre las superficies x y x-1 (m² K / W).

$R_T$  = Resistencia térmica total del cerramiento (m² K / W).

##### Presión de vapor de saturación en la superficie interior y en las caras interiores del cerramiento.

$$P_{vsx} = e^{[A - B/T_x]}$$

Siendo:

$P_{vsx}$  = Presión de vapor de saturación en la cara x (bar).

$T_x$  = Temperatura en la cara x (°K).

$A, B$  = Coeficientes en función de la temperatura en la cara x.

##### Presión de vapor en la superficie interior y en las caras interiores del cerramiento.

$$P_{vx} = P_{vx-1} - [(P_{vi} - P_{ve}) \cdot R_{v(x, x-1)} / R_{vT}]$$

Siendo:

$P_{vx}$  = Presión de vapor en la cara x (mbar).

$P_{vx-1}$  = Presión de vapor en la cara x-1 (mbar).

$P_{vi}$  = Presión de vapor interior (mbar).

$P_{ve}$  = Presión de vapor exterior (mbar).

$R_{v(x, x-1)}$  = Resistencia al vapor de la lámina comprendida entre las superficies x y x-1 (MN· s/g).

$R_{vT}$  = Resistencia al vapor total del cerramiento (MN· s/g).

#### **Temperatura de rocío en la superficie interior y en las caras interiores del cerramiento.**

$$T_{RX} = B / (A - \ln P_{vX})$$

Siendo:

$T_{RX}$  = Temperatura de rocío en la cara x (°K).

$P_{vX}$  = Presión de vapor en la cara x (bar).

A, B = Coeficientes en función de la temperatura en la cara x.

## **2. FÓRMULAS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN**

Emplearemos las siguientes:

$$P_{ti} = P_{tj} + \Delta P_{tij}$$

$$P_t = P_s + P_d$$

$$P_d = \rho / 2 \cdot v^2$$

$$v_{ij} = 1000 \cdot |Q_{ij}| / 3,6 \cdot A_{ij}$$

Siendo:

$P_t$  = Presión total (Pa).

$P_s$  = Presión estática (Pa).

$P_d$  = Presión dinámica (Pa).

$\Delta P_t$  = Pérdida de presión total (Energía por unidad de volumen) (Pa).

$\rho$  = Densidad del fluido (kg/m<sup>3</sup>).

$v$  = Velocidad del fluido (m/s).

$Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/h).

$A$  = Área (mm<sup>2</sup>).

Conductos

$$\Delta P_{tij} = r_{ij} \cdot Q_{ij}^2$$

$$r_{ij} = 10^9 \cdot 8 \cdot \rho \cdot f_{ij} \cdot L_{ij} / 12,96 \cdot \pi^2 \cdot De_{ij}^5$$

$$f = 0,25 / (\lg 10 (\varepsilon / 3,7De + 5,74/Re^{0,9}))^2$$

$$Re = \rho \cdot 4 \cdot |Q_{ij}| / 3,6 \cdot \mu \cdot \pi \cdot De_{ij}$$

Siendo:

$f$  = Factor de fricción en conductos (adimensional).

$L$  = Longitud de cálculo (m).

$De$  = Diámetro equivalente (mm).

$\varepsilon$  = Rugosidad absoluta del conducto (mm).

$Re$  = Número de Reynolds (adimensional).

$\mu$  = Viscosidad absoluta fluido (kg/ms).

Componentes

$$\Delta P_{tij} = m_{ij} \cdot Q_{ij}^2$$

$$m_{ij} = 10^6 \cdot \rho \cdot C_{ij} / 12,96 \cdot 2 \cdot A_{ij}^2$$

$C_{ij}$  = Coeficiente de pérdidas en el componente (relación entre la presión total y la presión dinámica) (Adimensional)

## **3. RESULTADOS SALA ELÉCTRICA EDIFICIO INDUSTRIAL**

### **3.1 Resultados Climatización**

#### **CONDICIONES EXTERIORES.**

Localidad Base: Pontevedra

Localidad Real: ISLA DE AROUSA

Altitud s.n.m. (m): 9

Longitud : 8° 38' Oeste

Latitud : 42° 26' Norte

Zona Climática : C1

Situación edificio: Edificios separados, o casas de ciudad que sobresalen sensiblemente de sus vecinos

Tipo edificio: Edificios de varias plantas o de una sola planta con viviendas adosadas

**Invierno.**

Nivel percentil (%): 97,5

Tª seca (°C): 2,1

Tª seca corregida (°C): 2,4

Grados día anuales base 15°C: 695

Intensidad viento dominante (m/s): 3,3

Dirección viento dominante: Norte

Tª seca recuperador en sistema ZM1 (°C): 16,35

**Verano.**

Mes proyecto: Julio

Hora solar proyecto: 15

Nivel percentil (%): 1

Oscilación media diaria OMD (°C): 12

Oscilación media anual OMA (°C): 27,3

Tª seca (°C): 28,6

Tª seca corregida (°C): 28,6

Tª húmeda (°C): 21,1

Tª húmeda corregida (°C): 21,1

Humedad relativa (%): 51,33

Humedad absoluta (gw/kg): 12,58

Tª seca recuperador (°C): 25,9

Humedad absoluta recuperador(gw/kg): 12,58

**CONDICIONES INTERIORES.**

**Invierno.**

Tª local (°C): 21

Interrupción servicio instalación calefacción: Servicio ininterrumpido

**Verano.**

Tª local (°C): 21

Horas diarias funcionamiento instalación: 24

**CARGA TÉRMICA INVIERNO.**

DENOMINACIÓN LOCAL: **Sala de eléctrica**

Temperatura (°C): 21

**Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"**

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		0.39	30.63	11	131
Pared ext.	N	0.26	8.23	18.6	40
Pared int.		0.39	30.63	11	131
Pared ext.	S	0.26	8.23	18.6	40
Suelo terreno	Horizontal	0.71	36.29	18.6	479
Terraza	Horizontal	0.27	36.29	18.6	182
				TOTAL (W)	1003

**Carga Suplementaria "Qss"**

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1003	0.05	0.1		0.15	150

**Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"**

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
28.8	0.33	4.65	44

**Resumen carga térmica**

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Sala eléctrica	1003	0	0	150	10	1268	44	1312
Total Sistema (W):								1312



CARGA TÉRMICA VERANO.

DENOMINACIÓN LOCAL: **Sala eléctrica**

Actividad: Trabajo ligero taller

Alumbrado Fluorescente: 10 W/m2.

Aparatos diversos (sensible): 195,49 W/m2.

Temperatura (°C): 21

Temperatura húmeda (°C): 17,88

Humedad relativa (%): 50

Humedad absoluta (gw/Kga): 9,85

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m²·K)	Superficie (m²)	Dif. equiv. T <sub>a</sub> (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	N	0.26	8.23	-0.68	-1
Pared ext.	S	0.26	8.23	6.66	14
Terraza	Horizontal	0.26	36.29	8.16	77
Total (W)					90

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m²·K)	Superficie (m²)	Te - Ti (°K)	Qstm (W)
Pared int.		0.39	30.63	0.6	7
Pared int.		0.39	30.63	0.6	7
Suelo terreno	Horizontal	0.71	36.29	3.6	93
Total (W)					107

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
363	79	7094	7536

Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
28.8	0.33	0.9	9

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
141	0	141

Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
28.8	0.84	2.72	66

RESUMEN CARGA TÉRMICA

Local	CARGA SENSIBLE									
	Qsr(W)	Qstr (W)	Qstm (W)	Qsi (W)	Qsai (W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv (W)	Qst (W)	Qse (W)
Sala eléctrica		90	107		7536	10	8506	9	8515	
SUMA		90	107		7536		8506	9	8515	

Local	CARGA LATENTE						
	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
Sala eléctrica	0	141	10	155	66	221	
SUMA		141		155	66	221	

Carga Total Sistema (W)	8736	Carga Sensible Total Sistema (W)	8515
-------------------------	------	----------------------------------	------

RESUMEN CARGA TÉRMICA VERANO EDIFICIO.

SISTEMA	SENSIBLE		LATENTE		Qt
	Qst (W)	Qse (W)	Qlt (W)	Qle (W)	Qst + Qlt (W)
SE	8515		221		8736
SUMA	8515		221		8736

Carga Total Edificio (W)	8736	Carga Sensible Total Edificio (W)	8515
--------------------------	------	-----------------------------------	------

RESUMEN CARGA TÉRMICA VERANO HORA A HORA (KW).

SISTEMA / MES	1	2	3	4	5	6	7	8
SE / Junio						7.929	8.017	8.105
SE / Julio						7.966	8.054	8.141
SE / Agosto						7.962	8.049	8.137
SE / Septiembre						7.877	7.963	8.055

SISTEMA / MES	9	10	11	12	13	14	15	16
SE / Junio	8.175	8.25	8.349	8.457	8.56	8.651	8.696	8.695
SE / Julio	8.211	8.283	8.387	8.494	8.599	8.689	8.736*	8.732
SE / Agosto	8.206	8.279	8.387	8.494	8.6	8.69	8.736	8.731
SE / Septiembre	8.122	8.195	8.304	8.414	8.517	8.608	8.652	8.647

SISTEMA / MES	17	18	19	20	21	22	23	24
SE / Junio	8.671	8.645						
SE / Julio	8.708	8.683						
SE / Agosto	8.705	8.676						
SE / Septiembre	8.62	8.585						

EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR.

Sistema sala eléctrica

Tipo Unidad Terminal: Fancoils 2T

Verano

Unidad Exterior: P<sub>TFG</sub> (kW): 8,736

Condiciones usuales

- Tª agua entrada batería Fan-coils: 7º.

- Tª agua salida batería Fan-coils: 12º.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total refrig. (W)	Pot. sens. refrig. (W)
Sala eléctrica	8736	8515

Invierno.

Unidad Exterior: P<sub>TC</sub> (kW): 1,312

Condiciones usuales

- Tª agua entrada batería Fan-coils: 45º.

- Tª agua salida batería Fan-coils: 40º.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total calef. (W)
Sala eléctrica	1312

Cálculos equipos producción frío y calor.

Fluido: Agua				Verano (Refrigeración)		Invierno (Calefacción)	Caudal vent.
Sistema	Tipo UT	Unidad	Local	Pt (kW)	Ps (kW)	Pt (kW)	(m³/h)
SE	Fancoils 2T	Exterior	Sala eléctrica	8,736	8,515	1,312	28,8
SE	Fancoils 2T	Interior	Sala eléctrica	8,736	8,515	1,312	28,8

Equipos adoptados fabricantes de frío y calor.

Fluido: Agua (Fancoils)										
Sistema	Local	Tipo	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig. Tot.(W)	Pot.Frig Sen.(W)	Pot.Cal (W)	Q agua (l/s)	Q aire (m³/h)
SE	Sala eléctrica	Cent. H. 2T	HITECSA	FCW 14-94	(3) FCW84	5589	3960	6685	0.268	1058

Equipos primarios adoptados fabricantes.

Enfriadoras Bomba de Calor										
Equipo	Condens.	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig. (kW)	Con.Frig. (kW)	Pot.Cal. (kW)	Con.Cal. (kW)	EER	COP
Enf_Bomba_Calor	Aire-Agua	HITECSA	EWXBZ (BC)	801	20.2	8.2	22	8	2.46	2.75

Recuperadores energía.

Denominación	Tipo	Nº Rec.	Caudal total	Efic.sens.	Efic.entalp.	Efic.entalp.	Presión	Pot. elect.
	Recuper.	paralelo	(m3/h)	(%)	calef. (%)	refrig. (%)	disp. (Pa)	total (W)
R1	Sensible	1	4100	75				2600

**3.2 Resultados conductos de ventilación**

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 9 m/s

## Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m<sup>3</sup>

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

## Resultados Nudos:

Nudo	P.Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m³/h)	P. necesar. (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	32,98	-2,48	30,5				
2	32,98	-81,39	-48,41				
3	32,98	-2,71	30,27				
4	32,98	-10,34	22,64				
5	32,98	-81	-48,02				
6	32,39	-74,81	-42,42				
7	0,02	-64,54	-64,51				
8	32,39	-74,43	-42,04	1.058	-2,96	0*	39,07
9	25,59	-54,67	-29,08				
10	25,59	-53,39	-27,8				
11	25,59	-47,35	-21,76				
12	25,59	-41,37	-15,78	1.058	-2,96	0	12,81
13	13,27	-21,36	-8,1				
14	13,27	-16,23	-2,96	1.058	-2,96	0	-0
15	0,02	-64,54	-64,51	28,8	-16,4	0	48,11
16	32,98	-16,9	16,08	1.067,6	3,02	0	13,06
17	26,06	-8,44	17,62				
18	26,06	-15,81	10,24	1.067,6	3,02	0*	7,22
19	13,51	-2,01	11,49				
20	13,51	-5,27	8,24				
21	13,51	-9,06	4,45				
22	13,51	-10,49	3,02	1.067,6	3,02	0	

## Resultados Ramas:

Línea	N. Ori.	N. Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	2	1		Acondicionador			3.202,8				-78,906
3	3	4		Codo		Imp./0,2313	3.202,8				7,629
2	1	3	0,12	Conducto	A Galv./0,1	Imp./0,0176	3.202,8	400x300	378	7,41(*)	0,228
5	5	6		Derivación T		Asp./0,1731	-3.174				5,607
6	5	7		Derivación T		Asp./-687,0718	-28,8				-16,49
4	2	5	0,2	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,0176	-3.202,8	400x300	378	7,41	0,386
8	8	9		Rejilla		Asp./0,5063	-2.116				12,956
7	6	8	0,2	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,0176	-3.174	400x300	378	7,35	0,38
10	10	11		Codo		Asp./0,236	-2.116				6,039
9	9	10	0,71	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,0184	-2.116	300x300	328	6,53	1,281
12	12	13		Rejilla		Asp./0,5787	-1.058				7,677
11	11	12	3,33	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,0184	-2.116	300x300	328	6,53	5,987

Línea	N. Ori.	N. Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
13	13	14	4,19	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,0201	-1.058	250x250	273	4,7	5,134
14	7	15	0,32	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,0446	-28,8	200x200	219	0,2	0,002
16	16	17		Rejilla		Imp./-0,0591	2.135,2				-1,539
15	4	16	3,4	Conducto	A Galv./0,1	Imp./0,0176	3.202,8	400x300	378	7,41	6,558
18	18	19		Rejilla		Imp./-0,0926	1.067,6				-1,251
17	17	18	4,04	Conducto	A Galv./0,1	Imp./0,0184	2.135,2	300x300	328	6,59	7,376
20	20	21		Codo		Imp./0,2804	1.067,6				3,787
19	19	20	2,61	Conducto	A Galv./0,1	Imp./0,0201	1.067,6	250x250	273	4,74	3,258
21	21	22	1,15	Conducto	A Galv./0,1	Imp./0,0201	1.067,6	250x250	273	4,74	1,43

## Resultados Unidades Terminales:

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
9	Sala de ordenadores	Simple Deflex.H	1.058	2,96	2,46		20,47	750x250				
13	Sala de ordenadores	Simple Deflex.H	1.058	2,96	2,46		20,47	750x250				
14	Sala de ordenadores	Simple Deflex.H	1.058	2,96	2,46		20,47	900x200				
15		Toma Aire Exterior	28,8	16,4	2,7		25	200x100				
16	Sala de ordenadores	Simple Deflex.H	1.067,6	3,02	2,48	8,22	20,73	750x250				
18	Sala de ordenadores	Simple Deflex.H	1.067,6	3,02	2,48	8,22	20,73	750x250				
22	Sala de ordenadores	Simple Deflex.H	1.067,6	3,02	2,48	8,22	20,73	900x200				

## 4. RESULTADOS SALA ELÉCTRICA EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

### 4.1 Resultados Climatización

#### CONDICIONES EXTERIORES.

Localidad Base: Pontevedra

Localidad Real: ISLA DE AROUSA

Altitud s.n.m. (m): 9

Longitud : 8° 38' Oeste

Latitud : 42° 26' Norte

Zona Climática : C1

Situación edificio: Edificios separados, o casas de ciudad que sobresalen sensiblemente de sus vecinos

Tipo edificio: Edificios de varias plantas o de una sola planta con viviendas adosadas

**Invierno.**

- Nivel percentil (%): 97,5
- Tª seca (°C): 2,1
- Tª seca corregida (°C): 2,4
- Grados día anuales base 15°C: 695
- Intensidad viento dominante (m/s): 3,3
- Dirección viento dominante: Norte
- Tª seca recuperador en sistema ZM1 (°C): 16,35

**Verano.**

- Mes proyecto: Julio
- Hora solar proyecto: 15
- Nivel percentil (%): 1
- Oscilación media diaria OMD (°C): 12
- Oscilación media anual OMA (°C): 27,3
- Tª seca (°C): 28,6
- Tª seca corregida (°C): 28,6
- Tª húmeda (°C): 21,1
- Tª húmeda corregida (°C): 21,1
- Humedad relativa (%): 51,33
- Humedad absoluta (gw/kg): 12,58
- Tª seca recuperador (°C): 25,9
- Humedad absoluta recuperador(gw/kg): 12,58

**CONDICIONES INTERIORES.**

**Invierno.**

Tª local (°C): 21

Interrupción servicio instalación calefacción: Servicio ininterrumpido

**Verano.**

Tª local (°C): 21  
Horas diarias funcionamiento instalación: 24

**CARGA TÉRMICA INVIERNO.**

DENOMINACIÓN LOCAL: **Sala de eléctrica**

Temperatura (°C): 21

**Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"**

Cerramiento	Orientación	U (W/m² °K)	Superficie (m²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		0.39	8.51	11	37
Pared int.		0.39	10.59	11	45
Pared ext.	O	0.26	4.18	18.6	20
Puerta madera	O	2	4.2	18.6	156
Pared int.		0.39	10.59	11	45
Suelo terreno	Horizontal	0.7	12.99	18.6	169
Terraza	Horizontal	0.27	12.99	18.6	65
TOTAL (W)					537

**Carga Suplementaria "Qss"**

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
537		0.1		0.1	54

**Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"**

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
28.8	0.33	18.6	177

**Resumen carga térmica**

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
Sala eléctrica	537	0	0	54	10	650	177	827
Total Sistema (W):								827

**CARGA TÉRMICA VERANO.**

DENOMINACIÓN LOCAL: **Sala eléctrica**

Actividad: Trabajo ligero taller



Alumbrado Fluorescente: 10 W/m<sup>2</sup>.

Aparatos diversos (sensible): 140,63 W/m<sup>2</sup>.

Temperatura (°C): 21

Temperatura húmeda (°C): 17,88

Humedad relativa (%): 50

Humedad absoluta (gw/Kga): 9,85

#### Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m <sup>2</sup> °K)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Dif. equiv. T <sub>e</sub> (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	O	0.26	8.38	7.24	16
Terraza	Horizontal	0.26	12.99	10.11	34
Total (W)					50

#### Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m <sup>2</sup> °K)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Te - Ti (°K)	Qstm (W)
Puerta madera	O	2	4.2	3	25
Suelo terreno	Horizontal	0.7	12.99	3	27
Total (W)					52

#### Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
130	79	1827	2036

#### Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m <sup>3</sup> /h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
28.8	0.33	3	29

#### Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
141	0	141

#### Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m <sup>3</sup> /h)	da·Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
28.8	0.84	2.97	72

#### RESUMEN CARGA TÉRMICA

Local	CARGA SENSIBLE									
	Qsr(W)	Qstr	Qstm	Qsi (W)	Qsai	Fs(%)	Qs(W)	Qsv	Qst	Qse

		(W)	(W)		(W)		(W)	(W)	(W)
Sala eléctrica	60	50	52		2036	10	2418	29	2447
SUMA	60	50	52		2036		2418	29	2447

Local	CARGA LATENTE						
	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
Sala eléctrica	0	141	10	155	72	227	
SUMA		141		155	72	227	

Carga Total Sistema (W)	2674	Carga Sensible Total Sistema (W)	2447
-------------------------	------	----------------------------------	------

#### RESUMEN CARGA TÉRMICA VERANO EDIFICIO.

SISTEMA	SENSIBLE		LATENTE		Qt
	Qst (W)	Qse (W)	Qlt (W)	Qle (W)	Qst + Qlt (W)
SE	2447		227		2674
SUMA	2447		227		2674

Carga Total Edificio (W)	2674	Carga Sensible Total Edificio (W)	2447
--------------------------	------	-----------------------------------	------

#### RESUMEN CARGA TÉRMICA VERANO HORA A HORA (KW).

SISTEMA / MES	1	2	3	4	5	6	7	8
SE / Junio						2.084	2.15	2.215
SE / Julio						2.107	2.172	2.234
SE / Agosto						2.105	2.169	2.231
SE / Septiembre						2.049	2.11	2.176

SISTEMA / MES	9	10	11	12	13	14	15	16
SE / Junio	2.262	2.312	2.382	2.452	2.52	2.59	2.638	2.652
SE / Julio	2.283	2.333	2.401	2.474	2.54	2.609	2.659	2.674*
SE / Agosto	2.28	2.328	2.398	2.47	2.535	2.606	2.654	2.669
SE / Septiembre	2.223	2.274	2.341	2.408	2.476	2.544	2.592	2.603

SISTEMA / MES	17	18	19	20	21	22	23	24
SE / Junio	2.648	2.635						
SE / Julio	2.673	2.656						
SE / Agosto	2.668	2.654						
SE / Septiembre	2.602	2.518						

#### EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR.

##### Sistema sala eléctrica

Tipo Unidad Terminal: Fancoils 2T

##### Verano

Unidad Exterior: P<sub>TFG</sub> (kW): 8,736

Condiciones usuales

- Tª agua entrada batería Fan-coils: 7º.
- Tª agua salida batería Fan-coils: 12º.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total refrig. (W)	Pot. sens. refrig. (W)
Sala eléctrica	2674	2447

Invierno.

Unidad Exterior: P<sub>TC</sub> (kW): 0,827

Condiciones usuales

- Tª agua entrada batería Fan-coils: 45º.
- Tª agua salida batería Fan-coils: 40º.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total calef. (W)
Sala eléctrica	827

Cálculos equipos producción frío y calor.

Fluido: Agua				Verano (Refrigeración)		Invierno (Calefacción)	Caudal vent.
Sistema	Tipo UT	Unidad	Local	Pt (kW)	Ps (kW)	Pt (kW)	(m³/h)
SE	Fancoils 2T	Exterior	Sala eléctrica	2,674	2,447	0,827	28,8
SE	Fancoils 2T	Interior	Sala eléctrica	2,674	2,447	0,827	28,8

Equipos adoptados fabricantes de frío y calor.

Fluido: Agua (Fancoils)										
Sistema	Local	Tipo	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig. Tot.(W)	Pot.Frig. Sen.(W)	Pot.Cal (W)	Q agua (l/s)	Q aire (m³/h)
SE	Sala eléctrica	Cent. H. 2T	HITECSA	FCW 14-94	FCW64	3850	2658	4481	0.184	685

Equipos primarios adoptados fabricantes.

Enfriadoras Bomba de Calor										
Equipo	Condens.	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig. (kW)	Con.Frig. (kW)	Pot.Cal. (kW)	Con.Cal. (kW)	EER	COP
Enf_Bomba_Calor	Aire-Agua	CARRIER	30AWH	006	4.73	1.577	5.76	1.889	3	3.05

Resultados conductos de ventilación

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 9 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Resultados Nudos:

Nudo	P.Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m³/h)	P. necesar. (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	14,74	-31,77	-17,03				
2	14,74	-3,24	11,5				
3	14,74	-29,38	-14,63				
4	0,02	-16,43	-16,4				
5	13,58	-22,02	-8,44				
6	13,58	-20,29	-6,71	685	-2,68	0	4,03
7	0,02	-16,42	-16,4	28,8	-16,4	0*	-0
8	14,74	-5,7	9,04				
9	14,74	-10,02	4,72				
10	14,74	-11,83	2,91	713,8	2,91	0*	

Resultados Ramas:

Línea	N. Ori.	N. Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
1	1	2		Ventilador			713,8				-28,527
3	3	4		Derivación T		Asp./-73,7139	-28,8				-1,769
4	3	5		Derivación T		Asp./0,4561	-685				6,192
2	1	3	1,36	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,021	-713,8	200x200	219	4,96(*)	2,394
5	5	6	1,06	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,0211	-685	200x200	219	4,76	1,73
6	4	7	0,24	Conducto	A Galv./0,1	Asp./0,0446	-28,8	200x200	219	0,2	0,001
8	8	9		Codo		Imp./0,2931	713,8				4,321
7	2	8	1,4	Conducto	A Galv./0,1	Imp./0,021	713,8	200x200	219	4,96	2,46
9	9	10	1,03	Conducto	A Galv./0,1	Imp./0,021	713,8	200x200	219	4,96	1,809

Resultados Unidades Terminales:

Nudo	Local	Tipo	Caudal	Pt	V.ef.	Alc	NR	L x H	Diám.	Nº	Lxnº vías	Nº tob.fila
			(m³/h)	(Pa)	(m/s)	(m)	(dB)	(mm)	(mm)	ran.	(mm)	x nº filas
6	Sala de ordenadores	Simple Deflex.H	685	2,68	2,27		17,46	600x200				
7		Toma Aire Exterior	28,8	16,4	2,7		25	200x100				
10	Sala de ordenadores	Simple Deflex.H	713,8	2,91	2,39	6,64	18,5	600x200				

Ventilador:

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 68,527

Caudal "Q" (m3/h) = 713,8

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (68,527 x 713,8) / (3600 x 0,762) = 18

Wesp = 91 W/(m3/s) Categoría SFP 1