



Universidad
Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO

SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y ESTUDIO DE LA MONITORIZACIÓN POR SENSORES DE CO₂ EN EDIFICIO CIHEAM

Autora

Sandra Azcona Sangüesa

Directora

Belén Zalba Nonay

Universidad de Zaragoza- Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2021

Resumen

El Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (en adelante RITE) define climatizar como el proceso por el cual se le da a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa y calidad de aire necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas que lo ocupan [4]. Las unidades en las cuales tiene lugar este proceso reciben el nombre de sistemas de climatización y tienen dos partes principales: la del primario o sistema de producción y secundario o sistema de distribución [5]. El presente trabajo se centra en el sistema secundario y especialmente en la parte destinada a garantizar las condiciones adecuadas de ventilación.

A través de una primera revisión bibliográfica, se desarrollan los principales sistemas mecánicos encargados de proporcionar los niveles mínimos de ventilación requeridos por el RITE, así como las medidas de ahorro energético necesarias para lograr su máxima eficiencia: freecooling, recuperación de calor y control de ventilación por demanda, otorgando especial interés al control por medición de CO₂.

A continuación, con el fin de enfocar lo anterior desde un punto de vista práctico, se estudia su aplicación en un caso real a través de la realización de prácticas en el edificio CIHEAM Zaragoza. Durante el transcurso de las mismas:

1. Se ha propuesto una rehabilitación de las instalaciones de climatización comparando diferentes alternativas
2. Se ha elaborado un pliego de condiciones técnicas (PCT)
3. Por último, se ha analizado el comportamiento de aulas del edificio mediante medidas experimentales con CO₂ sólido y medidores de CO₂.

El siguiente esquema muestra de manera resumida los dos bloques en los que se estructuran las tareas realizadas así como los puntos tratados a través del presente Trabajo Fin de Grado.

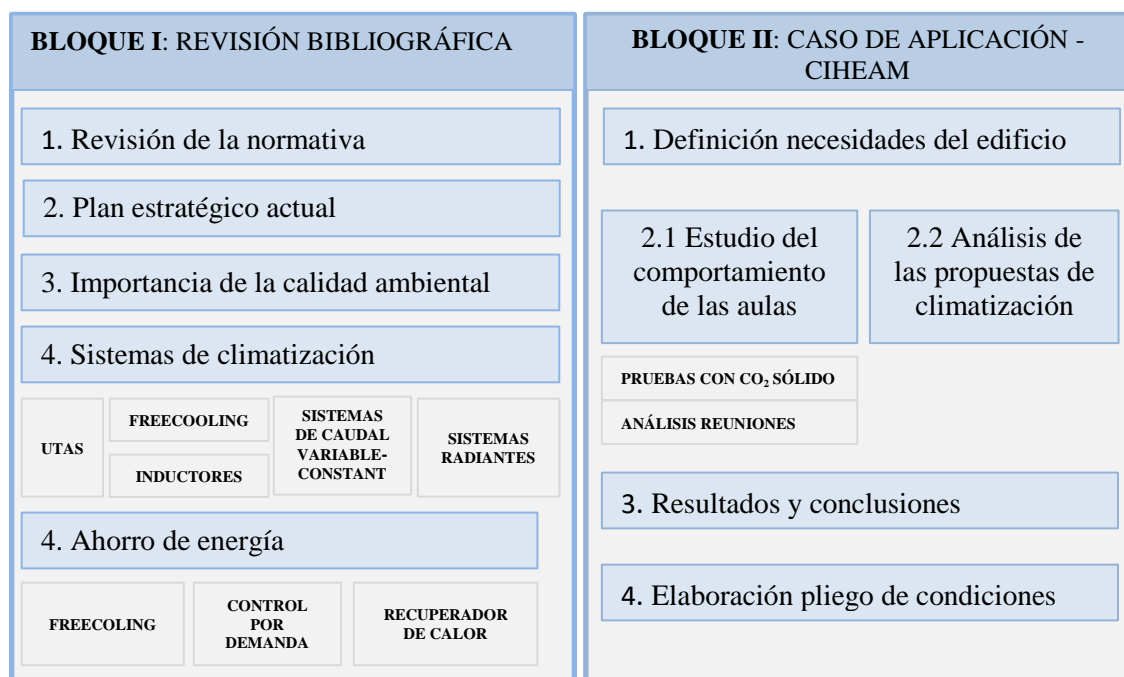


Figura 0 – Esquema de los puntos a tratar en la memoria

INDICE DE CONTENIDOS

Introducción.....	1
Contexto.....	2
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1 Normativa.....	3
- Líneas estratégicas en la actualidad.....	4
1.2 Calidad de aire interior.....	5
1.2.1 Sars cov-2.....	5
1.2.2 Relación de los bioaerosoles con los sistemas de climatización.....	6
1.2.3 Valores exigidos por la normativa.....	7
1.2.4 Filtrado.....	8
1.3 Sistemas de ventilación.....	10
1.3.1 Unidades de tratamiento de aire.....	10
1.3.2 Sistemas de ventilación.....	11
- Fancoils e inductores	
- Sistemas de caudal constante y caudal variable	
- Sistemas radiantes	
1.4 Ahorro de energía en sistemas de climatización.....	13
1.4.1 Freecooling.....	13
1.4.2 Recuperador de calor.....	13
1.4.3 Ventilación controlada por demanda (DCV)	16
2. CASO DE APLICACIÓN- EDIFICIO CIHEAM	
2.1 Introducción y necesidad específica de la primera etapa de reforma.....	17
2.2 Descripción del edificio.....	17
2.2.1 Ubicación de las instalaciones.....	17
2.2.2 Usos y dimensiones del edificio.....	17
2.2.3 Inventario de instalaciones técnicas del edificio.....	19
2.2.4 Limitaciones en la infraestructura del edificio.....	19
2.3 Análisis de la propuesta de climatización.....	19
2.3.1 Propuesta inicial.....	20
2.3.1.1 Análisis de la propuesta.....	20
- Revisión de caudales	
- Desestimación de la propuesta	
2.3.2 Nuevas propuestas.....	22

2.3.2.1	Análisis de nuevas propuestas.....	22
2.4	Pliego de condiciones.....	25
2.5	Estudios con CO ₂	25
2.5.1	Sensores utilizados.....	25
2.5.1.1	Calibración de los sensores Aranet4.....	26
2.5.1.2	Ubicación de los sensores Aranet4.....	27
2.5.2	Análisis del comportamiento de las aulas.....	27
2.5.2.1	Estudio de la ventilación natural.....	27
2.5.2.2	Pruebas con CO ₂ sólido.....	29
2.6	Conclusiones.....	31
2.7	Líneas de futuro.....	33
3.	Bibliografía.....	34
4.	Anexos	
Anexo I	Contaminantes.....	38
Anexo II	Intercambiadores de calor.....	39
Anexo III	Métodos para determinar el caudal de ventilación necesario.....	42
Anexo IV	Partes de una unidad de tratamiento de aire (UTA).....	45
Anexo V	Ruido en sistemas de ventilación.....	46
Anexo VI	Tecnología NDIR y dispositivos ARANET4.....	48
Anexo VII	Metodología de calibración de los sensores.....	50
Anexo VIII	Certificado de calibración de los sensores.....	51
Anexo IX	Ubicación e instalación del medidor de CO ₂	53
Anexo X	Resultados obtenidos.....	54
Anexo XI	Pruebas con CO ₂ seco.....	64
Anexo XII	Visita a EVAIR.....	75
Anexo XIII	Planos del edificio.....	77
Anexo XIV	Galería de imágenes del edificio.....	79
Anexo XV	Pliego de condiciones.....	83
Anexo XVI	Dossier técnico UTAS propuesta inicial.....	103
Anexo XVII	Dossier técnico UTAS propuesta 2.1: planta 1 y 2 en cubierta.....	119
Anexo XVIII	Dossier técnico UTAS propuesta final: despacho.....	129

Listado de figuras

Figura 1. Evolución de la normativa relativa a eficiencia energética en edificios

Figura 2. Factores de la calidad ambiental en interiores.

Figura 3. Esquema de las medidas para evitar la propagación del SARS COV-2

Figura 4. Clasificación de los filtros de aire

Figura 5. Esquema de una UTA

Figura 6. Clasificación de los sistemas de climatización

Figura 7. Recuperador de placas

Figura 8. Recuperador rotativo

Figura 9. Distribución de las instalaciones CIHEAM

Figura 10. Vista transversal del edificio con ocupación máxima frecuente

Figura 11. Vista transversal del edificio con dimensiones de los espacios.

Figura 12. Nuevas propuestas

Figura 13. Variantes de la UTA centralizada en cubierta

Figura 14. UTAS centralizadas ubicadas en los despachos

Figura 15. Esquema sistema de traducción de la señal. Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Pantallas de la plataforma de visualización de los sensores

Figura 17. Gráfica comparativa del comportamiento de las aulas. Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Evolución de la concentración de CO₂ en las cabinas. Fuente: Elaboración propia

Listado de tablas

Tabla 1. Categorías de aire exterior e interior

Tabla 2. Valores requeridos por cada una de las categorías calculadas por distintos métodos

Tabla 3. Clasificación de los filtros de aire de alta eficiencia

Tabla 4. Filtros requeridos por el RITE

Tabla 5. Equivalencia de referencias de filtros entre la normativa EN 779 y EN 16890

Tabla 6. Tipos de recuperadores de calor

Tabla 7. Ventajas y desventajas de los recuperadores

Tabla 8. Modelos seleccionados propuesta inicial

Tabla 9. Caudales de ventilación recalculados y comprobación de la propuesta

Tabla 10. Resultados de pruebas con personas.

Tabla 11- Resultados siembra de CO₂ estudio infiltraciones

Tabla 12- Resultados siembra de CO₂ estudio ventilación natural

Introducción

Por medio del presente trabajo, se pretende, en primer lugar, realizar una revisión bibliográfica sobre la importancia de la calidad del aire interior y las exigencias establecidas por la normativa vigente actual; los diferentes sistemas de ventilación y las unidades de tratamiento de aire con los que llevar a cabo el acondicionamiento requerido. Además, con el fin de mejorar la eficiencia de los sistemas, se trata de desarrollar aquellas estrategias de ahorro energético; Entre ellas el freecooling, los recuperadores de calor, y la ventilación por demanda, profundizando en este último caso en el control por nivel de CO₂.

A continuación, la segunda parte del trabajo, tiene como objetivo proporcionar una solución al edificio CIHEAM Zaragoza ante la carencia de un sistema de ventilación. Para ello se van a analizar las alternativas propuestas a partir del estudio de las necesidades de las aulas y el comportamiento de las mismas mediante medidores del nivel de CO₂.

Contexto

En torno al 80% de nuestro tiempo transcurre en ambientes interiores por lo que en términos de salubridad es importante cuidar la calidad del aire interior [45]. De hecho, los estudios realizados sobre el tema evidencian la relación entre una deficiente calidad ambiental interior no sólo con problemas de salud, sino con el empeoramiento de las funciones cognitivas, llegando a reducir la productividad hasta en un 50% [1]. Además, la preocupación por la cantidad de contaminantes a la cual nos encontramos expuestos diariamente se ha visto incrementada como consecuencia de la crisis ocasionada por el SARS COV-2, que ha puesto en un primer plano la importancia de la calidad ambiental interior para evitar la transmisión vírica.

Los requisitos para lograr una calidad adecuada del aire dependen del uso dado al espacio en cuestión y en cualquier caso, resulta necesaria la instalación de un sistema de climatización encargado de ofrecer el confort térmico, higrométrico o acústico requerido, así como de cubrir las necesidades de ventilación o eliminación de las partículas contaminantes presentes.

Sin embargo, dada la crisis climática existente y el impacto medioambiental generado por el consumo energético del sector de la edificación, es imprescindible diseñar los sistemas correctamente en base a las necesidades e incorporar estrategias de ahorro energético encaminadas a aumentar su eficiencia y acelerar su contribución a la descarbonización.

Con el fin de alcanzar los propósitos anteriores, a lo largo de los años se han desarrollado una serie de normativas y recomendaciones relacionadas con la eficiencia energética de los sistemas de climatización en edificios a las que se debe atender a la hora de su diseño y funcionamiento.

Por último, actualmente a través del plan PNIEC, que pretende dar una respuesta internacional y coordinada al reto de la crisis climática a través de diferentes medidas, se ha planteado una estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (EERES) [2], la cual a través de diferentes medidas trata de promover, entre otras actuaciones, aquellas relacionadas con el uso de recuperadores de calor o el enfriamiento gratuito para lograr un ahorro energético, al mismo tiempo que pretende fomentar la automatización y monitorización de los edificios para conseguir adaptar el consumo de la instalación a las necesidades reales del edificio [3].

Con todo ello, de aquí a 2030 se pretende contribuir a la reducción del 23% en las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a las de 1990 [2].

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Normativa

Actualmente, el cuadro reglamentario vigente en España en torno a sistemas de ventilación está constituido principalmente por el Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE) a nivel de edificios de uso no residencial [4], y por el documento básico HS3 del código técnico de la Edificación (CTE) por el que se recogen las exigencias de ventilación requeridas y los criterios de diseño en el caso de viviendas y espacios relacionados con el uso residencial [6]. Ambos documentos han sido elaborados a partir de una serie de normativas cuya evolución en materia de ventilación ha estado (y está) condicionada por el desarrollo de la misma en Europa.

A pesar de que el primer planteamiento sobre certificación energética surge en 1985 y la primera directiva relativa a la limitación de las emisiones de CO₂ en edificios se establece en 1993[27], la situación actual reglamentaria toma como punto de partida el protocolo de Kioto. Éste, fue celebrado en 1997 con el objetivo de establecer un acuerdo entre países a nivel mundial para reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆. [7]

Dentro de los países miembros, Europa en su lucha contra estas emisiones establece una serie de directivas entre las que destacan la Directiva 2002/91/CE y la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo publicadas en 2002 y 2010 respectivamente. La primera, relativa a la eficiencia energética de los edificios, establece requisitos relacionados con el marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética, la aplicación de requisitos mínimos para edificios nuevos y existentes con reformas importantes, así como la certificación energética de los mismos [8].

Esta directiva se transpone en el marco reglamentario español a través de tres decretos: En primer lugar, el Real Decreto 47/2007 sobre certificación energética de edificios de nueva construcción, el RD 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el RD 1027/2007 por el que se establece el Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios, *derogando el anterior reglamento aprobado por el RD 151/1998* [29].

La aprobación posterior de la directiva 2010/30/UE, relacionada con la indicación del consumo de energía mediante el etiquetado y la información normalizada, así como la exigencia de revisión periódica por parte del RITE de las exigencias de eficiencia energética [9], ha dado lugar a modificaciones en varias ocasiones de los documentos normativos resumidos en la figura 1.

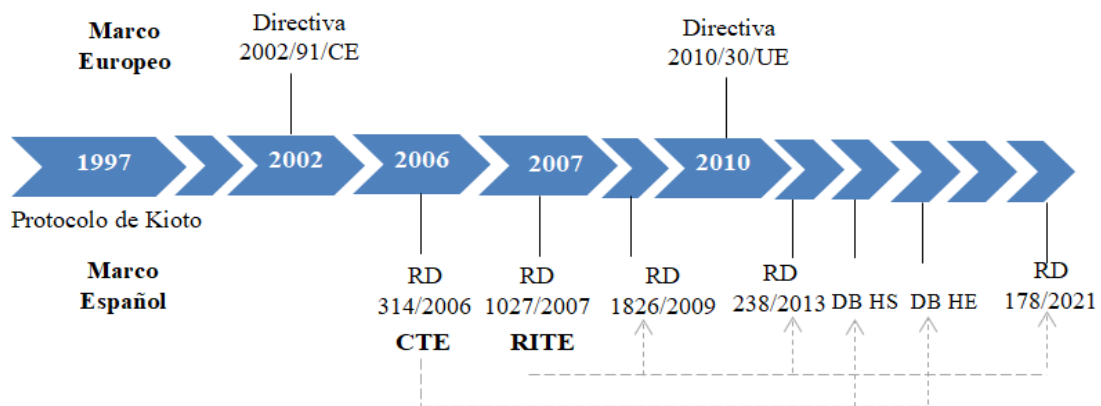


Figura 1. Evolución de la normativa relativa a eficiencia energética en edificios.

Fuente: elaboración propia

Líneas estratégicas en la actualidad

Paralelamente a la publicación de directivas, la Comisión Europea en 2015 con el fin de dar una respuesta internacional y coordinada al reto del cambio climático, llevó a cabo el Acuerdo de París presentando posteriormente un paquete de medidas denominado “paquete de invierno-Energía limpia para todos los europeos” que incluía medidas y propuestas legislativas sobre eficiencia energética, energías renovables, diseño de mercado eléctrico, seguridad de suministro y reglas de gobernanza para la Unión de la Energía. [2]

Este paquete, ha sido recientemente actualizado para dar lugar a un planteamiento orientado hacia 2050 y exige a cada Estado miembro la elaboración de un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 [2].

En este contexto, *el PNIEC de España identifica los retos y oportunidades a lo largo de las cinco dimensiones de la Unión de la Energía: la descarbonización, energías renovables; la eficiencia energética; la seguridad energética y el mercado interior de la energía y la investigación, innovación y competitividad* [2]; y considera a la edificación un elemento clave para acelerar la des carbonización del sistema energético [3].

Las actuaciones para la mejora de la eficiencia energética de los edificios se engloban dentro de la Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (ERESEE), cumpliendo con las exigencias de Directiva 2010/31/U [3].

Dentro del sector de la edificación, en España destaca el Programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes (Programa PAREER-CRECE) y el Fondo JESSICA-FIDAE. Al mismo tiempo, Aragón posee el Programa de Rehabilitación Energética de Edificios existentes de Aragón (PREE) [41].

En resumen, el objetivo que se pretende alcanzar con el plan es [2]:

- Alcanzar un 39,5% de mejora de la eficiencia energética en 2030
- Una presencia de las energías renovables sobre el uso final de energía del 42%
- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990
- 42% de renovables sobre el uso final de la energía.
- 74% de energía renovable en la generación eléctrica hacia un sector eléctrico 100% renovable en 2050.

1.2 Calidad de aire interior

La calidad del aire interior hace referencia a la calidad ambiental en espacios interiores en términos de salud y bienestar de sus ocupantes. De acuerdo con la definición dada en la norma UNE 171330:2008 *la calidad de aire interior se define a partir de los niveles de contaminación química y microbiológica así como por los valores de factores físicos como son temperatura, humedad, acústica o luminiscencia* [10].



Figura 2. Factores de la calidad de aire ambiental .Fuente: Carriernow [30].

La contaminación presente en el aire interior puede proceder del aire exterior introducido en el edificio o ser originada en el mismo a partir de su ocupación y tipología de actividad desarrollada, el mobiliario y materiales de construcción o combustiones generadas en el interior. *En la actualidad se admite que aquellos ambientes que no disponen de ventilación natural y que están cerrados, son áreas de exposición a contaminantes* [11]. Éstos últimos pueden ser de naturaleza química y biológica:

- Dentro del primer grupo, los más comunes son el CO₂, CO, SO₂, NO_x y COVs [12]. Pueden ser productos derivados de la combustión, compuestos orgánicos volátiles, plaguicidas o incluso gases radiactivos como es el caso del radón.
- En el segundo, puede considerarse a los aerosoles como medio de transmisión mayoritario. *Los bioaerosoles comprenden a los microorganismos y a los fragmentos, toxinas y partículas producto de los deshechos de todo tipo, cuyo origen es la materia viva.* [13].

A pesar de que los niveles de estos contaminantes son muy variables, los principales son las endotoxinas bacterianas, los hongos y los ácaros del polvo [13].

En el anexo número 1 se incluye una tabla con los valores límites de estos contaminantes recomendada por la OMS y los efectos que éstos producen sobre la salud.

1.2.1 Sars COV-2

El COVID-19 forma parte de la familia conocida como coronavirus y se caracteriza por poseer un tamaño de partícula inferior a una micra, lo cual le engloba en el grupo de partículas denominadas PM1 [31].

Este virus se vehicula principalmente en los bioaerosoles producidos en las vías respiratorias de personas infectadas [15]. El proceso de propagación comprende la generación de los bioaerosoles, su propagación por vía aérea y la sedimentación de una fracción de estos bioaerosoles en las vías respiratorias de una persona expuesta. Las partículas se transmiten a través de diferentes vías:

- A través de las gotas (de mayor tamaño) generadas mediante el estornudo, tos y habla. Tienen un alcance de un 1 m y se depositan sobre superficies por gravedad [15].
- A través de núcleos de gota, debido a su menor tamaño (inferior a 5 micrómetros de diámetro) son capaces de penetrar en las corrientes de aire por lo que su alcance puede ser superior e incrementarse el tiempo suspendidas [15].
- Además las de tamaño mayor en el proceso de deposición pueden evaporarse convirtiéndose en núcleos de gota [15].

Cuanto menor es el tamaño de las partículas, mayor es su capacidad de penetración en el sistema respiratorio y en consecuencia mayor es la gravedad que puede acarrear la enfermedad [12]

1.2.2 Relación de los bioaerosoles con los sistemas de climatización

El documento del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social “*Recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales para la prevención del SARS-COV-2*” [40], recoge las consideraciones previamente realizadas por ATECYR sobre como mitigar los procesos de transmisión utilizando sistemas de climatización. Estas consideraciones son recogidas en el DTIE 2.07 [15], por medio de 7 apartados y a través de 17 recomendaciones que se resumen en las estrategias mostradas en la figura 3.

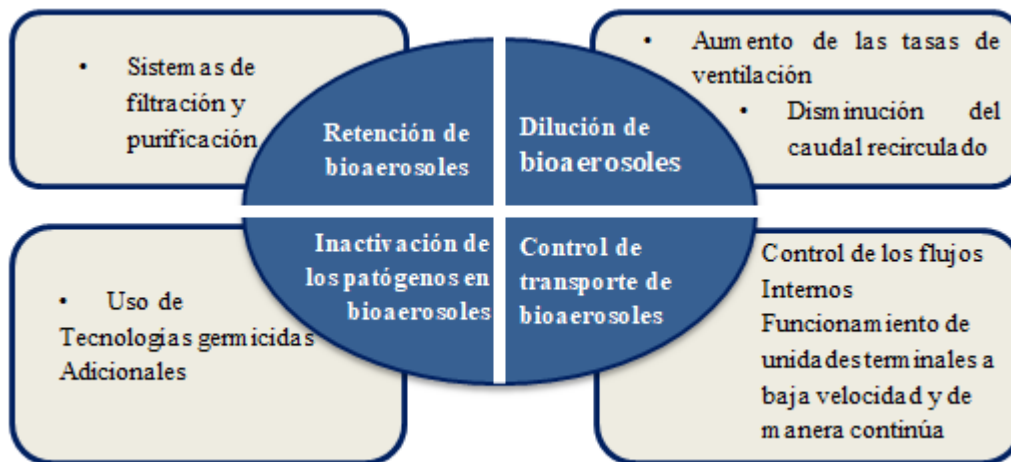


Figura 3. Esquema de las medidas para evitar la propagación por SARS COV-2.
Fuente: elaboración propia

No obstante, la ventilación es el parámetro más importante [32] y debe primar sobre el resto de las medidas, recurriendo al uso de filtros HEPA o la implantación de tecnologías germicidas como apoyo. Además, estos sistemas deben demostrar su eficacia e inocuidad y requieren de un estricto mantenimiento y revisión para su funcionamiento.

1.2.3 Valores exigidos por la normativa

Con el fin de cumplir con los requisitos de calidad de aire interior, la renovación de aire debe llevarse a cabo de acuerdo a lo establecido en la sección HS3 del CTE para locales de uso residencial y en el procedimiento UNE-EN 16798-3:2018 para el resto de edificios. La normativa vigente actual exige por un lado unos determinados caudales de ventilación, y por otro unos niveles de filtrado del aire en función de la combinación de calidad del aire exterior e interior deseada. [15].

Para ello en primer lugar clasifica el aire interior (IDA) y el aire exterior (ODA) en base a diferentes categorías (tabla 1) y propone cinco métodos para calcular el valor del caudal mínimo de ventilación necesario:

Categorías de calidad de aire interior		Categorías de calidad de aire exterior	
IDA 1	Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías	ODA 1	Aire puro que puede contener partículas sólidas (por ejemplo, polen) de forma temporal
IDA 2	Aire de buena calidad: oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, aulas de enseñanza y piscinas	ODA 2	Aire con altas concentraciones de partículas
IDA 3	Aire de calidad media: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte y salas de ordenadores	ODA 3	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos
IDA 4	Aire de calidad baja: No se debe aplicar	ODA 4	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas
		ODA 5	Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas

Tabla 1: Categorías de aire exterior e interior. Fuente: IDAE Comentarios RITE-2007 [16]

Los métodos propuestos por el RITE son [16]:

- Por calidad de aire percibido (M1)
- Por tasa de aire exterior por persona (indirecto) (M2)
- Por tasa de aire exterior por unidad de superficie (indirecto) (M3)
- Por niveles de concentración de contaminantes específicos (M4)
- Por dilución (M5)

De los cinco, dos son métodos indirectos donde el caudal se determina por la ocupación o por la superficie de los locales y los otros tres son directos, y se determinan a partir de la carga contaminante del edificio [16]. En el anexo número 3 se explican cada uno de ellos y se desarrolla el cálculo por nivel de CO₂ para el caso de las aulas del CIHEAM.

A continuación, la tabla de la tabla 2 recoge los valores requeridos por cada una de las categorías de aire en función de las diferentes metodologías.

	Método indirecto de caudal/persona (l/s persona)	Método directo por calidad de aire percibido (dp)	Método directo por concentración de CO2 (ppm)	Método indirecto por unidad de superficie (l/s m2)
IDA 1	20	0,8	350	no aplicable
IDA 2	12,5	1,2	500	0,83
IDA 3	8	2	800	0,55
IDA 4	5	3	1200	0,28

Tabla 2: Valores requeridos por cada una de las categorías de aire calculados por distintos métodos. Fuente: IDAE, Comentarios RITE-2007 [16]

De ella, cabe hacer referencia a las 12,5 l/s persona y los 500 ppm correspondientes a una calidad de aire IDA2, equivalente a la que se consideraría usual en las aulas de enseñanza del CIHEAM.

1.2.4 Filtrado

El RITE establece los niveles de filtración necesarios a partir de la categoría de aire exterior e interior que se pretende conseguir. En función de si se trata de filtros de alta eficiencia o filtros utilizados para ventilación general quedan sujetos a las normas UNE EN 1822-1 2020 [33] ó UNE-EN ISO 16890-1 2017 respectivamente [34].

El esquema de la figura número 4 refleja la clasificación de los filtros llevada a cabo por cada una de estas normativas.

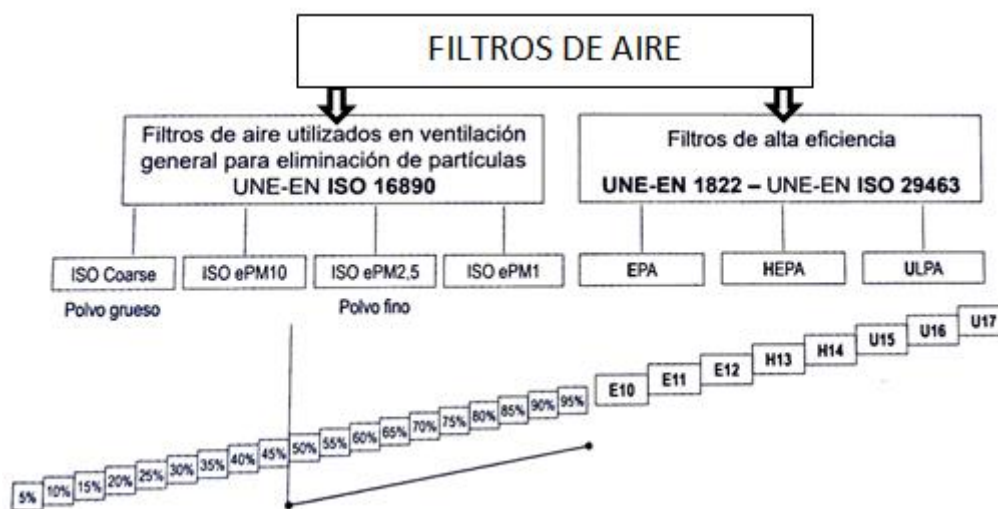


Figura 4: Clasificación de los filtros de aire. Fuente: DTIE 2.07 [15].

Por un lado, los filtros ePM₁%, ePM_{2,5}% y ePM₁₀% , capaces de retener partículas de un tamaño mínimo equivalente a 1, 2,5 y 10 micras, son los más utilizados dentro de los límites necesarios para el confort humano [16]. La manera de designarlos identifica el porcentaje de partículas que para determinado tamaño son capaces de retener. [16] De tal forma, un filtro ePM₁% es

capaz de filtrar partículas cuyo diámetro sea inferior a una micra con una eficiencia superior al 75%.

Por su parte, los filtros de alta eficiencia, son capaces de retener partículas con una eficacia superior al 85%, la cual aumenta hasta alcanzar un 99,999995% al incrementar la clase. [16]

La tabla número 3 recoge la eficiencia de estos filtros según EN 1822/ ISO 29463.

TIPO DE FILTRO	DESCRIPCIÓN	SUBTIPO	EFICACIA DE RETENCIÓN FRENTE A LA PARTÍCULA MÁS PENETRANTE (MPPS)
EPA	Filtros de alta eficiencia	10	≥85%
		11	≥95%
		12	≥99,5%
HEPA	Filtros de muy alta eficiencia	13	≥99,95%
		14	≥99,995%
ULPA	Filtros de penetración ultrabaja	15	≥99,9995%
		16	≥99,99995%
		17	≥99,999995%

Tabla 3: Clasificación de los filtros de alta eficiencia. Fuente: IDAE. Comentarios RITE-2007[16]

La siguiente tabla representa los filtros requeridos por el RITE utilizando la terminología referida a la norma UNE 13779 (derogada) y a continuación, por medio de la tabla 5 su equivalencia en modo de rangos con las referencias de la normativa actual. *Esta tabla ha sido desarrollada por Eurovent en base a pruebas reales* [16]

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 2	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF(*)/F9	F6/GF(*)/F9	F6/F7	G4/F6

Tabla 4: Filtros requeridos por el RITE. Fuente: IDAE. Comentarios RITE-2007[16]

EN 779:	EN 16890		
	ePM1	ePM2,5	ePM10
M5	5%-35%	10%-45%	40%-70%
M6	10%-40%	20%-50%	60%-80%
F7	40%-65%	65%-75%	80%-90%
F8	65%-90%	75%-95%	90%-100%
F9	80%-95%	85%-95%	90%-100%

Tabla 5: Equivalencia de referencia entre la normativa EN 779 y EN 16890. Fuente: Eurovent.

1.3 Sistemas de ventilación

Ventilar consiste en renovar el aire viciado del interior de un local por aire limpio. Esto sucede gracias a la circulación del aire a favor de un gradiente de presiones y puede llevarse a cabo a través de dos sistemas:

- Ventilación natural
- Ventilación mecánica

Mientras que la ventilación natural es generada a partir de la diferencia de presión existente entre el interior y el exterior de un local, la ventilación mecánica se produce por la acción de un ventilador encargado de introducir y expulsar este aire, permitiendo obtener una renovación de aire prefijada y una mayor calidad en comparación con la natural [17].

Para cumplir con los valores de caudal fijados por el RITE, es necesario recurrir a sistemas de ventilación mecánica. Entre las ventajas que presentan estos sistemas, además de la disminución de los ruidos exteriores que implica el cierre de ventanas, la mejora del confort derivada del filtrado y el tratamiento térmico realizado previamente al aire, se suma el ahorro energético resultante de la posibilidad de recuperar energía y de la opción de regular la cantidad de aire en función de la demanda.

Adicionalmente, la ventilación mecánica puede ir acompañada de un acondicionamiento térmico e higrométrico del flujo de aire a través de unidades de tratamiento de aire (UTA).

1.3.1 Unidades de tratamiento de aire.

La unidad de tratamiento de aire consiste en un sistema modular formado por secciones cuya actuación combinada puede cubrir todas las funciones necesarias para climatizar un local: ventilación, filtración y acondicionamiento termo higrométrico del aire [13].

Este aparato es construido a medida, con las secciones y dimensiones necesarias, en función del caudal de aire requerido y el tratamiento particular necesario para climatizar un local. [18]. La figura 5 muestra un esquema con las posibles secciones que pueden conformar una unidad de tratamiento de aire [13].

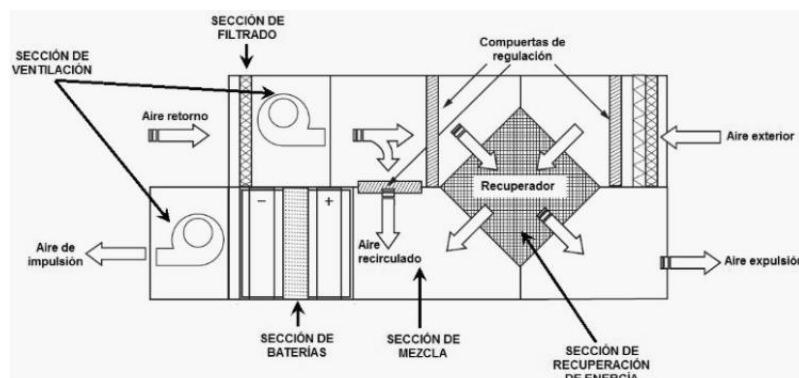


Figura 5. Esquema de una UTA. Fuente: [46].

Cada una de ellas se desarrolla en el anexo IV.

1.3.2 Sistemas de ventilación

Además, los sistemas de climatización- ventilación (HVAC) pueden clasificarse atendiendo a diferentes criterios. A continuación se citan algunos de los sistemas más utilizados en los edificios existentes, recogidos por ATECYR en el documento técnico de instalaciones en la edificación DTIE 2.07 [15].

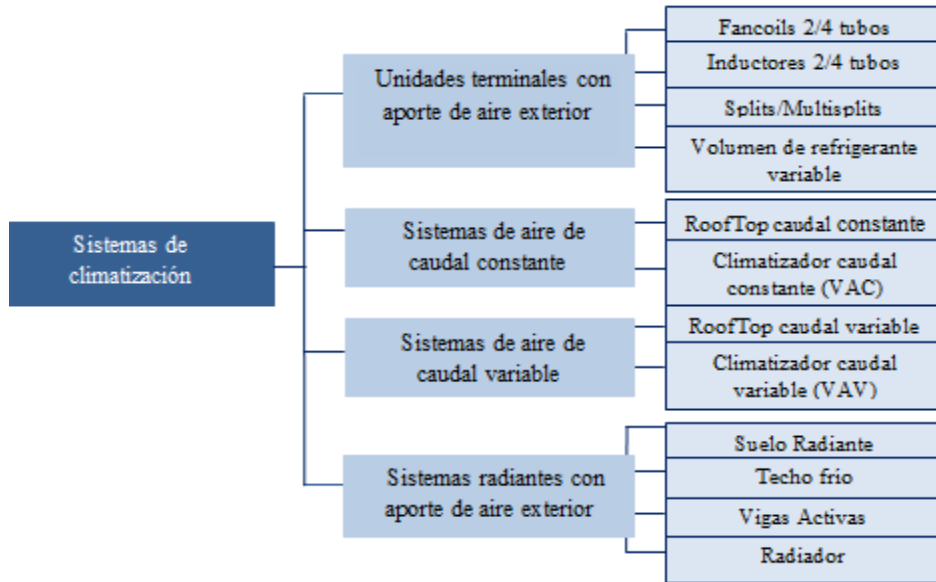


Figura 6. Clasificación de los sistemas de climatización. Fuente: DTIE 2.07 [15]

- a) En primer lugar, es posible satisfacer la carga térmica de un local a través de unidades terminales que incluyan equipos encargados de suministrar el caudal de aire exterior requerido [16]. En función del tipo de unidad terminal, y sin tener en cuenta las unidades de tratamiento de aire (desarrolladas en el apartado 1.3.1), puede ser el caso de:

a.1) Fancoils o ventiloconvectores, estos aparatos están formados por un intercambiador, un ventilador y un filtro. Su funcionamiento se basa en el acondicionamiento de un flujo a través de un intercambio térmico entre este flujo y el fluido que transcurre por el interior de la unidad [19]. Estos equipos no son diseñados para ventilar por lo que no resultan la mejor opción cuando lo que se pretende es suplir la demanda de ventilación.

a.2) Inductores, están formados igualmente por baterías de agua pero, a diferencia de los anteriores, carecen de elementos de impulsión mecánicos y para ello aprovechan el efecto Venturi creado en las toberas de impulsión que constituyen la carcasa que los envuelve [19].

De hecho, parte de las ventajas con respecto a los fancoils se derivan de la ausencia de estas partes móviles, ya que suponen ahorros en mantenimiento, requieren menos espacio en el edificio y generan menos ruido [14]. Además, estos sistemas si están diseñados para ventilar.

- b) Por otro lado, si se atiende a la manera en la que las condiciones de funcionamiento se adaptan a la demanda, se puede hacer referencia a sistemas de caudal constante o variable [19].

b.1) Aquellos de caudal constante engloban a todos los sistemas en los que la adaptación de la energía aportada se lleva a cabo mediante una variación en la temperatura del caudal impulsado. *El control se consigue a partir de la regulación del caudal de agua que pasa por la batería, si se tiene una planta enfriadora por ejemplo o con el propio control del equipo de producción de frío o calor* [15].

Dentro de este grupo, los sistemas RoofTop son unidades aire-aire compactas con baterías de expansión directa colocadas generalmente en cubierta o sobre el suelo cerca del edificio. Por su ubicación pueden incorporar fácilmente estrategias de enfriamiento gratuito y recuperación del calor de extracción (desarrolladas en el apartado número 1.4.2) [18].

b.2) En cuanto a los de caudal variable son aquellos que llevan a cabo la adaptación a la demanda energética mediante la modificación del caudal impulsado con una caja de control por zona, manteniendo la temperatura del aire a la salida de la climatizadora constante [21].

A diferencia de los sistemas anteriores, el dimensionado se hace para la carga máxima simultánea y no para la suma de las cargas puntas no simultáneas por lo que el caudal total del ventilador se va repartiendo atendiendo a los requerimientos de cada zona y se adapta mejor a la demanda reduciendo el gasto innecesario.

Además del ahorro energético, entre las ventajas de los sistemas de caudal variable con respecto a los de caudal constante, destaca el menor tamaño de los conductos y unidades de tratamiento necesario, la posibilidad de control individual de cada zona, el bajo nivel sonoro y la facilidad para incorporar el enfriamiento gratuito y la recuperación del calor de extracción [21].

Al igual que en el caso anterior en función de si las baterías son de expansión directa o de agua tratada térmicamente se clasifican en RoofTop o climatizadores de caudal variable.

- c) En último lugar, los sistemas radiantes son sistemas agua-aire en los que la transferencia térmica se lleva a cabo a través del fenómeno de radiación, *los más utilizados son los suelos radiantes, techos fríos, vigas-estructuras térmicas y radiadores*. No obstante, estos sistemas sólo son capaces de combatir la carga sensible y se requiere de la incorporación de un sistema adicional para el aporte de la ventilación de los locales con el fin de mantener la calidad interior [19].

- d) Paralelamente, en función de cómo los sistemas anteriores atienden a la demanda, es posible clasificarlos en sistemas de climatización centralizados o individuales.

En general, centralizar los sistemas implica operar con un mayor rendimiento debido al mayor tamaño necesario de los equipos, permite mejorar la gestión de la energía ya que es posible distribuirla en función de la demanda y adaptar el sistema de mejor forma a las cargas parciales. Además, al centralizar la demanda en un solo equipo es posible

reducir los costes de mantenimiento y facilitar la gestión de problemas como el ruido, adoptando las medidas necesarias de manera global.

1.4 Ahorro de energía en sistemas de climatización.

Como respuesta al elevado coste de la energía y el impacto que tiene su uso sobre el medio ambiente, en la mayoría de los casos resulta necesario abordar el planteamiento de posibles modos de ahorro energético que aumenten la eficiencia de los sistemas de climatización.

La reducción del consumo energético puede llevarse a cabo principalmente a través de [18]:

1. Intercambiadores o recuperadores de calor, cuya función es aprovechar la energía de la corriente extraída del local a climatizar
2. Control de la ventilación por demanda.
3. Sistemas de enfriamiento gratuito o free-cooling, que basan su funcionamiento en el aprovechamiento de las características del aire exterior cuando éstas son más favorables que las del aire interior.

1.4.1 Free-cooling

Mediante estos sistemas, en aquellos momentos en los que el aire exterior posee unas características energéticamente favorables con respecto a las del aire extraído del local, se aumenta la cantidad de aire introducido del exterior desde los caudales mínimos de ventilación y disminuye la de aire interior recirculado.

Con el fin de regular tanto los caudales de entrada como los de salida de las corrientes de impulsión y recirculación en función de las necesidades, el sistema cuenta con tres compuertas encargadas de variar su posición permitiendo el paso del caudal requerido para alcanzar las condiciones higrotérmicas adecuadas con el menor coste energético [18].

El control de las compuertas puede llevarse a cabo a partir de la medición de la temperatura o de la entalpía en cada una de las corrientes. No obstante, el primer medio es el más utilizado ya que el uso de las sondas de humedad, a pesar de que permiten alcanzar una mayor eficiencia energética, supone una mayor inversión inicial [18].

1.4.2 Recuperadores de calor

Los recuperadores de calor son dispositivos que permiten reutilizar el calor residual (latente y/o sensible) de un sistema con el fin de maximizar la eficiencia de una instalación. *Para ello, el aire una vez extraído del local y previamente a ser expulsado intercambia calor con el flujo de renovación [22].*

Su instalación en sistemas de climatización como medida de ahorro se considera necesaria siempre que el caudal de aire expulsado al exterior por medios mecánicos sea superior a 0,28 m³/s [28].

En función del tipo de recuperador el calor intercambiado será sensible y/o latente. A continuación, la tabla número 6 recoge los diferentes tipos de recuperadores de calor ordenados decrecientemente en base a su eficiencia.

Recuperador	Calor transferido	Eficiencia (%)
Rotativo	Total	70-90
Tubos de calor	Sensible	50-80
Circulación y rociado	Total	60-70
Evaporativo indirecto	Sensible	50-70
Evaporador condensador	Sensible	50-70
De placas	Sensible	45-65
Dos baterías con banda	Sensible	40-60

Tabla 6: Tipos de recuperador. Fuente: DTIE 8.01 [22]

Actualmente los recuperadores más extendidos debido a su buena relación calidad precio son los recuperadores de placas y los rotativos de alta eficiencia [23].

- Los intercambiadores de placas están formados por una carcasa rectangular que envuelve una serie de conductos formados por el espacio que dejan las placas adyacentes y por los cuales circula el aire de extracción y de renovación. El número de placas y la distancia entre ellas varía según los requerimientos de tamaño y eficiencia [18].

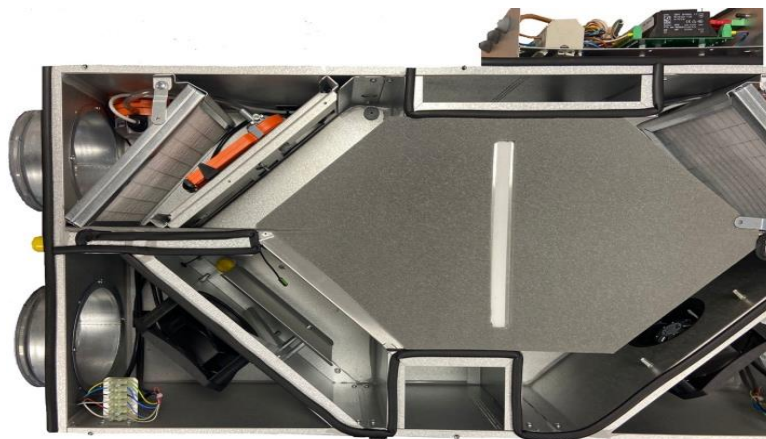


Figura 7: Recuperador de placas. Fuente: Visita EVAIR

A pesar de que la relación calidad-precio de estos intercambiadores es buena, el calor intercambiado a través de estos recuperadores es únicamente sensible excepto en el caso de que la temperatura de uno de las corrientes descienda por debajo del punto de rocío, en cuyo caso se produce condensación [22].

- Los intercambiadores rotativos llevan a cabo el intercambio de energía térmica a través de la superficie de la rueda o tambor que es recorrido por ambos fluidos de manera alternada.



Figura 8: Recuperador rotativo. Fuente: Visita EVAIR

A diferencia de los anteriores y como principal ventaja, estos recuperadores también pueden recuperar calor latente si se trata la superficie del *tambor con un material higroscópico capaz de adsorber el vapor de agua de la corriente de aire más húmeda y cederla a la más seca.* [22].

En este caso, la regulación puede llevarse a cabo si el motor es de revoluciones variables en función de la temperatura, humedad y entalpía maximizando su rendimiento. Con el fin de aumentar todavía más su eficiencia los flujos deben moverse en contracorriente [22].

No obstante, existen otros tipos e intercambiadores de calor, los cuales se recogen en el Anexo II. A continuación, la tabla 7 recoge las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Recuperador	Ventajas	Desventajas
Rotativo	<ul style="list-style-type: none"> · Posibilidad de regulación efectiva · Eficiencia alta 	<ul style="list-style-type: none"> · Contaminación · Necesidad de coincidencia espacial en los conductos de extracción e impulsión · Filtros y sistemas de limpieza
Tubos de calor	<ul style="list-style-type: none"> · Difícil en caso de exigir la no mezcla de corrientes · No requiere energía eléctrica y muy baja inercia térmica · Posibilidad de seleccionar relación de flujos 	<ul style="list-style-type: none"> · Cálculo difícil · Elevado coste
Circulación y rociado	<ul style="list-style-type: none"> · Fácil instalación · Difícil contaminación de partículas sólidas 	<ul style="list-style-type: none"> · Protección con respecto a las bajas humedades relativas del aire exterior en invierno
Evaporativo indirecto	<ul style="list-style-type: none"> · Múltiples aplicaciones · Usado especialmente en zonas cálidas y desérticas 	<ul style="list-style-type: none"> · Mayor influencia (si cabe) de las condiciones termo higrométricas sobre la eficiencia del equipo
Evaporador condensador	<ul style="list-style-type: none"> · Ausencia de contaminación · Costes de mantenimiento reducidos · Adaptación a atmósferas industriales peligrosas · Consume menor de energía 	<ul style="list-style-type: none"> · Alto coste inicial
De placas	<ul style="list-style-type: none"> · Grandes superficies de intercambio en espacios reducidos · Eficiencia alta 	<ul style="list-style-type: none"> · Elevada caída de presión · Producción de condensación y formación de hielo
Dos baterías con banda	<ul style="list-style-type: none"> · Instalación flexible · Permite distanciamiento entre la toma de aire exterior-extracción 	<ul style="list-style-type: none"> · Baja eficiencia

Tabla 7: Ventajas y desventajas de los recuperadores; Elaboración propia Fuente [22]

1.4.3 Ventilación controlada por demanda (DCV)

Este método representa otra de las tecnologías encaminadas a la mejora de la calidad del aire interior con una reducción en el consumo energético asociado. *Su funcionamiento se basa en la entrega de la cantidad de aire necesaria, en el lugar y momento en el que es requerida* [23].

Para alcanzar dicho fin, un subsistema de regulación de control, actúa sobre el sistema de climatización, modificando sus condiciones de trabajo a partir de una programación preestablecida y una serie de parámetros de entrada [47].

En función de estos parámetros de entrada, entre los DCV disponibles se encuentran aquellos regulados por presión, temperatura, humedad relativa o concentración de CO₂.

Control por nivel de CO₂

Desde el punto de vista del caso de aplicación en el edificio CIHEAM, conviene profundizar en aquellos sistemas y equipos HVAC considerados más interesantes. Por ello, dado el uso docente del edificio y por tanto, la afluencia intermitente de personas que le caracteriza, el control de la ventilación por demanda y particularmente el control por nivel de CO₂ supone un medio de ahorro energético muy apropiado.

Este método sobre todo resulta adecuado en aquellos espacios en los que las personas suponen la fuente principal de emisión de contaminantes, ya que el CO₂ se genera mediante la reacción de combustión que tiene lugar en el proceso respiratorio, y sirve de indicativo de la presencia de otros contaminantes que resultan nocivos pero más difíciles de medir.

El dióxido de carbono es un asfixiante simple que actúa por desplazamiento del oxígeno y que a elevadas concentraciones (>30.000 ppm) puede causar problemas de salud dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición [24]. Sin embargo, los valores usuales en los que se encuentra habitualmente en el ambiente están muy alejados de dicho valor. De hecho, la concentración de CO₂ atmosférica promedio mundial actualmente es de aproximadamente 390 ppm y 1000 ppm para ambientes interiores con una calidad de aire estándar [25].

No obstante, los niveles de CO₂ máximos admisibles son establecidos por el RITE en función de la calidad ambiental, asumiendo como concentración habitual de este gas 400 ppm en el aire exterior. (Ver tabla número 2, apartado número 1.2.3).

La tecnología utilizada para medir la concentración de CO₂ presente en el aire principalmente es la tecnología NDIR cuyo funcionamiento se basa en la técnica de espectroscopia infrarroja no dispersiva, que posee la principal ventaja con respecto a otras tecnologías de medición, de no verse afectada por interferencias de otros gases en el aire [26]. Esta tecnología se basa en la capacidad del CO₂ para absorber luz de cierta longitud de onda. A través de una cámara se emite un haz de luz infrarrojo, y el sensor mide la cantidad de luz no absorbida; cuanto mayor cantidad de luz, menor concentración de CO₂ presente en el aire [35]. El funcionamiento de esta tecnología se desarrolla en el Anexo VI.

2. CASO PRÁCTICO – EDIFICIO CIHEAM

Con el fin de poner en práctica lo estudiado a lo largo de la primera parte del trabajo, a continuación se desarrolla el proceso de reforma necesario en el sistema de climatización del edificio CIHEAM.

2.1 Introducción y necesidad específica de la primera etapa de reforma

El edificio CIHEAM Zaragoza es uno de los cuatro Institutos del Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM), encargados de ofrecer formación y promover la investigación a través de la gestión de proyectos y programas de formación impartidos presencialmente a principiantes y profesores procedentes de diferentes países.

Sin embargo, el carácter presencial del centro se ha visto influenciado por la crisis sanitaria ocasionada por el SARS-COV2, ya que, entre los planes de prevención ejecutados, se ha adoptado la decisión de interrumpir las actividades presenciales. A través de la implantación de un sistema de ventilación mecánico se pretende mejorar la calidad de aire interior y diluir posibles contaminantes para disminuir las posibilidades de contagio.

Mediante la presente etapa de ejecución del proyecto, se busca dotar al edificio de un sistema de ventilación que acondicione las aulas A, B, C y D (y sus respectivas cabinas), así como las dos salas de informática, los seminarios, el hall, la zona de café y la sala de consejos.

2.2 Descripción del edificio

2.2.1 Ubicación de las instalaciones

El Instituto se encuentra ubicado en el campus de Aula Dei, en Avenida Montañana, Zaragoza, a 243 m sobre el nivel del mar.

2.2.2 Usos y dimensiones del edificio

Este edificio, construido en 1972 se articula en tres volúmenes diseñados para albergar una zona de oficinas, otra de aulas y un salón de actos. Su distribución se muestra en la figura 9.



Figura 9- Distribución de las instalaciones. Fuente: Elaboración propia

La reforma planteada pretende llevarse a cabo en la zona de aulas, la cual se encuentra distribuida a lo largo de tres plantas destinadas a diferentes usos:

- Planta 0: De uso colectivo

- Planta 1: Destinada a programas de masters, ocupada de manera continua a lo largo del año por grupos de 25-30 personas.
- Planta 2: Destinada a cursos cortos, ocupada de forma intermitente por grupos cuya capacidad máxima es de 89 personas.

Al mismo tiempo, la planta 0 está formada por un hall anexionado a una zona de café y descanso, conexiona con la zona de oficinas y da acceso a una sala de reuniones.

Por otro lado, la primera y segunda planta que, a pesar de tener diferente uso, poseen una distribución idéntica, integran en ambos casos:

- dos aulas con cabinas destinadas a proporcionar traducción simultánea
- una sala de ordenadores
- tres seminarios destinados a tareas multifuncionales
- un despacho en desuso

En el anexo XIII se incluyen los planos del edificio cuya consulta puede favorecer la comprensión de la estructura y en el anexo XIV una galería de imágenes de las estancias. Además, con el fin de entender mejor las necesidades del edificio, la figura 10 representa esquemáticamente la distribución frontal de la zona de aulas del edificio así como la ocupación máxima frecuente de cada una de las salas. Las zonas sombreadas hacen referencia a aquellas sobre las que se pretende ejecutar el proyecto de reforma.

Planta 2ª: Uso discontinuo Curso cortos, seminarios	Aula C uso max frecuente: 40	Sem C1 uso max frecuente:8	Sem C2 uso max frecuente:8	Sala de Ordenadores 2 uso max frecuente: 35	Aula D uso max frecuente: 70	
Planta 1ª Uso continuo: Másteres	Aula A uso max frecuente: 35	Sem A1 uso max frecuente:8	Sem A2 uso max frecuente:8	Sala de Ordenadores 1 uso max frecuente: 35	Sem B2 uso max frecuente:8	Aula B uso max frecuente: 35
Planta Baja	Biblioteca	Sala café uso max frecuente:20	HALL uso max frecuente: 60			Sala 35 uso max frecuente: 26

Figura 10- Vista transversal del edificio con ocupación máxima frecuente. Fuente: Elaboración propia

De forma equivalente la figura 11 especifica las dimensiones de cada uno de estos espacios.

Planta 2ª:	Aula C 86 m ²	Sem C1 35m ²	Sem C2 35m ²	Sala de Ordenadores 2 60 m ²	Aula D 116 m ²	
Planta 1ª	Aula A 86 m ²	Sem A1 35m ²	Sem A2 35m ²	Sala de Ordenadores 1 60 m ²	Sem B2 35m ²	Aula B 86 m ²
Planta Baja	Biblioteca	Sala café 64 m ²	HALL 240 m ²			Sala 35 68 m ²

Figura 11. Vista transversal del edificio con dimensiones de los espacios. Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Inventario de instalaciones técnicas del edificio

Actualmente, el edificio dispone de un sistema de producción térmica a través de una caldera de gasóleo/gas de la marca WOLF, cuya potencia nominal es de 560 kW. Adicionalmente, algunas de las salas poseen diferentes sistemas autónomos (ciclo de compresión de vapor, expansión directa) para refrigeración:

- Tanto el salón de actos como el aula C cuentan con equipos individuales de expansión directa tipo cassette. No obstante, en el caso del aula C sólo funciona uno de los dos aparatos.
- Por otro lado, el aula A y la sala de ordenadores de la primera planta, cuentan con un aparato de climatización de la marca PANASONIC CS-5BHV11P.
- Por último, la sala de ordenadores de la segunda planta dispone de un sistema de climatización que distribuye el aire a través de una red de conductos y difusores rotacionales.

El resto de las aulas (B y D) no cuentan con sistemas de climatización de ningún tipo.

Las unidades exteriores (condensador y compresor) de estos aparatos se encuentran ubicadas en la cubierta y en la parte trasera del edificio.

Por último, en cuanto al sistema de ventilación, éste es inexistente en toda la edificación.

En el anexo XIV se adjuntan fotografías de parte de estos sistemas de climatización, así como de las salas a tratar.

2.2.4 Limitaciones en la infraestructura del edificio

La principal limitación a considerar a la hora de instalar las unidades de tratamiento se presenta en la cubierta del edificio. Ésta se caracteriza por no ser plana (siendo de chapa trapezoidal con greca), cubierta con una tela asfáltica de la marca TEXSA, instalada en 2015.

La antigüedad de la construcción y la escasa resistencia del material de chapa que la constituye, supone adicionalmente un riesgo frente al elevado peso de los posibles equipos necesarios.

De nuevo, en el anexo XIV se incluye una fotografía en la que se aprecia el estado de la cubierta.

2.3 Análisis de las propuestas de climatización.

Previamente a mi incorporación en el proyecto, el edificio CIHEAM contaba con una propuesta preparada por la empresa de climatización Climacort. En base a la revisión realizada en la primera parte del presente trabajo, se ha llevado a cabo un análisis de la misma y de sus inconvenientes para posteriormente, plantear una nueva solución.

2.3.1 Propuesta inicial

La propuesta presentada inicialmente consistía en dotar a cada una de las aulas a climatizar de una unidad de tratamiento de aire independiente. En ella, no se incluían los seminarios ni se tuvo en cuenta la sala de consejos.

Las unidades determinadas fueron seleccionadas a partir del caudal de aire de ventilación necesario, calculado en función de la ocupación máxima estimada para cada una de las zonas y el valor requerido según el RITE para un local con calidad de aire correspondiente a IDA2, 12,5 l/s persona (tabla 2, apartado número 1.2.3)

La tabla número 8 muestra el modelo de equipo escogido en cada caso.

	AULA A (Planta 1)	AULA B (Planta 1)	AULA C (Planta 2)	AULA D (Planta 2)	ORDENA DORES (Planta 1)	ORDENA DORES (Planta 2)	HALL- CAFÉ VESTÍBULO
CAPACIDAD MÁXIMA	60	60	46	98	34	34	255
USO MÁXIMO FRECUENTE	25	25	30-35	60-70	25	30-35	150
VOLUMEN (m ³)	240	240	270	368	180	192	3107
Modelo de equipo seleccionado	S&P CADB- HE D 16 BASIC	S&P CADB- HE D 16 BASIC	S&P CADB- HE D 21 BASIC	S&P CADB- HE D 33 BASIC	S&P CADB- HE D 12 BASIC	S&P CADB- HE D 12 BASIC	UVF-2500/355 F7 F9 ECOWATT
Eficiencia máxima del recuperador	85,5	85,5	86,5	89,9	85,3	85,3	-

Tabla 8- Modelos seleccionados propuesta inicial. Fuente: Elaboración propia

A excepción del equipo determinado para la zona del hall, todas las unidades incluían un recuperador de calor con intercambiador de placas cuya eficiencia mínima oscilaba en torno al 85%. Además, dadas las ventajas de sistemas de caudal variable por demanda (apartado 1.3.2 Sistemas de ventilación, párrafo 4.2), todos ellos incluían la posibilidad de un control manual o automático mediante la variación del caudal de aire de la velocidad de los ventiladores.

En el anexo número XVI se incluye el dossier con el resto de información técnica de los equipos seleccionados inicialmente.

2.3.1.1 Análisis de la propuesta inicial

Revisión de los caudales estimados

Con el fin de determinar si la solución planteada era la más apropiada, en primer lugar, se recalcularon los caudales de ventilación. Para evitar sobredimensionar el equipo, se consideró que éstos debían calcularse a partir de la ocupación máxima frecuente y no a partir de la capacidad máxima (como se hizo inicialmente) por lo que previamente se comprobó que la ocupación máxima frecuente estimada era correcta. En el anexo número III se desarrolla la metodología seguida y se recoge el cálculo de estos caudales.

Adicionalmente, se plantearon las unidades de tratamiento de aire necesarias para la sala de consejos ubicada en la planta baja operando de forma equivalente al resto de las zonas.

La Tabla número 9 muestra los nuevos valores estimados. Se observó que para dichos caudales, los modelos seleccionados eran adecuados en todos los casos excepto en el de la sala de ordenadores de la primera y segunda planta, para los cuales se desviaba inferiormente en un 23,81% con respecto a los caudales mínimos exigidos por el RITE y el hall con un 30,56%.

	AULA A	AULA B	AULA C	AULA D	ORDENADORES (Planta 1)	ORDENADORES (Planta 2)	HALL-CAFÉ VESTÍBULO	SALA 35
USO MÁXIMO FRECUENTE	35	35	40	70	35	35	80	26
VOLUMEN (m ³)	240	240	270	368	180	192	882	240
Caudal requerido - calculado en base a exigencias del RITE (m ³ /h)-	1575	1575	1800	3150	1575	1575	3600	1170
Modelo de equipo seleccionado	S&P CADB-HE D 16 BASIC	S&P CADB-HE D 16 BASIC	S&P CADB-HE D 21 BASIC	S&P CADB-HE D 33 BASIC	S&P CADB-HE D 12 BASIC	S&P CADB-HE D 12 BASIC	UVF-2500/355 F7 F9 ECOWAT T	S&P CADB-HE D 12 BASIC
Eficiencia del recuperador	85,5	85,5	86,5	89,9	85,3	85,3	-	85,3
Caudal del equipo seleccionado	1600	1600	2100	3300	1200	1200	2500	1200
Desviación con respecto a exigencias del RITE	OK	OK	OK	OK	23,81%	23,81%	30,56%	OK

Tabla 9-Caudales de ventilación recalculados-comprobación de la propuesta. Fuente: Elaboración propia

Desestimación de la propuesta

Los equipos propuestos inicialmente al incluir recuperadores de calor permitían aprovechar parte de la energía del aire expulsado y por tanto, ventilar con un menor incremento en la carga térmica de la estancia. Sin embargo, tal como se desarrolla en el apartado número 1.3.1 dedicado a unidades de tratamiento de aire, este tipo de sistemas, además de ventilar y reducir el gasto energético necesario, permiten acondicionar térmica e higrométricamente el aire. De este modo, se estimó preferible contar con UTAs en la propuesta frente a los equipos con recuperadores de calor seleccionados por S&P.

Adicionalmente, debido a las ventajas que conlleva centralizar los equipos frente a aquellos unitarios (desarrolladas en el apartado número 1.3.2) se consideró mejor opción el enfocar la solución hacia unidades de tratamiento de aire centralizadas.

Teniendo en cuenta que la demanda de ventilación de la planta baja (sala de consejos y Hall) será satisfecha en cualquier caso a través de la instalación de una unidad independiente de mucho menor tamaño, a continuación, se desarrollan las propuestas realizadas en relación a la primera y segunda planta.

Además, tampoco se incluyen los seminarios ya que su incorporación tuvo lugar en la última fase del proyecto. No obstante, su consideración únicamente implica seleccionar unidades de tratamiento equivalentes a las desarrolladas a continuación, pero dimensionadas para tratar caudales superiores. (Anexo III).

2.3.2 Nuevas propuestas

Las alternativas propuestas a lo largo del estudio se muestran en la figura número 12.

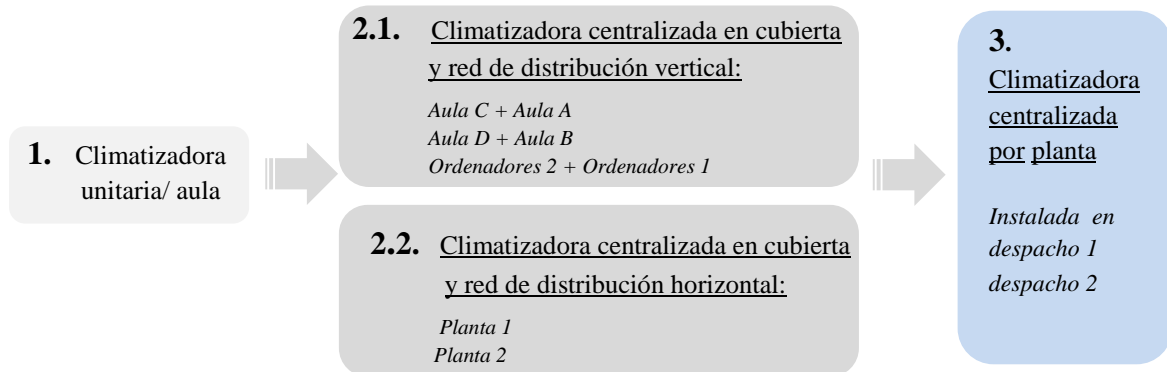
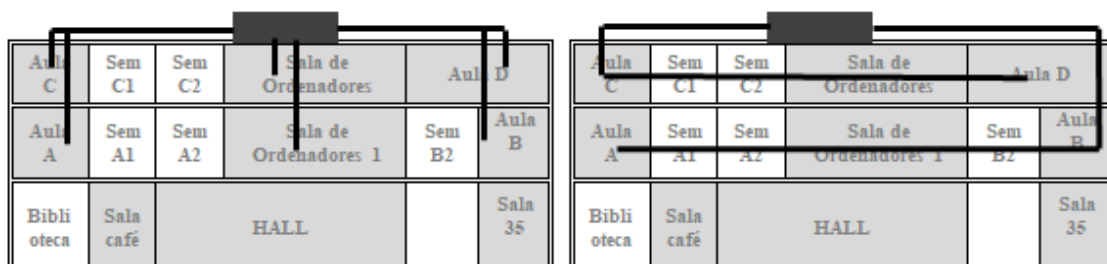


Figura 12-Nuevas propuestas. Fuente: Elaboración propia

2.3.2.1 Análisis de nuevas propuestas

Como alternativa a las unidades de tratamiento de aire individuales se propuso en primer lugar, instalar una unidad centralizada en la cubierta con redes de conductos de distribución de aire diseñadas para satisfacer la demanda del edificio verticalmente (por un lado aula C + aula A; por otro aula D + Aula B; por último sala de ordenadores planta 1 + sala de ordenadores planta 2) u horizontalmente (planta 1 y planta 2).



Opción 2.1- Diseño vertical
Opción 2.2- Diseño horizontal
Figura 13- Variantes de la UTA centralizada en cubierta. Fuente: Elaboración propia

Entre ambas opciones se consideró que el diseño de la unidad por planta supondría una obra civil más complicada, por lo que a fin de simplificar la reforma y reducir los costes en la medida de lo posible, se estimó conveniente el diseño de la unidad necesaria para satisfacer la demanda verticalmente.

La empresa encargada de su diseño fue la compañía de fabricantes EVAIR. Con el fin de entender la metodología de trabajo de esta empresa y el proceso de fabricación de una unidad de tratamiento de aire, adicionalmente se organizó una visita a las instalaciones de la planta

EVAIR. En el anexo XII se desarrolla esta visita y se incluyen algunas fotografías tomadas de recuperadores de calor y otros elementos de las unidades de tratamiento.

Esta unidad fue diseñada de acuerdo al cálculo de los caudales de ventilación requeridos. (Anexo III).

Entre los elementos que la integran, ésta incluye unos filtros a los que se les otorga una clasificación eficiente mínima de ePM10 70%; un ventilador de tipo Plugfun con motor EC cuya eficiencia es 79,03% y una caja de caudal variable asociada a la red de conductos cuya función es regular el caudal aportado a partir la medición del nivel de CO₂. Al mismo tiempo, la UTA cuenta con un recuperador de calor rotativo cuya eficiencia mínima es superior al 76,8 % y posee la opción de realizar enfriamiento gratuito (freecooling).

Por último, se incorpora una sección destinada a la instalación futura de baterías de agua fría y agua caliente. La totalidad de la información técnica de la unidad puede consultarse en el anexo XVII.

Para estudiar la viabilidad de su instalación en el edificio, una vez planteado el diseño de la unidad se llevó a cabo la visita para analizar la obra civil a realizar. Ésta llevó a descartar la opción de instalar la unidad de tratamiento en la cubierta ya que se consideró que para soportar el peso del equipo sería necesario construir una estructura de refuerzo que distribuyera la carga. Esto además de suponer una obra civil costosa, podría dar lugar a problemas derivados de los daños que pudiera sufrir la tela asfáltica que recubre el tejado.

En consecuencia, debido a las limitaciones de la cubierta se buscó una ubicación alternativa para la instalación de los equipos. La solución encontrada fue utilizar los despachos situados junto a la escalera de emergencia de la planta 1 y 2 para instalar las respectivas unidades diseñadas para climatizar independientemente cada una de las plantas

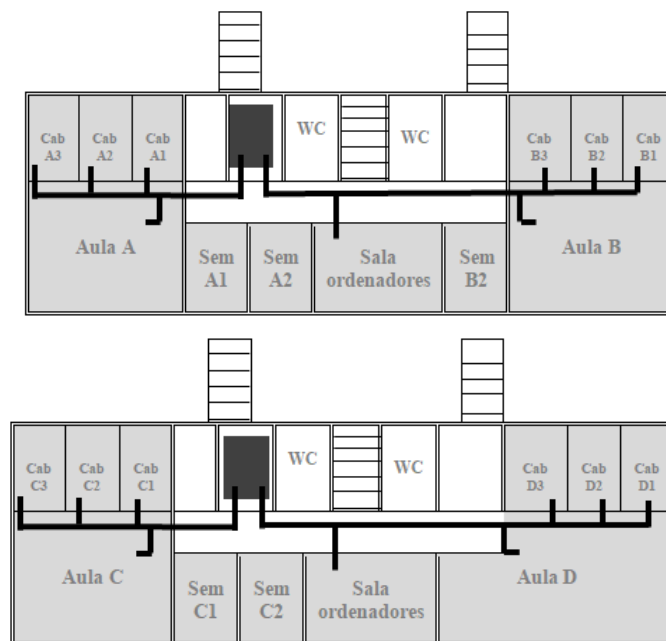


Figura 14-UTAs centralizadas ubicadas en los despachos planta 1 y 2.
Fuente: Elaboración propia

Las unidades diseñadas, también por EVAIR son de características similares a la UTA anterior, pero en este caso dimensionadas para satisfacer la demanda de cada planta de manera individual.

Tanto la de la planta 1 como la de la 2, incluyen filtros a los que también se les otorga una clasificación eficiente mínima de ePM10 70%, un recuperador de calor rotativo con una eficiencia mínima superior al 75% y opción de realizar enfriamiento gratuito (freecooling), así como una sección destinada a la instalación futura de baterías de agua fría y agua caliente.

Igualmente, la red de conductos del sistema lleva asociadas cajas de caudal variable encargadas de regular el caudal aportado a partir la medición del nivel de CO₂. Estos niveles son medidos mediante sensores ARANET 4 PRO y es posible visualizar y almacenar sus valores a través de la plataforma desarrollada por el grupo Howlab de la Universidad de Zaragoza.

Sin embargo, existe una limitación en el control y es que la señal generada por los sensores ARANET 4 PRO no es una señal 0-10 V como la requerida para la entrada de las compuertas de caudal variable.

Como solución al problema, se propuso desarrollar una plataforma de traducción a través de un sistema SCADA o similar, encargado de transformar la señal generada por los sensores en una señal compatible por las cajas de caudal variable. La figura número 15 representa el esquema de traducción de la señal planteado.

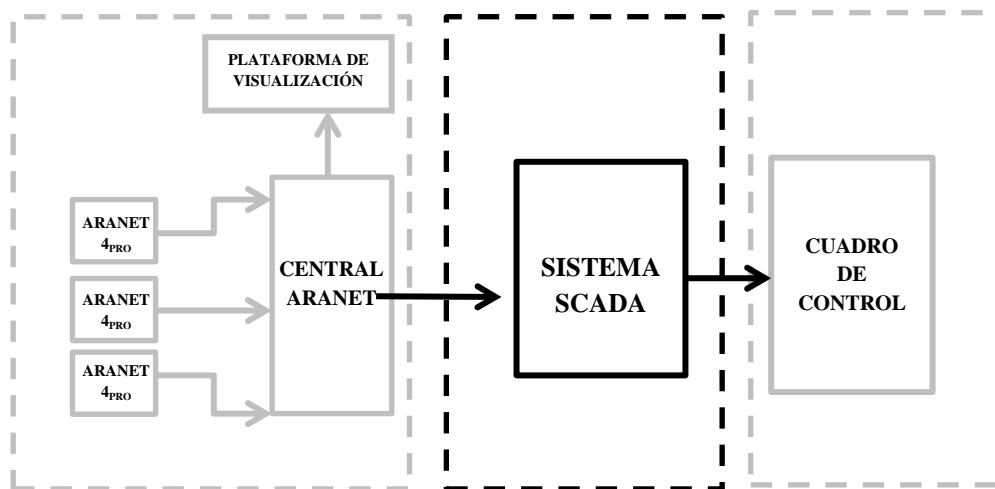


Figura 15- Esquema sistema de traducción de la señal. Fuente: Elaboración propia

Provisionalmente, hasta que el sistema de gestión funcione, estas cajas adicionalmente pueden funcionar con un control manual todo-nada.

Igualmente se puede consultar la información técnica adicional en el anexo XVIII en el que se adjunta el dossier técnico facilitado por EVAIR.

Ruido de las instalaciones

Uno de los factores a tener en cuenta previamente a la instalación de estos sistemas debe ser el ruido generado, sobretodo ya que en el caso de estudio, las unidades terminales de volumen de aire variable (VAV) son integradas en sistemas de techo abierto.

La mayoría de las consideraciones a plantear son recogidas en el anexo V.

2.4 Pliego de condiciones

Una vez definida la tipología de unidad necesaria a instalar en el edificio se han realizado un documento para fijar las condiciones de cada una de las partes implicadas en el proceso de reforma. En el mismo, entre otros puntos se desarrolla la necesidad de contratación, se describe el edificio y el sistema de instalación propuesto, se justifican las exigencias técnicas relativas a la calidad del aire interior, eficiencia energética y seguridad y por último, se desarrolla el modo de ejecución de las diferentes etapas del proyecto: visita instalación, obra civil...etc.

Este pliego se adjunta en el anexo número XVI.

2.5 Pruebas con medidores de CO₂

Paralelamente al diseño del sistema de climatización requerido por el CIHEAM, se han utilizado los sensores de CO₂ con los que ya cuenta el centro para estudiar la estanqueidad y el comportamiento de las aulas.

2.5.1 Sensores utilizados

Los medidores de CO₂ utilizados son dispositivos ARANET 4 pro. Éstos funcionan por tecnología NDIR, citada anteriormente y desarrollada en el anexo VI

El sensor ARANET 4 es un dispositivo de medición de CO₂ portátil que adicionalmente sirve para medir valores de humedad, temperatura y presión. Es inalámbrico y la duración de su batería se estima en 2 años para una frecuencia de muestreo de 5 minutos. Este aparato permite la visualización de los datos mediante una pantalla de bajo consumo y existe la posibilidad de configurarlo para visualizarlos desde la aplicación móvil ARANET 4 [35].

Para realizar el estudio se han utilizado principalmente 6 de los 25 sensores ARANET 4 de los que dispone el CIHEAM. A pesar de que estos aparatos puedan recoger los datos de varios dispositivos a través de la base Aranet PRO, el grupo Howlab del I3A de la Universidad de Zaragoza, en colaboración con el centro, ha creado una plataforma que permite no sólo almacenarlos, sino también visualizarlos y exportarlos automáticamente. La figura número 16 muestra dos pantallas de la citada plataforma.



Figura 16- Pantallas de la plataforma de visualización de los sensores. Fuente: <http://sion.howlab.es:8080/dashboard/317e4d30-c9d5-11eb-9a5a-edee86ee7e18>

2.5.1.1 Calibración de los sensores Aranet4

Al hablar de equipos de medición, es necesario definir los conceptos de tolerancia, calibración y error (anexo VII).

A pesar de que los sensores vienen calibrados de fábrica, el hecho de que esta calibración se configure en condiciones de presión sobre el nivel del mar, implica que la diferente presión atmosférica de la ciudad de Zaragoza pueda producir desviaciones en el valor medido de más de un 10 % en sistemas no compensados [35]. Por ello previamente a analizar los resultados deben ser verificados los equipos.

Para ello se ha utilizado el sensor TESTO480, el cual también funciona por tecnología NDIR. Este sensor es un medidor multifunción al que se le pueden conectar diferentes sondas según el parámetro que se pretenda medir (velocidad, temperatura, humedad, presión, CO₂). El equipo pertenece a la Universidad de Zaragoza, y se ha calibrado en un laboratorio acreditado por La Entidad Nacional de Acreditación (ENAC). El certificado de calibración del equipo se incluye en el anexo VIII y la metodología de calibración seguida en el anexo VII

Además, la medida del CO₂ puede sufrir una deriva o deterioro con el tiempo que implica que esta verificación deba realizarse de manera periódica. Ésta se define como “la tendencia natural del rendimiento del sensor a degradarse con el paso del tiempo a medida que sus componentes se desgastan” [38]. Con el fin de reducirla, el sensor necesita una referencia con la que se pueda comparar y confiar los datos de las mediciones. En función de cómo se toman estos puntos de referencia, los sensores pueden ser de único o de doble haz. No obstante, en el caso de los sensores Aranet4, todos son de haz único, ya que a pesar de que los segundos poseen una mayor precisión recién calibrados de fábrica, la energía que consumen a largo plazo es significativamente mayor [39].

Por último, destacar que la tolerancia de estos dos sensores es $\pm (75 \text{ ppm} + 5\% \text{ del valor de medición})$ en el caso del Testo 480 [37] y $\pm (50 \text{ ppm} + 3\% \text{ del valor de medición})$ en el de los sensores Aranet4 [35].

2.5.1.2 Ubicación de los sensores

Previamente al análisis de las aulas, se ha colocado un dispositivo ARANET 4 PRO en cada una de las salas a climatizar. La posición seleccionada para los mismos ha sido considerada de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 16000-26:2014, desarrollada en el anexo IX. No obstante, por fines prácticos y a fin de evitar su manipulación o caída, la persona del centro encargada de su colocación consideró pertinente una ubicación de 0,5 metros por encima de la altura recomendada. La influencia de la altura de colocación de los sensores se determina dentro del apartado 2.5.2.

2.5.2 Análisis del comportamiento de las aulas

2.5.2.1 Estudio de la ventilación natural

En primer lugar, se ha analizado el comportamiento de las aulas estudiando el incremento de CO₂ generado por la actividad humana y la manera con la que la ventilación natural responde al mismo.

Para el estudio se han aprovechado las reuniones presenciales programadas en el aula C, el aula D, la sala 35 y por último la sala de ordenadores de la primera planta. La forma de proceder en todos los casos (a excepción del aula D) ha sido:

Previamente al inicio de la reunión se han colocado entre 5 y 7 sensores (además del ya existente) en los puntos considerados más desfavorables de cada una de las aulas. Estos puntos eran aquellos próximos a los asientos que iban a ser ocupados por personas, el hablante, y rincones que podían intuirse como zonas muertas. Además, con el fin de estudiar la influencia de la altura se han distribuido varios sensores en los mismos puntos pero a una altura inferior de acuerdo a lo establecido por la normativa (1,5 metros sobre el suelo). (En el anexo número X se incluye una representación de la distribución de los sensores en cada una de las pruebas)

A continuación, los asistentes a la reunión han ido ocupando la estancia y ha dado comienzo a la misma con ventanas y puertas completamente cerradas. Al alcanzar un valor de concentración de CO₂ próximo a 800 ppm se han abierto ventanas y puertas generando un flujo cruzado hasta el final de la reunión. En el caso del aula D, se ha estudiado el comportamiento de la sala manteniendo la ventana y la puerta abierta a lo largo del transcurso de toda la reunión, sin variar las condiciones al alcanzar valores críticos.

Los resultados obtenidos en cada caso se recogen en el anexo X y se resumen en la tabla número 10.

	AULA C	SALA 35	CABINAS C1	CABINAS C2	ORDENADORES P1	AULA D
Volumen (m ³)	270	240	31	24	180	368
Nº personas	18	10	2	2	10	21
m ³ /persona	15	24	16	12	18	18
Velocidad del viento día prueba (m/s)	6,8	7,3	9,5	9,5	4,4	3,8
Tiempo hasta alcanzar valores	8,3	16	No se alcanza	90	28	35

críticos (minutos)						
Tiempo hasta alcanzar valores nominales ventilando (minutos)	4	5	-	Se abandona la sala	25	110
Posición del sensor con valores más altos	Posición dada baja	Posición dada baja	No se estudia posición debido a su reducido tamaño	Final de la clase bajo la posición dada	Posición dada baja	Posición dada baja
Comentarios de la prueba	-	-	Con la ventana batiente abierta y la ventana del pasillo no se alcanzan valores críticos en las 2 h que dura la formación	No se alcanzan valores críticos hasta casi el final de la formación	-	-

Tabla 10 -Resultados pruebas con personas. Fuente: Elaboración propia

Análisis de los resultados

En primer lugar, se observa que en todas las pruebas el valor más crítico medido por los sensores se corresponde con aquel situado bajo la ubicación asignada inicialmente por el personal del centro para el dispositivo.

Sin embargo, la diferencia entre este valor y los medidos por el resto de sensores es inferior a la tolerancia de los sensores, por lo que puede considerarse que la desviación en la medida no es significativa y por comodidad pueden mantenerse en la posición inicial. No obstante, con el fin de facilitar la lectura de la pantalla, finalmente se decide recolocarlos aproximadamente a 1,85 m del suelo (aproximadamente 0,35m más debajo de la posición inicial).

Por otro lado, a pesar de que un menor número de m³/persona equivale a una mayor concentración humana en el aula, y por tanto, debería traducirse en una disminución del tiempo transcurrido hasta alcanzar valores de concentración de CO₂ críticos; se observa como en el caso de la sala de ordenadores, el tiempo que transcurre hasta que se alcanzan estos valores es superior con respecto al de la sala 35 (con un número de m³/persona mayor). Esto podría deberse a que la sala de ordenadores es menos estanca. Con el fin de determinar la estanquidad de las aulas se lleva a cabo una prueba con pellets de CO₂. (Anexo XI).

Adicionalmente, para demostrar la insuficiencia de la ventilación natural como único método de ventilación, se repitió la medición de los niveles de CO₂ en la sala de ordenadores en un día en el que la temperatura exterior era más elevada y la velocidad del viento bastante inferior (0,7 m/s). Operando de igual forma al análisis realizado en esa sala previamente, se observó cómo incluso abriendo las ventanas una vez alcanzados los valores críticos, éstos apenas disminuían con el tiempo. No obstante, los datos obtenidos a través de la medición no pudieron ser almacenados ya que el día en el que se realizó la prueba la base se encontraba apagada por un problema eléctrico. En cualquier caso, esta experiencia corrobora el cuestionamiento de la ventilación natural.

Al mismo tiempo, de la prueba realizada en el aula D se deduce que incluso en caso de existir ventilación natural pueden llegar a alcanzarse valores críticos, de nuevo, demostrando la insuficiencia de esta manera de ventilar.

2.5.2.2 Pruebas con CO₂ sólido

Para tratar de determinar la estanqueidad de las aulas, se ha realizado una siembra de hielo seco. El hielo seco es CO₂ en estado sólido que a presión atmosférica se encuentra a -78,5°C [42]. Este dióxido de carbono al sublimarse provoca un aumento muy rápido en el nivel de CO₂ del espacio, por lo que sirve para analizar el comportamiento de una estancia al alcanzar valores de concentración elevados. En cada una de las aulas se ha seguido el procedimiento propuesto por la universidad de Harvard para medir la tasa de renovación de aire en aulas [49].

Previamente al comienzo de la prueba se ha comprobado que el aula a estudiar estaba completamente cerrada (ventanas y puertas) y que contaba con un medidor de CO₂ situado en la posición asignada en el apartado 2.5.1.2. A continuación, se ha utilizado hielo seco para aumentar la concentración de CO₂ del aula hasta aproximadamente 2000 ppm: se ha abierto la caja de hielo seco y colocado un ventilador de mesa convencional al lado para favorecer su sublimación y mezcla en el aula. Al alcanzar dicho valor, se ha cerrado la caja de hielo sólido, se ha desconectado el ventilador y abandonado la sala dejando todo cerrado para repetir el proceso en el aula siguiente. La prueba se ha considerado finalizada cuando el nivel de CO₂ se ha acercado al 37% de su concentración máxima original.

A pesar de que la sala del sótano no se incluye en el proyecto de climatización, si se tiene en cuenta entre las pruebas realizadas con el fin de analizar su comportamiento. En este caso, la manera de operar ha sido diferente ya que previamente a analizar el incremento de CO₂, se ha ventilado la zona. A continuación, se ha abierto la caja de CO₂ con ventanas y puertas cerradas y el ventilador conectado. Al alcanzar un valor próximo a 800 ppm se han abierto de nuevo las ventanas para generar un flujo cruzado. Al observar un valor de concentración próximo a 2000 ppm se ha cerrado la caja, apagado el ventilador y abandonado la sala dejando en esta ocasión ventanas y puertas abiertas. De esta forma, se pretendía analizar la ventilación natural de la sala.

A partir de los datos medidos por los sensores de CO₂ durante el transcurso de la prueba se ha calculado la renovación de aire (ACH) por infiltración y por ventilación en el caso de la sala del sótano. El procedimiento seguido se desarrolla en el anexo XI.

Los resultados obtenidos a partir del estudio de las infiltraciones se recogen en la tabla número 11 y en la tabla número 12 aquel obtenido del ensayo de la ventilación natural.

	AULA A	AULA B	AULA C	AULA D	ORDENA DORES P1	ORDENA DORES P2	SALA 35
Volumen (m3)	240	240	270	368	180	192	240
Tiempo transcurrido hasta alcanzar valores próximos a 2000 ppm (minutos)	40 minutos	20 minutos	50 minutos	24 minutos	22 minutos	24 minutos	30 minutos
Renovaciones/h (ACH)	0,091	0,137	0,239	0,228	0,395	0,515	0,175

Tabla 11- Resultados siembra de CO₂ estudio infiltración. Fuente: Elaboración propia

	SALA SÓTANO
Volumen (m3)	171
Tiempo transcurrido hasta alcanzar valores próximos a 2000 ppm (minutos)	25 minutos
Renovaciones/h (ACH)	4,619

Tabla 12- Resultados siembra de CO₂ estudio ventilación natural. Fuente: Elaboración propia

Análisis de los resultados

En primer lugar, partir de los valores calculados se deduce que el número de renovaciones/h determinado para cada una de las salas es inferior, incluso en el caso de la ventilación natural, al valor estándar de 5 renovaciones/h aconsejado por ASHRAE para alcanzar una calidad de aire aceptable [48].

Además, comparando el número de renovaciones/hora por infiltración es posible determinar que las infiltraciones en las distintas aulas no son iguales. Las salas de ordenadores, al presentar un mayor número de ACH con respecto al resto de las estancias, poseen una menor estanqueidad. Adicionalmente, dentro del grupo de aulas, se observa que las de la segunda planta presentan mayor infiltración a las de la primera. Esto podría deberse a que está más expuesta al viento o las ventanas más deterioradas.

Si se representan los valores de concentración medidos en cada una de las aulas para un mismo periodo de tiempo (figura número 17), se observa que al cabo de 12 horas únicamente las salas de ordenadores han recuperado los valores iniciales, inferiores a 400 ppm.

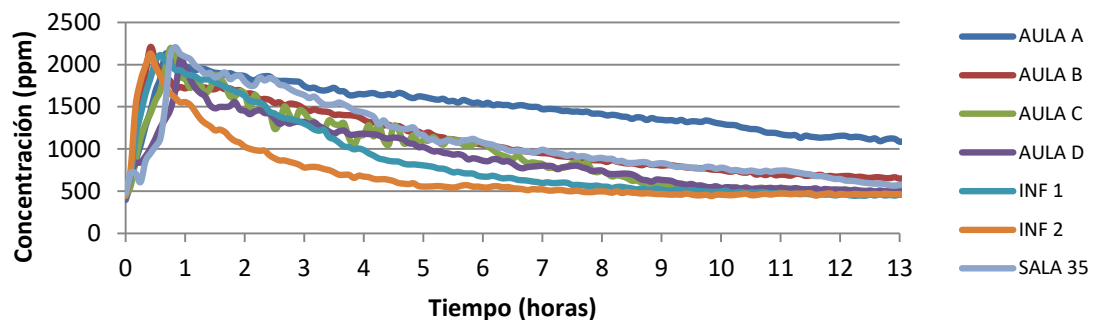


Figura 17- Gráfica comparativa del comportamiento de las aulas. Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, estas infiltraciones también se ven reflejadas en los valores medidos en las cabinas de traducción. Al incrementar la concentración de CO₂ en las aulas hasta 2000 ppm se observa cómo la concentración en algunas de las cabinas asciende hasta 800 ppm. Así, se concluye que el aula A tiene infiltraciones en la cabina A2 pero no en la A1, el aula D en la cabina D1 pero no en la D2 y el B y C en ambas cabinas. La figura 18 refleja el crecimiento en la concentración de CO₂ en las cabinas del aula C.

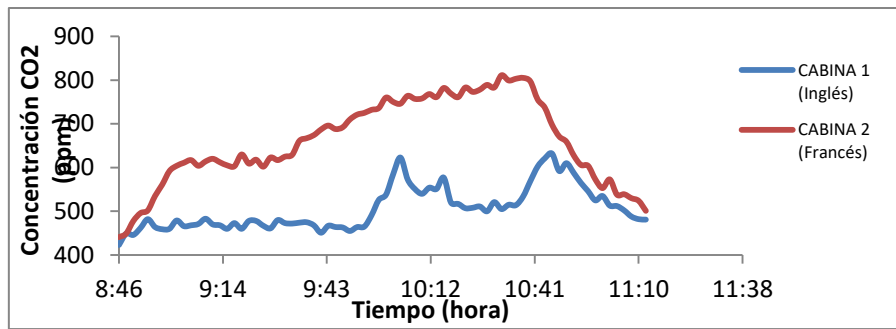


Figura 18-Evolución de la concentración de CO₂ en las cabinas. Fuente: Elaboración propia

Por último, la prueba realizada en la sala de reuniones situada en el sótano, refleja cómo ventilar reduce la concentración de CO₂ hasta en un 95% del tiempo medio transcurrido. Sin embargo, el número de renovaciones/h calculado (4,6) se considera insuficiente para asegurar una adecuada calidad de aire interior.

2.6 Conclusiones

1. La ventilación natural es ineficiente como único método de ventilación

La ventilación natural presenta numerosas desventajas: En primer lugar, en relación al ahorro energético ya que no es posible recuperar energía ni realizar freecooling. Además, no permite filtrar ni tratar térmicamente el aire, por lo que puede suponer una disminución en el confort de los ocupantes de una estancia.

Adicionalmente, los factores externos a los que está sujeta (como son las condiciones climatológicas: velocidad del viento o temperatura exterior) implican que éste modo de ventilación sea eficaz únicamente en determinadas ocasiones.

Los resultados obtenidos en las pruebas con personas realizadas en el edificio CIHEAM demuestran que en apenas varios minutos se alcanzan valores críticos en el nivel de concentración de CO₂. Sin embargo, el tiempo transcurrido hasta volver a operar con valores nominales depende en gran medida de la velocidad y dirección del viento o la orientación de las aulas.

Además, la prueba realizada con CO₂ sólido en el edificio CIHEAM ha permitido determinar que el número de renovaciones/hora que caracteriza la ventilación natural en la sala del sótano es inferior al valor necesario para lograr una calidad ambiental adecuada. Por ello, es posible deducir que además de ineficiente, éste método de ventilación no siempre es suficiente.

2. La solución considerada para el edificio CIHEAM la constituye una unidad de tratamiento de aire centralizada por planta con recuperación de energía
 - Los sistemas centralizados son más adecuados en cuanto a que permiten operar con un mayor rendimiento y adaptarse mejor a las cargas parciales al distribuir la energía en función de la demanda. Además, pueden reducirse los costes de

mantenimiento y gestionar problemas como el ruido adoptando medidas de manera global.

En consecuencia, al centralizar es también posible reducir en mayor medida el nivel sonoro especialmente si se aleja la UTA (y por tanto sus ventiladores) respecto de la zona ocupada.

- Es necesario incluir estrategias de ahorro energético
En aquellas estancias en las que la densidad de ocupación es elevada, se requiere de altos niveles de ventilación y filtración que garanticen la óptima calidad ambiental. El gasto energético que esto conlleva es tan elevado que supone que, con el fin de contribuir a la descarbonización, sea necesaria la implantación de estrategias de ahorro energético como son el enfriamiento gratuito, los recuperadores de calor o los sistemas de caudal variable.

Los recuperadores rotativos o de placas son los más convenientes en cuanto a la relación coste- prestaciones. Entre ambas opciones sería más interesante el primero en caso de ser necesario un intercambio de cargas latentes.

- El control de la ventilación por medición del nivel de CO₂ representa el modo de control más eficaz cuando la actividad humana resulta la principal fuente de contaminación.

Se ha comprobado que los medidores ARANET 4 PRO dan buenos resultados. Éstos, además ser aconsejables en cuanto a que permiten medir la calidad del aire, son adecuados ya que a través de su pantalla de lectura es posible que todo ocupante sea informado del nivel de calidad ambiental. Por ello, además de transmitir seguridad, pueden servir para reflejar la preocupación de una institución por el bienestar de sus ocupantes.

La ubicación de los sensores aproximadamente 50 cm por encima de la altura recomendada, da lugar a la medición de valores que a pesar de ser menos críticos se encuentran dentro del rango de tolerancia de los dispositivos. Por ello, es posible considerar esta ubicación como aceptable si por fines prácticos ésta resulta conveniente.

3. Por último, en cuanto a las instalaciones del CIHEAM.
 - Se ha demostrado que la estanqueidad del edificio no es igual en cada una de las aulas.
 - Las salas de ordenadores son aquellas con mayor número de renovaciones/hora debido a las infiltraciones y por tanto, las menos estancas. Ello implicaría que en caso de fallo del sistema mecánico y tener que recurrir a la ventilación natural, sería aconsejable adicionalmente utilizar estas salas.
 - Existen a su vez infiltraciones significativas entre las aulas y algunas de sus cabinas lo que implica que existe contaminación cruzada. Unos valores de contaminantes altos podrían perjudicar también el nivel de calidad ambiental de las cabinas.

- En último lugar, se ha observado que los valores de renovación/hora calculados en el caso de las infiltraciones alcanzan un orden de magnitud que oscila entre 0,1 ren/h y 0,5 ren/h. Estos resultados son lo suficientemente elevados para confirmar la hipótesis de que la carpintería del edificio no es del todo estanca
Además, si se comparan dichos valores con los obtenidos en el caso de la ventilación natural (cuyo orden oscila en torno a 4, 6 ren/h) se concluye que al abrir las ventanas la tasa de renovación resulta ser próxima a 10 veces mayor.

2.7 Líneas de futuro

A través del presente trabajo se ha tratado de dar una solución al edificio CIHEAM a través de la instalación de un sistema de ventilación. Sin embargo, el proyecto podría completarse mediante:

En primer lugar, el desarrollo de un sistema SCADA o similar capaz de traducir la señal generada por los sensores ARANET 4 PRO en una señal 0-10 V para lograr un control de ventilación por demanda.

A continuación, la remodelación del sistema primario de climatización del edificio, y por último la inclusión en el proyecto de reforma de la zona destinada a oficinas y al salón de actos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía. (2011). *Calidad del aire interior*. https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824
- [2] Gobierno de España (2020) *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, Estudio ambiental estratégico y Declaración ambiental estratégica*. [En línea]: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/planes-y-estrategias/pniec_eae_dea_tcm30-521885.pdf
- [3] Ministerio de Fomento. (2019). *Informe sobre prospectiva y evolución futura de los sistemas de climatización y ACS en edificios terciarios*. <https://docplayer.es/196238436-05-informe-sobre-prospectiva-y-evolucion-futura-de-los-sistemas-de-climatizacion-y-ac-s-en-edificios-terciarios.html>
- [4] Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) , < 2013 <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reglamento/RDecreto-1027-2007-Consolidado-9092013.pdf>
- [5] González Martínez, A., de la Puente Gil, A., Vega Barrallo, B., Díez Suárez, A. M., & de Simón Martín, M. (2018). *Manual práctico de climatización en edificios*. Paraninfo.
- [6] *Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE)*. 2006 <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>
- [7] *Protocolo de Kioto*. (2020, 26 junio). ONG Manos Unidas. <https://www.manosunidas.org/observatorio/cambio-climatico/protocolo-kioto>
- [8] Directiva 2002/91/CE del parlamento europeo y del consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios, <https://www.boe.es/doue/2003/001/L00065-00071.pdf>
- [9] Directiva 2010/30/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada (refundición) (Texto pertinente a efectos del EEE), <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:ES:PDF>
- [10] Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. *Calidad del ambiente interior*. <https://www.insst.es/documents/94886/509319/CalidadambinteriorDTECAI.pdf/6f7cfa1c-215d-4f56-9e39-2869a23d8892>
- [11] NTP 243 Ambientes cerrados: calidad del aire. https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_243.pdf/9f6cbba4-ac26-4d0b-aae7-068ca6e66914

- [12] Guardino Solá, X. (1998). Calidad del aire interior. En *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (p. 44.2-44.28).
<https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+44.+Calidad+del+aire+interior>
- [13] Carazo Fernández, L., Fernández Alvarez, R., González-Barcala, F. J., & Rodríguez Portal, J. A. (2012). *Contaminación del aire interior y su impacto en la patología respiratoria*.
<https://www.archbronconeumol.org/es-pdf-S0300289612001196>
- [14] Gómez, E. (2020, 2 octubre). *Un futuro saludable comienza en el interior de los edificios – HEALTHY BUILDINGS PROGRAM*
- [15] Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIE 2.07. *Las instalaciones de climatización, SARS COV 2 y la calidad del aire*, ATECYR(2021)
- [16] ATECYR. (2007). *Comentarios RITE-2007 Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios*
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/10540_comentarios_rite_a2007_2_200d691.pdf
- [17] de Andrés Y Rez.-Pomatta, J. A., Aroca Lastra, S., & Gallego Díez, L. (1998). *Climatización: Acondicionamiento de aire II* (3.^a ed.). Fundación Escuela de la Edificación.
- [18] Atecyr. (2010). *Fundamentos de climatización para instaladores e ingenieros recién titulados*.
- [19] Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIE 9.01. Tipos de *sistemas de climatización*, Atecyr (2001).
- [20] ATECYR. (2012). Guía técnica Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_09_guia_tecnica_ahorro_y_recuperacion_de_energia_en_instalaciones_de_climatizacion_dd65072a.pdf
- [21] Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIE 9.05. *Sistemas de climatización*, Atecyr (2009).
- [22] Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIE 8.01 *Recuperación de energía en sistemas de climatización*.
- [23] Taal, A., & Itard, L. (2020). *Fault detection and diagnosis for indoor air quality in DCV systems: Application of 4S3F method and effects of DBN probabilities*. Elsevier. Published.
- [24] NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior, Instituto nacional de seguridad y salud en el trabajo (INSST), (2003)
https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_549.pdf/e9364a82-6f1b-4590-90e0-1d08b22e1074

- [25] Wang, W, Shao Y, Kargel C. (2012). *Demand controlled ventilation strategies for high indoor air quality and low heating energy demand*
- [26] Ingenieros Industriales Aragón y La Rioja. (2021). *Guía de referencia Covid- Control de contagio de Covid 19 en espacios interiores compartidos.*
- [27] Prieto, P. A. (2017). 1967–2017. Cincuenta años de eficiencia energética en la edificación y sus instalaciones térmicas. <https://www.interempresas.net/Instaladores/Articulos/194349-1967-2017-Cincuenta-anos-eficiencia-energetica-edificacion-sus-instalaciones-termicas.html>
- [28] RD 178/2021 por el que se modifica el RITE, Gobierno de España (2021), <https://www.boe.es/boe/dias/2021/03/24/pdfs/BOE-A-2021-4572.pdf>
- [29] RD 1027/2007 de 20 de Julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios, <> 2007 [En línea]: <https://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf>
- [30] V. Ábalo (2020, octubre). *Control HVAC & Calidad de Aire Interior – HEALTHY BUILDINGS PROGRAM* [Webinar formativo Carriernow].
- [31] Gobierno de España. (2020, noviembre). *Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones.* https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf
- [32] Gobierno de España. (2020). *El Gobierno publica recomendaciones sobre el uso de sistemas de climatización y ventilación para prevenir la expansión del COVID-19.* miteco.gob.es. <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/medidas-covid19/sistemas-climatizacion-ventilacion/default.aspx>
- [33] UNE- EN 1822 *Filtros absolutos (EPA, HEPA Y ULPA) Parte 1: Clasificación, principios generales del ensayo y mercado,* (2020).
- [34] UNE-EN ISO 16890-1 *Filtros de aire utilizados en ventilación general Parte 1: Especificaciones técnicas, requisitos y clasificación según eficiencia basado en la materia particulada (PM),* (2017)
- [35] *Aranet4 Monitor inalámbrico de calidad del aire interior Manual del usuario,* OXcontrol , <https://www.oxcontrol.es/PDF/Aranet4-OXcontrol.pdf>
- [36] Baselga, J. *Ventilación en centros universitarios y estudio sobre la monitorización de la climatización en los edificios de la EINA. Bases del modelo predictivo* (Trabajo Final de Grado), -Escuela de Ingeniería y Arquitectura (2021).
- [37] Testo. *Testo 480 - Medidor multifunción | Calidad del aire interior - luz | Combustión y partículas | Parámetro | México.* <https://www.testo.com/es-MX/testo-480/p/0563-4800>

- [38] ¿No hace falta una calibración?, Industrial Cientific, (2020), *¿No hace falta una calibración?* (indsci.com)
- [39] *Single Beam vs. Dual Beam*. (2d. C.). Senseair. <https://senseair.com/knowledge/sensor-technology/technology/single-beam-vs-dual-beam/>
- [40] Gobierno de España. (2020). *Recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales para la prevención de la propagación del SARS-COV-2*. https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/medidas-covid19/sistemas-climatizacion-ventilacion/guaderecomendacionesporcovid19ensistemasdeclimatizacion_tcm30-509985.pdf
- [41] Gobierno de Aragón. (2021, 2 julio). *Programa de Rehabilitación Energética de Edificios existentes de Aragón (Programa PREE)*. aragon.es. <https://www.aragon.es/-/programa-de-rehabilitacion-energetica-de-edificios-en-edificios-existentes-de-aragon>
- [42] Colaboradores de Wikipedia. (2021, 15 agosto). *Hielo seco*. https://es.wikipedia.org/wiki/Hielo_seco
- [43] TRANE (2021). *ENGINEERS NEWSLETTER providing insights for today's hvac system designer* (volumen 50–3 <https://www.trane.com/commercial/north-america/us/en/404-page-not-found.html>
- [44] UNE- EN ISO 16000-26 Aire de interiores- Parte 26: Estrategia de muestreo del dióxido de carbono (CO2) ; (2014)
- [45] Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIE 2.02. *Calidad de aire interior*, Atecyr (2006).
- [46] Besada, D. (2019, 15 octubre). Unidades de tratamiento de aire, Air Handling Unit (UTA) [Blog]. Engineers & Architects. <https://www.e-zigurat.com/blog/es/unidades-tratamiento-aire-uta/>
- [47] Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIE 11.02. *Regulación y control de instalaciones de climatización*, Atecyr (2010).
- [48] ASHRAE STANDARD. (2003). *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Standards%20and%20Guidelines/Standards%20Addenda/62-2001/62-2001_Addendum-n.pdf
- [49] HARVARD T.H.CHAN. (2020, agosto). Guía en 5 pasos para medir la tasa de renovación de aire en aulas. https://andefil.com/wp-content/uploads/2020/09/guia_ventilacion.pdf
- [50] NTP 243: Ambientes cerrados: calidad del aire (INSST), (198+) https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_549.pdf/e9364a82-6f1b-4590-90e0-1d08b22e1074
- [51] OMS. (2018, 2 mayo). *Calidad del aire ambiente (exterior) y salud*. Organización mundial de la salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

ANEXO I – CONTAMINANTES

El aporte de aire exterior ha de ser suficiente para diluir los contaminantes hasta niveles que estén por debajo de la percepción humana y, evidentemente, de los considerados perjudiciales para la salud [50].

La organización mundial de la salud (OMS), a través de directrices, establece unos límites y umbrales en relación a estos contaminantes. *Dichas directrices señalan que mediante la reducción de la contaminación con partículas (PM10) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) es posible reducir en un 15% el número de defunciones relacionadas con la contaminación del aire [51].*

La siguiente tabla recogida por la NTP 607 y tomada del documento sobre calidad del aire interior publicado por el observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía (osman), resume algunos de los valores que la Organización Mundial de la Salud da para concentración de contaminantes en ambientes interiores, según su efecto en la salud.

Valores guía según la OMS basados en efectos conocidos para la salud			
Compuesto	Efecto sobre la salud	Valor guía ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de exposición
Dióxido de azufre	*Cambios en la función pulmonar en asmáticos	500	10 minutos
	*Aumento de los síntomas respiratorios en individuos sensibles	125	24 horas
		50	1 año
Dióxido de nitrógeno	Ligeros cambios de la función pulmonar en asmáticos	200 (0,1 ppm)	1 hora
		40 (0,02 ppm)	1 año
Monóxido de carbono	Nivel crítico de carboxihemoglobina < 2,5%	100000 (90 ppm)	15 minutos
		60000 (50 ppm)	30 minutos
		30000 (25 ppm)	1 hora
		10000 (10 ppm)	8 horas
Ozono	Respuestas de la función respiratoria	120	8 horas

Tabla 1.1- Valores límite recomendados por la OMS y los efectos que éstos producen sobre la salud. Fuente: documento calidad del aire interior, osman (2011).

ANEXO II- INTERCAMBIADORES DE CALOR

Los centros educativos, como es el caso de estudio, en consecuencia a su alta densidad de ocupación requieren de niveles de ventilación elevados y precisan de una alta filtración que permita conseguir la óptima calidad ambiental. El gasto energético que conlleva alcanzar este objetivo supone que la implantación del enfriamiento gratuito o la recuperación de calor de extracción como estrategias de ahorro resulten ser de implantación obligada [21]. La recuperación de esta energía es posible llevarla a cabo a través de diferentes tipos de recuperadores. La siguiente información se ha tomado del documento técnico en instalaciones de la Edificación 8.01- Recuperación de energía en sistemas de climatización.

1. Recuperador de placas

Formados por una carcasa cuya sección se divide en pasajes de configuración celular. Cada dos placas adyacentes forman conductos para el aire de extracción e impulsión a través de los cuales tiene lugar la transmisión de calor. Pueden dividirse en intercambiadores de placas (generalmente proyectados a contracorriente) o de placas con aletas (de flujo cruzado). Mientras que el primero permite mejores rendimientos, el segundo una más fácil sistematización de sus componentes.

Suelen utilizarse para recuperar calor sensible.

Entre los criterios de diseño, el material más indicado para su construcción es el aluminio y el aluminio acrílico. Al mismo tiempo, cuanto mayor es la separación dada entre placas, menor rendimiento, menor pérdida de carga y menor recuperación de energía.

2. Rotativo

Formados por una carcasa de hierro galvanizado que contiene una rueda o tambor giratorio atravesado por el flujo de aire exterior y el flujo de extracción. Pueden intercambiar calor sensible y latente si el recuperador es entálpico, en cuyo caso el rotor es tratado por un material higroscópico.

Suele construirse en metal, fibras inorgánicas o polímeros sintéticos y orgánicos y debe tenerse en cuenta que sólo los materiales metálicos pueden tratarse higroscópicamente. Para obtener el máximo rendimiento conviene que los flujos de aire se muevan en contracorriente, la instalación posea dispositivos para drenar o condensación del agua o utilizar ventiladores de velocidad variable.

La principal ventaja es la posibilidad de regulación y control. Pueden ser de revoluciones contantes o variables y como variables de control se usan la temperatura, humedad y entalpía.

3. Recuperador por circulación y rociado

El intercambio de calor entre los dos flujos tiene lugar mediante el rociado en contracorriente de un líquido higroscópico sobre el lecho de relleno de dos intercambiadores. La unidad requiere de dos bombas para impulsar el líquido higroscópico y un separador de gotas para evitar su arrastre con la solución. Puede adicionalmente humidificar y calentar las corrientes.

La eficiencia depende de la velocidad frontal de entrada de aire a las torres. Además en invierno puede mejorarse con un precalentamiento del aire en la entrada a la torre y una tubería de aportación de aire que suministre el aire con la humedad específica pertinente.

4. Recuperador de dos baterías con bomba

Se lleva a cabo mediante dos baterías aleteadas unidas entre sí a través de un circuito de transferencia de energía térmica recuperada. Una bomba hace circular el líquido portador de calor entre las dos baterías en contracorriente con cada uno de los flujos de aire. Se utilizan para recuperar calor sensible por lo que debe considerarse la posible condensación y las caídas de presión que conllevan.

Para evitar problemas de congelación es necesaria la instalación de una válvula de 3 vías que garantice un caudal de líquido de forma que la temperatura del mismo a la entrada de la batería de enfriamiento permanezca suficientemente elevada para evitar la congelación del condensado.

5. Recuperador evaporativo directo

Se evapora una corriente de agua al aire de suministro (recuperador directo) o a una corriente secundaria de aire con la que se intercambia sensiblemente el calor a través de un intercambiador.

Esta evaporación directa sólo se puede llevar a cabo en caso de mezclar una parte del aire de extracción con el de renovación de forma que se aprovecha parte del contenido energético.

No existe opción de regulación.

6. Recuperador evaporativo indirecto

Implica la evaporación del agua al igual que en el caso anterior pero en este caso en una corriente secundaria del aire (extracción); Además en este caso el enfriamiento evaporativo directo tiene lugar de forma simultánea al intercambio de calor sensible entre las corrientes de aire de modo que se obtiene un efecto similar al de condensación en intercambiadores de placas.

7. Recuperador evaporador-condensador con retorno por gravedad

Formados por muchos tubos reunidos mediante un paquete de aletas formando una tubería. En ella se ha hecho el vacío y con un fluido de trabajo que fluye por gravedad. Es posible regular para estaciones intermedias para ello se requiere de un sistema de conductos y compuertas.

8. Recuperador de tubos de calor

A diferencia de los anteriores están revestidos por un material poroso de modo que el retorno del condensado a la extremidad caliente se realiza por acción capilar, sin depender de la acción de la gravedad.

Empleo de compuertas conjugadas o la inclinación del intercambiador son métodos bastante eficientes para regular la eficiencia.

9. Recuperador tipo bomba de calor

Esta máquina absorbe energía térmica de una fuente fría para transferirlo a una caliente utilizando un fluido intermedio y mediante un consumo suplementario de energía.

La regulación más importante está referida a los procesos de inversión de ciclo para su operación. A través de un dispositivo se invierte la función del evaporador y del condensador (válvula de cuatro vías que invierte las conexiones del evaporador y condensador con respecto al compresor). También se utiliza para eliminar la escarcha.

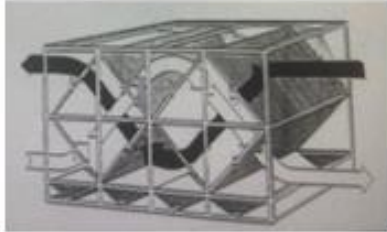
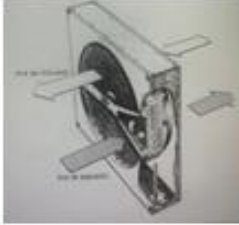
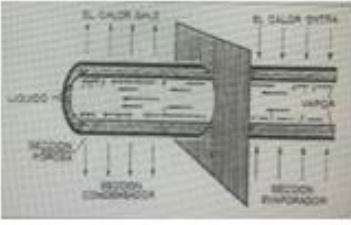
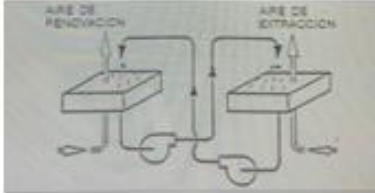
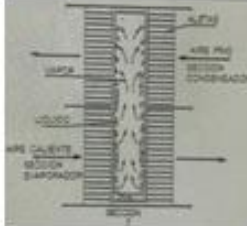
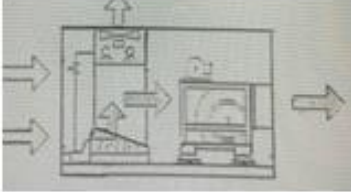
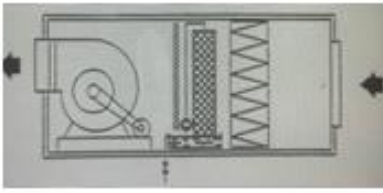
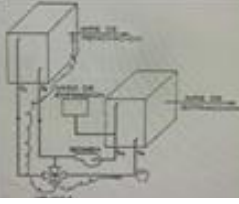

 <p>Recuperador de placas</p>	 <p>Recuperador rotativo</p>	 <p>Recuperador de tubos</p>
 <p>Recuperador recirculación y rociado</p>	 <p>Evaporador-condensador</p>	 <p>Evaporador indirecto</p>
 <p>Evaporador directo</p>	 <p>Recuperador dos bombas</p>	 <p>Recuperador de bomba</p>

Figura 2.1-Recopilación imágenes recuperadores de calor. Fuente: DTIE 8.01 [22]

ANEXO III- MÉTODOS PARA DETERMINAR EL CAUDAL DE VENTILACIÓN NECESARIO PROPUESTO POR EL RITE

1. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Se emplea cuando los ocupantes del local poseen una actividad metabólica similar a 1,2 met (oficinas, aulas, salas de conferencias..) y suponen la principal fuente de emisión de contaminantes.

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

Tabla 3.1-Caudales de aire exterior (l/s) por persona. Fuente: Tabla 1.4.2.1 del RITE

Para obtener el caudal de ventilación, en primer lugar se establece la calidad de aire interior que se pretende alcanzar y se multiplica el número de ocupantes por el caudal mínimo dado. En los locales donde se permita fumar, los caudales se duplican

2. Método directo por calidad de aire percibido

Es un método olfativo, que debido a la subjetividad que conlleva, resulta de muy difícil aplicación. Para calcular el caudal de ventilación requerido se utiliza la ecuación:

$$Q_c = 10 \cdot \frac{G_c}{C_{c,i} - C_{c,o}} \cdot \frac{1}{\epsilon_v}$$

Donde Q_c es el caudal de ventilación, G_c es la carga contaminante sensorial en olf, $C_{c,i}$ la calidad del aire interior percibida deseada en decipol, $C_{c,o}$ la calidad del aire exterior percibida en la entrada del aire en decipol y ϵ_v la efectividad de la ventilación. La calidad del aire percibida interior viene dada por la tabla 1.4.2.2 del Reglamento y la exterior suele considerarse nula. Por último, la efectividad de la ventilación depende de la posición de las rejillas de impulsión y retorno.

3. Método directo por concentración de CO₂

Se utiliza sobretodo cuando los principales contaminantes se producen por bioefluentes humanos. Se utiliza la ecuación:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\epsilon_v}$$

Donde Q_h es el caudal de ventilación, G_h es la carga contaminante de CO₂ en l/s (calculada a partir de la Tabla13, $(C_{h,i} - C_{h,o})$ la diferencia entre la concentración de CO₂ en el aire interior y exterior en partes por uno (10⁻⁶ ppm) y ϵ_v la efectividad de la ventilación.

Los valores de concentración de CO₂ en el aire interior sobre el exterior $(C_{h,i} - C_{h,o})$ en función de la calidad del aire interior (IDA), se muestran en la siguiente Tabla.

Categoría	ppm(*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200

* Concentración (partes por millón en volumen) por encima de la

Tabla 3.2-Concentración (partes por millón en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior Fuente: Tabla 1.4.2.1 del RITE

4. Método indirecto de caudal de aire por unidad superficie

Se utiliza generalmente para espacios no dedicados a ocupación humana permanente. Los caudales se obtienen calculando los m² de los locales y aplicando los valores siguientes:

Categoría	l/s por m ²
IDA 1	no aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Tabla 3.3-Caudales de aire exterior (l/s) por persona. Fuente: Tabla 1.4.2.1 del RITE

5. Método de la dilución

Cuando en un local existan emisiones conocidas de materiales contaminantes específicos, se empleará el método de dilución. El cálculo a realizar será similar al empleado en el método directo por concentración de CO₂

- **Desarrollo de cálculo de nivel de CO₂ para CIHEAM**

En concordancia con lo establecido en el reglamento de instalaciones térmicas de los edificios. A partir de la definición de IDA 2 para la calidad del aire interior y el caudal mínimo por persona impuesto por el RITE (12,5 L/s·persona), se estima la capacidad máxima frecuente de personas en cada estancia y se calcula el caudal de ventilación multiplicando dicho valor por 12,5.

De igual forma, para calcular el número de renovaciones/h requeridas se divide el caudal requerido entre el volumen de las estancias.

	PLANTA 0		PLANTA 1						PLANTA 2				
	HALL - CAFÉ-VESTÍBULO	SALA 35	AULA A	AULA B	ORDENADORES	SEM A1	SEM A2	SEM B2	AULA C	AULA D	ORDENADORES	SEM C1	SEM C2
Ocupación Frecuente	20	26	35	35	35	8	8	8	40	70	35	8	8
Volumen (m ³)	182	240	240	240	180	35	35	35	270	368	192	35	35
Caudal requerido	900	1170	1575	1575	1575	100	100	100	1800	3150	1575	100	100
Número de renovaciones/h	4,95	4,88	6,56	6,56	8,75	2,86	2,86	2,86	6,67	8,56	8,20	2,86	2,86

Tabla 3.4-Caudales de aire exterior (l/s) calculados para el CIHEAM.

- **Selección de los equipos a partir del cálculo de caudales de ventilación**

La selección de los equipos se realiza ajustándose a los caudales mínimos de ventilación calculados, teniendo en cuenta que el caudal total demandado sin contar con los seminarios resulta 2070 m³/h para la planta baja, 4725 m³/h para la planta primera y 6525 m³/h para la planta segunda.

No obstante, puesto que finalmente se ha decidido incluir a los seminarios en el proyecto de climatización, las unidades deberán seleccionarse considerando un caudal total necesario de 2070 m³/h para la planta baja, 5025 m³/h para la planta 1 y 6725 m³/h para la planta 2.

Esto supone que las UTAs seleccionadas deberán ser de características equivalentes pero dimensionadas para tratar caudales superiores.

ANEXO IV- PARTES DE UNA UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE (UTA)

Las unidades de tratamiento de aire se fabrican a partir del estudio de las necesidades de cada caso. Generalmente, las partes que integran una UTA son:

- Secciones de conexión al exterior
Permiten la entrada y expulsión de aire al exterior de forma regulada, mezclando con aire de retorno o exclusivamente exterior mediante una regulación de compuertas con el exterior.
- Sección de mezcla, cuyas compuertas permiten ajustar el caudal de aire de retorno y/o exterior en función de las necesidades [19].
- Sección de recuperación formado por un intercambiador encargado de recuperar energía (descritos en el apartado número 1.4.2)
- Sección de expansión o plenums
Suponen espacios vacíos entre secciones de tratamiento de aire que permiten uniformizar el flujo de aire antes de entrar en otra sección.
- Sección de baterías de frío y/o calor
Formadas generalmente por tubos aleteados por cuyo interior circula el fluido refrigerante, agua fría o caliente; y sobre las aletas el aire que se pretende tratar. En el caso de baterías de frío, la velocidad de paso del aire no debe ser superior 2,7 para evitar que se produzca la condensación de gotas y conviene recubrir las aletas con alguna capa protectora que las haga resistentes a la corrosión [18].
- Sección de filtros encargada de purificar el aire y eliminar las posibles partículas presentes. En ella se profundiza en el apartado número 1.2.4.
- Sección de ventiladores encargados de aportando un incremento de presión al aire con el fin de vencer la pérdida de carga que éste experimenta a lo largo del recorrido de la instalación [20].
- Sección de humidificación con el fin de acondicionar higrométricamente el aire
Para ello es posible utilizar humectadores isoentálpicos cuyo funcionamiento se basa en evaporar agua a la corriente de aire a través de diferentes estrategias, o humectadores de vapor mediante el aporte de calor al agua.
El primer caso, conlleva un estricto mantenimiento para reducir el riesgo de Legionela. Los segundos, además de reducir el desarrollo de bacterias, pueden graduarse con mayor precisión y de manera más progresiva pero implican un alto consumo de energía [19].

ANEXO V - RUIDO EN SISTEMAS DE VENTILACIÓN

El boletín de ingenieros analiza consideraciones para sistemas de techo abierto cuando se utilizan sistemas de volumen de aire variable (VAV).

Este caso es de especial interés ya que las placas acústicas del techo, además de ocultar el equipamiento eléctrico mecánico y de fontanería y servir para separar la zona ocupada y el plenum, permiten obtener beneficios acústicos ya que absorben el sonido generado en el plenum y en el espacio ocupado.

Cuando los sistemas son instalados en techo abierto, es posible utilizar métodos para replicar la atenuación proporcionada por los plafones acústicos. Entre ellos, se puede optar por utilizar un spray acústico o materiales blandos como alfombras, muebles o paredes de tela, para aumentar la absorción acústica y reducir la reverberación; o por otro lado, incorporar paneles acústicos, deflectores o "nubes" que agreguen una atenuación estéticamente agradable. No obstante, a pesar de que estas opciones ayudan a reducir la reverberación, no evitan la radiación directa de sonido de los sistemas mecánicos, incluidas las cajas VAV [43].

El ruido generado por los sistemas de ventilación VAV es debido al propio flujo de aire y al ruido radiado. Únicamente el ruido derivado de los flujos de aire puede atenuarse con la instalación de silenciadores. No obstante hay varias consideraciones que se pueden hacer al diseñar un sistema VAV en cuanto a sonido. Las siguientes consideraciones recogidas en el boletín de ingenieros emitido por TRANE son importantes para todas las instalaciones, sin embargo son más importantes en sistemas de techo abierto [43]:

1. Localización de los sistemas VAV

Es mejor colocar las unidades terminales alejadas de los espacios críticos. Como alternativa las cajas de volumen variable pueden colocarse sobre los pasillos, salas de almacenaje u otros espacios que sean menos sensibles a irradiar el ruido.

Esto resulta todavía más importante cuando las cajas VAV son alimentadas por un ventilador. No obstante, en este caso pueden usarse motores ECM para modular lentamente la velocidad del ventilador y así reducir los cambios bruscos que generan notables cambios de sonido.

2. Tamaño de las cajas VAV

No deben sobredimensionarse ya que una válvula de aire sobredimensionada puede afectar negativamente la capacidad de la caja para modular el flujo de aire y controlar adecuadamente la temperatura de la zona. En el peor de los casos escenario, es posible que la válvula de aire opere como una válvula de dos posiciones (on / off). Cuando se seleccionan las cajas VAV, se debe asegurar que se cumplen los mínimos límites de velocidad del aire; en general, todos los fabricantes requieren un mínimo de aire velocidad de 300 pies por minuto para lograr un flujo independiente de la presión.

3. Operación de las cajas VAV

Los sistemas que cuentan con muchas cajas VAV corren el riesgo de crear un exceso de conductos a presión con flujo bajo cuando se apagan muchas de las cajas. Esto puede resultar en una condición donde el suministro del ventilador del sistema puede entrar en pérdida, creando un rugido o ruido retumbante y acompañante de una oleada de flujo de aire.

Con el fin de reducir la potencia del ventilador de suministro, mientras se mantienen las válvulas de aire lo más abiertas posible se debe tratar de optimizar la presión del ventilador. Esto da como resultado un ventilador de suministro con un ruido reducido generado por la restricción de la válvula de aire en la caja VAV, y suministre ahorros de energía del ventilador, todo mientras se mantiene la temperatura del espacio.

4. Aislamiento de la unidad

Los fabricantes de cajas VAV ofrecen una variedad de tipos de aislamiento y opciones, incluyendo mate, con cara de aluminio, fibra de vidrio, doble pared y celda cerrada de espuma. Generalmente, la de doble pared y la espuma de celda cerrada proporcionan menos atenuación debido a la reflexión de la superficie proporcionada por la pared interior.

5. Atenuación de la unidad.

Muchos de los fabricantes proporcionan un conducto de sección revestida en la caja VAV de descarga. Alternativamente, durante la instalación, el contratista puede proporcionar un revestimiento acústico en el conducto de descarga. Esto suele ser más fácil y menos económico que las opciones de fábrica.

6. Forma de conducto

El conducto ovalado en espiral y plano es a menudo más rígido que el conducto rectangular. Como resultado, los conductos en espiral u ovalados planos pueden reducir la fuga de sonido. Esto reduce la cantidad de sonido generado aguas arriba o dentro del conducto de ser transmitido a través de la pared del conducto en el espacio circundante.

Por último, a través del modelado acústico es posible modelar varias soluciones de atenuación con el fin de seleccionar aquella que afronte los desafíos derivados en relación al ruido de forma óptima [43].

ANEXO VI – TECNOLOGÍA NDIR Y SENSORES ARANET4

Tecnología NDIR (Del inglés non dispersive infrared)

Esta tecnología, que sirve para medir la cantidad de CO₂ ambiental, se basa en la técnica de espectroscopia infrarroja no dispersiva. *La cantidad de CO₂ se cuantifica directamente a partir de la cantidad de radiación IR absorbida por el CO₂ en el interior de una pequeña cámara por la que fluye aire* [26].

Esta radiación, que es emitida generalmente por un LED, posee una longitud de onda que el CO₂ es capaz de absorber y aquella parte no absorbida, es seleccionada por un filtro óptico y cuantificada a través de la medición de un sensor NDIR. *Cuanta menos luz pasa, mayor es la concentración de CO₂* [35].

Para que con el tiempo la traducción realizada por el sensor siga siendo correcta, el sensor necesita de una referencia con la que comparar y realinear la energía medida. Los puntos tomados como referencia, de forma generalizada pueden agruparse en sensores de doble o un sólo canal [39].

Los de doble canal están formados por dos emisores que realizan medidas de forma independiente: el emisor principal realiza medidas continuamente y el de referencia mide a intervalos de tiempo menores. Al reducir el número de medidas realizadas por el sensor de referencia, se pretende reducir su desgaste para que el deterioro con respecto al sensor principal sea menor y se pueda asumir como referencia su calibración de fábrica. Sin embargo, esto no funciona muy bien en la práctica ya que en el deterioro del sensor no sólo depende de la señal generada. *Además, esta configuración tiene un precio más alto y hace que los componentes electrónicos sean más estrechos o que el tamaño total del sensor sea mayor* [39]. Por ello, aunque durante el tiempo más cercano a su calibración de fábrica resultan de una gran precisión de medición, con el tiempo tienden a no ser recomendados [39].

La configuración del canal simple es mucho más simple ya que no hay referencias internas. Las únicas referencias utilizadas son externas y usan gases de calibración conocidos directamente o mantienen una referencia en correlación con el aire fresco como base.

A pesar de que éstos pueden tener un rendimiento deficiente de fábrica, ya que necesitan tomar muestras de la base de aire fresco esporádicamente para corregir cualquier desviación sufrida durante el transporte y ensamblaje o la instalación del producto final, resultan ser una solución más eficiente para las mediciones de calidad a lo largo plazo [39].

En el caso del sensor de CO₂ Aranet4 se trata de un sensor de haz único. No obstante, estas unidades se calibran en fábrica con una precisión equivalente a la de las unidades de doble haz [38].

El error de una medición es la diferencia entre el valor de dicha medida y el valor verdadero. La calibración es una operación que, bajo condiciones especificadas, establece una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas de los patrones de medida, y los valores y las incertidumbres de medida asociadas del equipo de medición a calibrar. La tolerancia de medición marca el error o la inexactitud permitido del valor de medición con respecto al valor verdadero [36].

	ARANET4 PRO	ARANET4 HOME
Medidas	CO ₂ (dióxido de carbono), temperatura, humedad relativa, presión atmosférica	
Rango de medición		
CO ₂	0-9999 ppm	
Temperatura	De 0 °C a 50 °C (de 32 °F a 122 °F)	
Humedad relativa	0 % a 85 % HR	
Presión atmosférica	0.3 a 1.1 atm (4.4 a 16.0 psi)	
Precisión de medición *		
CO ₂	0-2000 ppm ±50 ppm o 3 % de lectura; 2001-9999 ppm ±10 % de la lectura	
Temperatura	±0.4 °C (±0.72 °F)	
Humedad relativa	±3 %	
Presión atmosférica	±0.001 ATM	
Calibración de medición de CO₂	Automático o manual (a 420 ppm)	
Entorno operativo	Uso en interiores	
Transmisión de datos	1, 2, 5, 10 minutos	
Protección de datos	Cifrado de datos	
Opciones de alimentación	2 pilas alcalinas AA	
Duración de la batería a 20°C / 68°F	Hasta 2 años **	
Temperatura de funcionamiento	Temperatura de 0 °C a 50 °C (de 32 °F a 122 °F)	
Humedad de funcionamiento	0 % a 85 % sin condensación	
Dimensiones	70 x 70 x 24 mm / 2.716" x 2.76" x 0.94"	
Peso	104 g (3.7 oz)	
Construcción	Policarbonato	
Clase de protección	IP20	
Marca	CE	
Incluido	2 pilas alcalinas AA	
Frecuencia	Depende de las instrucciones de la estación base	
Rango de visión	Bluetooth hasta 10 m / 33 ft Radio Aranet hasta 3 km / 1,9 mi	Bluetooth hasta 10 m / 33 ft
Potencia del transmisor	Bluetooth: -12 dBm o 4 dBm (seleccionable por el usuario) Radio Aranet LoRa: 14 dBm	Bluetooth: -12 dBm o 4 dBm (seleccionable por el usuario)
Unidades base compatibles	Aranet PRO (desde v1.3.2)	-

Tabla 6.1 - Características técnicas Sensores Aranet4. Fuente: oxocontrol

ANEXO VII-METODOLOGÍA DE CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES

La calibración de los equipos puede llevarse a cabo de manera manual o a través de la aplicación Aranet4 siguiendo el procedimiento detallado en el anexo número del TFG de Javier Baselga. En cualquiera de los casos la calibración debe llevarse a cabo en una atmósfera en la que exista una concentración próxima a 420 ppm, la cual hemos determinado que existe en el exterior.

Para proceder de manera manual, como es el caso, se debe cambiar el interruptor de la parte trasera del dispositivo de la posición manual-automático-manual en un periodo de 1 segundo. Automáticamente se enciende una luz roja y la pantalla del dispositivo indica que se ha iniciado la calibración. Este proceso dura varios minutos y durante ese tiempo se debe permanecer a una distancia del aparato como mínimo de un metro.

Los equipos 00F11, 00EE8, 00ED7, 00F17, 00EE3, 00F1E y 00ED5 fueron verificados el día 9-07-2021. El resto de los sensores entre el día 27-07-2021 y 28-07-2021.



Figura 7.1- Re calibración de los sensores CO₂. Fuente: Elaboración propia

Para comprobar que los dispositivos estaban bien calibrados, una vez terminado el proceso, se compararon los valores medidos con los del dispositivo Testo480 como referencia. En la tabla 6.1 se observa cómo en todos los casos la diferencia entre dichos valores es inferior a la tolerancia.

tiempo	testo	00F1E	00F11	00F17	00EE8	00EE3	003D5	00ED7	$\Delta(00F1E - \text{TESTO})$	$\Delta(00F11 - \text{TESTO})$	$\Delta(00F17 - \text{TESTO})$	$\Delta(00EE8 - \text{TESTO})$	$\Delta(00EE3 - \text{TESTO})$	$\Delta(00ED7 - \text{TESTO})$	$\Delta(00ED5 - \text{TESTO})$
0	426	452	434	453	446	437	448	447	26	8	27	20	11	22	21
5	434	433	431	448	446	451	447	450	1	3	14	12	17	13	16
10	423	430	449	447	448	453	453	424	7	26	24	25	30	30	2
15	420	471	434	437	436	437	436	432	51	14	17	16	17	16	12
20	431	447	448	451	452	438	428	434	16	17	20	21	7	3	8
25	418	424	441	452	439	429	442	432	6	23	34	21	11	24	14
30	426	465	461	434	442	457	451	445	39	35	8	16	31	25	19
CALIBRADO															

Tabla 7.1- Verificación de los sensores

ANEXO VIII-CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Número

Number

21LEG00940

Página 1 de 3

Page 1 of 3

Instrumentos **testo** S.A.
Zona Industrial C/ B Nº 3
08348 Cabrils (Barcelona)
Teléfono 93 7539520 - Fax 93 7539526
info@testo.es - http://www.testo.es



OBJETO <i>Item</i>	testo 480
MARCA <i>Brand</i>	Testo
MODELO INSTRUMENTO <i>Model</i>	0560 0480
IDENTIFICACION <i>Identification</i>	60751613
s/Ref <i>y/Ref</i>	
n/Ref <i>o/Ref</i>	23298734
Visualizador <i>Control unit</i>	
Sonda/s <i>Probe/s</i>	0632 1543 03118038
SOLICITANTE <i>Applicant</i>	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA / MAQUINAS Y MOTORES TERMICOS CL. MARIA LUNA, 3 ED. BETANCOURT. TORRES QUEVEDO 50018 ZARAGOZA
Fecha de Calibracion <i>Date of Calibration</i>	17 de mayo de 2021
Técnico <i>Technician</i>	Eduard Giner

Signatario/s autorizado/s
Authorised Signatory/es

Firmado digitalmente por: MAÑE CRUZ JORGE -
46053950S
Director Técnico

Fecha: 18/05/2021 09:17

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.
ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de certificados de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).
This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurements capability of the laboratory and its traceability to national or international standards.
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the international Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Número
Number

21LEG00940

Calibración:

Antes de proceder a la calibración el instrumento permaneció, en condiciones ambientales estables, en el laboratorio de calibración el tiempo suficiente para su estabilización (un mínimo de 2 horas).

El instrumento fue operado y permaneció encendido el tiempo suficiente para alcanzar la estabilidad térmica antes de proceder al proceso de calibración.

Los procedimientos utilizados para la calibración fueron PRE-04 (en laboratorio) o PRE-18 (in situ) en curso.

Condiciones ambientales durante la calibración:

	Inicial	Final
Temperatura:	22.6 °C	22.8 °C
Humedad relativa:	53.6 % HR	52.7 % HR
Presión atmosférica:	990.8 hPa	990.9 hPa

Para los distintos gases se ha aplicado al equipo una concentración de gas conocida y comparado con el valor visualizado en el instrumento.

Las mediciones se han obtenido de forma independiente, tras suministrar gas patrón con un flujo constante, durante el tiempo suficiente para asegurar la estabilidad de la medida. Al finalizar las mediciones, el instrumento aspira aire en condiciones de laboratorio para proceder a la limpieza de los sensores.

Los valores del error y la incertidumbre que aparecen en la tabla de valores de calibración se han obtenido tras realizar cinco mediciones con el instrumento a calibrar, para cada punto de calibración, dejando pasar entre cada una de ellas un tiempo que en ningún caso fue inferior a 30 segundos. Los valores reflejados en la tabla de resultados corresponden al valor medio de las lecturas realizadas.

Incertidumbre:

Para la determinación de la incertidumbre se han considerado, como mínimo, las siguientes contribuciones: resolución y redondeo, patrón de referencia, repetibilidad y reproducibilidad del instrumento.

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por el factor de cobertura k que, para una distribución de t de Student con los grados efectivos de libertad calculados, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado de acuerdo con el documento EA-4/02.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration

Número
Number

21LEG00940

TABLA DE VALORES DE LA CALIBRACION

Modelo	Parámetro	Unidad medición	Valor del patrón	Media valores medidos	Error	Incertidumbre en la medición	Factor de cobertura k
0632 1543	CO2	ppm	0.5	4.0	3.5	1.5	2
0632 1543	CO2	ppm	997.0	966.0	31.0	20	2
0632 1543	CO2	ppm	5072.0	4986.2	85.8	38	2

La unidad básica de cantidad de sustancia del Sistema Internacional de Unidades es el mol:

$$1 \text{ ppm} = 1.10^{-8} \text{ mol.mol}^{-1}$$

$$1 \% = 1.10^{-2} \text{ mol.mol}^{-1}$$

ANEXO IX- UBICACIÓN E INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE CO₂

La cantidad y la ubicación de los sensores de CO₂ deben definirse dependiendo de las características del espacio. La norma UNE-EN ISO 16000-26:2014 indica que “para estancias de hasta 50 m² es suficiente tener un punto de muestreo que debería estar a 1,5 m de altura y a una distancia de, al menos, 1-2 m de las paredes”. No obstante, es necesario llevar a cabo un estudio según el caso. En general, se debe intentar [44]:

- Evitar ubicaciones en las cuales las personas puedan respirar directamente sobre el sensor ya que al exhalar las personas emiten 40.000 ppm de CO₂.
- Evitar siempre ubicar el sensor próximo a cualquier entrada de aire exterior o de otros recintos. En ventilación mecánica evita proximidad a difusores o rejillas de impulsión al local. En ventilación natural evita proximidad a puertas, ventanas o aberturas por las que entren corrientes de aire.
- No obstaculizar la entrada-salida del aire del medidor con ningún objeto.
- Evitar ubicaciones cercanas a fuentes importantes de emisión de CO₂ como animales, estufas de butano, hornos de combustión, etc. Si la fuente de emisión de CO₂ impide el uso de estos medidores, se recomienda usar un sistema de valoración de la ventilación alternativo, como los recogidos en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

ANEXO X -- RESULTADOS OBTENIDOS

◆ AULA C

La prueba realizada en el aula C fue llevada a cabo el día 8 de julio de 2021, entre las 11:25 – 13:25. Durante dicho intervalo de tiempo la temperatura media exterior era 24,6 °C y la velocidad media del viento 6,8 m/s². A la reunión asistieron un total de 18 personas.

La disposición otorgada para los sensores se muestra en la figura 10.1.

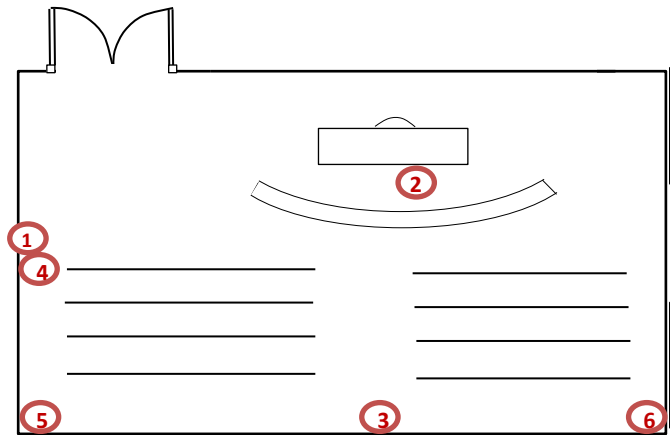


Figura 10.1- Disposición de los sensores CO₂ aula C planta 2.

Los valores obtenidos por cada uno de los sensores a lo largo de la reunión se recogen en la tabla número 10.1 agrupados con un periodo de 10 minutos.

Posición del sensor	1	2	3	4	5	6
11:25	513,80	448,40	494,00	495,20	495,80	522,00
11:35	610,80	538,60	584,60	599,80	583,20	654,20
11:45	654,40	662,00	690,60	759,40	713,20	681,80
11:55	549,80	555,60	528,40	509,60	501,60	505,00
12:05	484,60	475,80	474,00	458,20	459,60	475,40
12:15	477,40	463,60	465,40	439,20	432,00	456,40
12:25	478,80	465,80	463,60	442,00	436,40	461,80
12:35	490,80	474,40	465,40	442,60	433,20	457,20
12:45	483,00	470,80	461,60	436,00	437,00	461,80
12:55	498,80	470,60	471,40	441,60	450,00	470,00
13:05	486,40	469,40	459,00	444,80	440,20	457,40
13:15	488,20	469,80	465,40	435,20	432,80	459,40
13:25	497,00	494,50	466,25	446,00	439,40	466,50

Tabla 10.1- Valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión

Fuente: Elaboración propia

Además, los valores se representan a continuación en la gráfica número 10.2

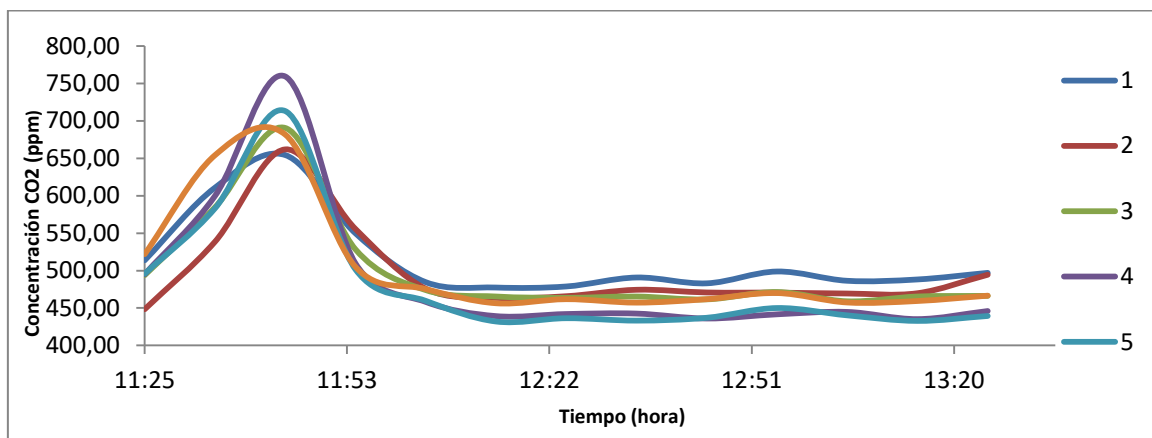


Figura 10.2- Evolución de valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.
Fuente: Elaboración propia

◆ SALA 35

La prueba realizada en la sala 35 fue llevada a cabo el día 12 de julio de 2021, entre las 10:00 – 11:25. Durante dicho intervalo de tiempo la temperatura media exterior era 26,4 °C y la velocidad media del viento 7,3 m/s. A la reunión asistieron un total de 10 personas.

La disposición otorgada para los sensores se muestra en la figura número 10.3.

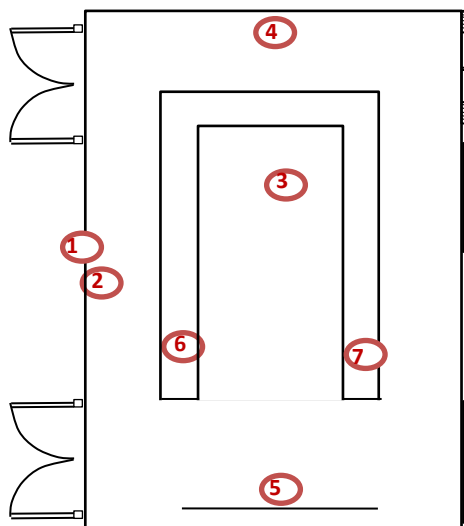


Figura número 10.3- Disposición de los sensores CO₂ sala 35.
Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos por cada uno de los sensores a lo largo de la reunión se recogen en la tabla número 10.3 agrupados con un periodo de 5 minutos.

Posición	1	2	3	4	5	6	7
9:56	436,67	435,50	438,33	440,30	445,50	449,00	423,00
10:01	453,50	451,33	425,00	441,50	451,33	462,33	442,00
10:06	543,33	498,00	474,00	501,33	511,50	494,00	520,67
10:11	634,00	585,00	515,00	581,55	569,67	580,00	619,50
10:16	747,33	658,00	563,00	685,33	656,00	653,00	721,33
10:21	807,00	730,67	623,00	698,00	670,67	694,33	788,50
10:26	760,67	612,50	643,67	626,67	589,00	687,50	797,00
10:31	536,00	439,00	509,50	471,50	473,00	528,67	593,50
10:36	459,33	433,00	474,00	440,30	455,50	468,00	483,33
10:41	453,50	425,00	488,50	443,50	445,33	456,67	456,50
10:46	453,00	424,50	466,33	432,67	452,00	445,00	450,00
10:51	452,50	433,00	458,50	445,50	441,50	453,67	454,50
10:56	447,67	424,50	458,33	433,33	450,00	444,00	445,67
11:01	447,00	429,33	459,50	436,50	441,33	451,33	452,50
11:06	442,00	436,50	456,67	431,00	443,50	438,00	442,00
11:11	446,00	428,00	447,50	437,00	438,00	448,33	438,00
11:16	442,00	433,50	461,67	435,67	451,00	451,50	441,67
11:21	449,50	429,00	470,00	432,50	455,33	452,00	434,50
11:26	433,33	433,50	459,33	443,00	449,50	464,50	444,00

Tabla 10.2- Valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, los valores se representan a continuación en la gráfica número 10.4.

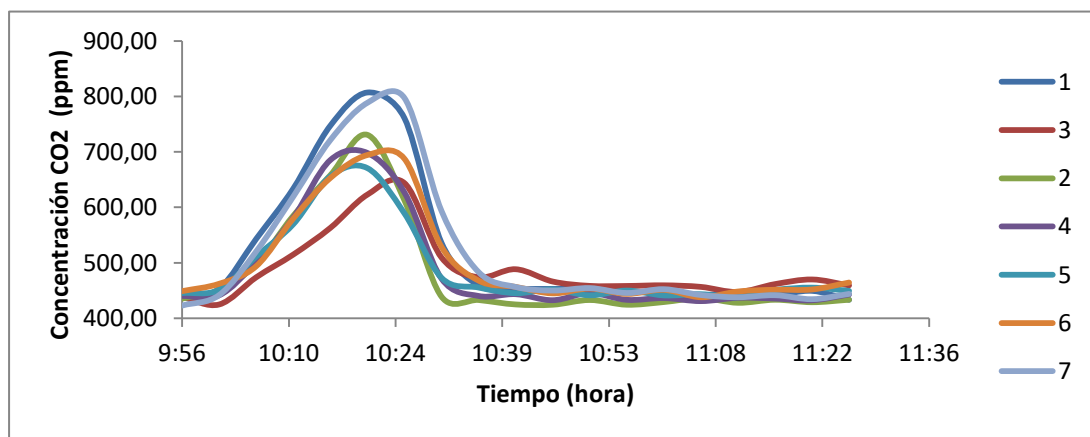


Figura número 10.4. Evolución de valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.

Fuente: Elaboración propia

◆ CABINAS DE TRADUCCIÓN

Las pruebas en las cabinas se realizaron el día 13 de julio entre las 9:00 y las 11:00. En el intervalo de prueba la temperatura media era 20,1 °C y la velocidad del viento 9,5 m/s.

Ambas cabinas estaban ocupadas por dos personas de las cuales sólo hablaba una de ellas. En el caso de la cabina 1 la puerta que comunicaba con el pasillo estaba abierta así como una de las ventanas del mismo permitiendo la ventilación natural. Por otro lado, la cabina 2 tenía la puerta cerrada por lo que la disminución del CO₂ medida únicamente se debía a fugas.

El reducido espacio de las mismas (31,35 m³ y 23,52 m³) supuso que únicamente se colocara un sensor en cada cabina. Los resultados obtenidos se recogen en la tabla número 10.3.

	CABINA 1	CABINA 2		CABINA 1	CABINA 2		CABINA 1	CABINA 2
8:46	423	441	9:36	474	661	11:12	481	501
8:48	449	449	9:38	475	667	10:24	508	773
8:50	446	478	9:40	468	674	10:26	511	778
8:52	462	496	9:42	451	687	10:28	500	789
8:54	482	502	9:44	467	696	10:30	521	783
8:56	464	535	9:46	464	688	10:32	505	811
8:58	459	561	9:48	463	692	10:34	515	799
9:00	460	592	9:50	455	710	10:36	514	803
9:02	479	604	9:52	464	721	10:38	534	805
9:04	466	611	9:54	465	725	10:40	569	797
9:06	468	617	9:56	491	732	10:42	602	756
9:08	471	604	9:58	526	736	10:44	621	737
9:10	483	614	10:00	538	760	10:46	632	698
9:12	470	620	10:02	585	750	10:48	592	671
9:14	468	612	10:04	623	746	10:50	610	659
9:16	460	605	10:06	573	764	10:52	588	628
9:18	473	603	10:08	551	757	10:54	565	606
9:20	460	630	10:10	540	758	10:56	546	604
9:22	478	609	10:12	554	768	10:58	525	573
9:24	478	618	10:14	551	761	11:00	535	553
9:26	467	602	10:16	577	782	11:02	513	573
9:28	461	623	10:18	520	769	11:04	512	538
9:30	480	617	10:20	517	761	11:06	502	539
9:32	473	625	10:22	507	783	11:08	488	530
9:34	472	629	11:10	482	524	11:10	476	528

Tabla 10.3- Valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.

Fuente: Elaboración propia

Dichos valores se representan a continuación.

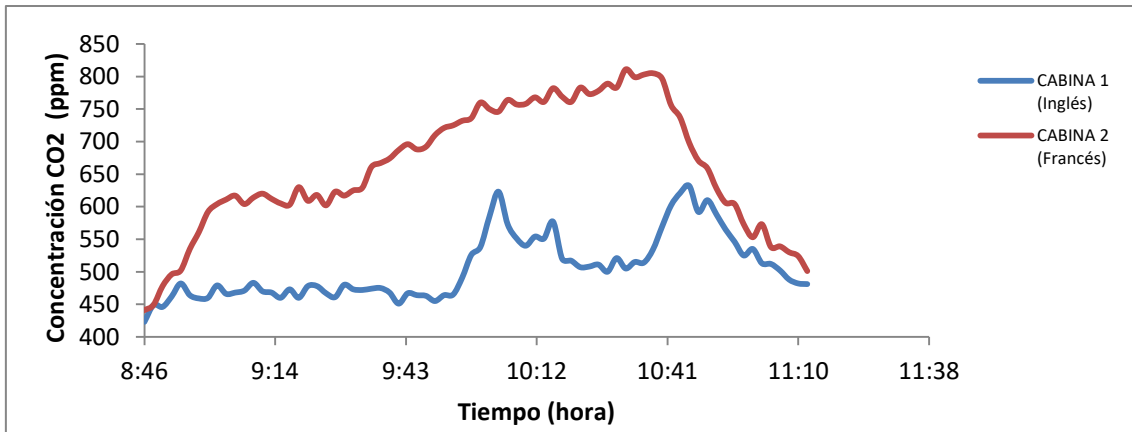


Figura 10.5. Evolución de valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.
Fuente: Elaboración propia

◆ SALA DE ORDENADORES– 1 prueba

La prueba realizada en el aula de ordenadores fue llevada a cabo el día 15 de julio de 2021, entre las 15:00 – 17:00. Durante dicho intervalo de tiempo la temperatura media exterior era 29,4 °C y la velocidad media del viento 6,8 m/s. A la reunión asistieron un total de 10 personas. A pesar de que ésta dio comienzo en la sala de ordenadores de la segunda planta (tal como estaba prevista) a las 15:23 tuvo que cambiarse a la de la primera ya que el proyector no funcionaba.

La disposición de los sensores en la prueba se muestra en la figura siguiente.

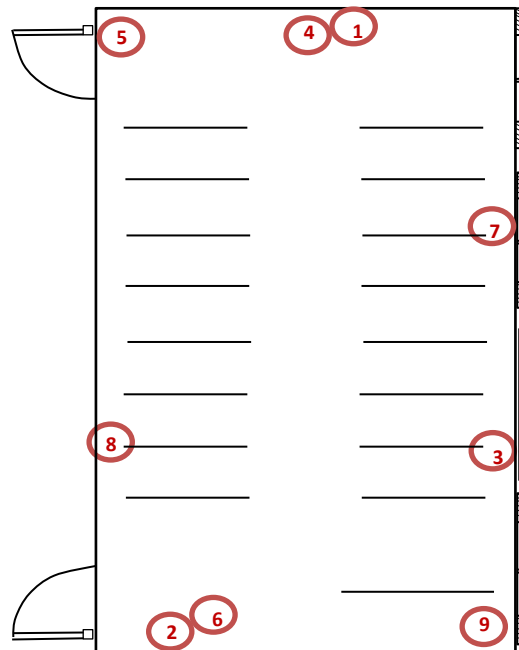


Figura número 10.6-Disposición de los sensores CO₂ sala 35.
Fuente: Elaboración propia

Los valores medidos por los sensores a lo largo de la prueba se recogen en la tabla número 10.4.

Posición	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14:56	477	456	477	468	483	483	496	475	469
15:01	475	443	469	492	479	474	493	479	455
15:05	515	464	474	530	547	506	498	499	458
15:09	529	500	494	557	542	569	492	509	477
15:13	497	575	577	542	583	661	528	558	543
15:17	574	596	653	697	669	463	611	606	589
15:21	481	545	579	494	501	485	510	476	474
15:25	528	588	546	542	618	552	528	513	509
15:29	632	597	586	569	670	670	628	586	591
15:33	667	625	613	594	689	667	685	661	590
15:37	670	681	652	637	721	680	723	670	643
15:41	737	688	642	664	743	734	761	702	693
15:45	768	691	679	664	791	742	805	733	707
15:49	794	735	683	690	795	787	817	755	695
15:53	808	774	710	729	829	804	802	788	724
15:57	818	813	736	731	855	834	877	801	784
16:01	854	652	687	682	698	667	906	851	768
16:05	569	644	620	665	623	607	622	684	717
16:09	512	587	587	609	563	512	577	614	629
16:13	551	514	527	512	487	526	558	523	555
16:17	492	542	556	522	475	484	538	510	515
16:21	472	496	539	527	454	506	515	523	531
16:25	477	510	489	503	465	457	478	516	569
16:29	430	511	494	544	492	487	474	467	479
16:33	481	513	502	519	493	524	499	494	493
16:37	509	514	512	511	528	548	514	523	489
16:41	484	543	546	543	486	513	516	530	497
16:45	463	512	523	510	457	483	502	546	519
16:49	445	522	491	490	481	466	475	511	485
16:53	475	508	518	522	499	489	485	526	508
16:57	477	510	496	475	456	465	493	498	520
17:01	475	474	470	491	457	456	511	483	505
17:05	454	487	482	492	475	468	455	507	498

Tabla 10.4- Valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.
Fuente: Elaboración propia

A continuación se representan dichos valores.

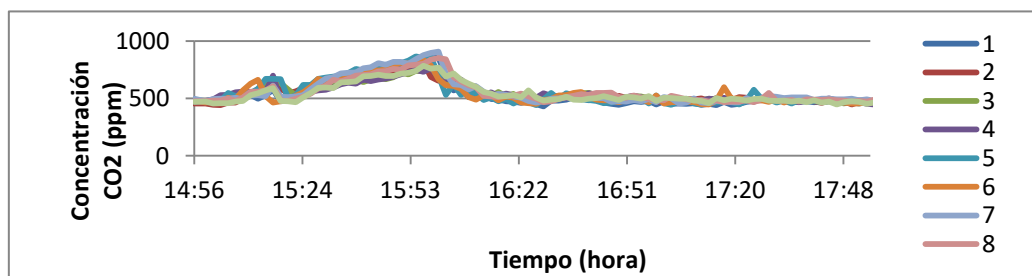


Figura 10.7. Evolución de valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.
Fuente: Elaboración propia

Se observa cómo el valor máximo medido por los sensores antes y después de cambiar de aula se corresponde con la misma ubicación.

◆ SALA DE ORDENADORES – 2 prueba

Con el fin de estudiar la dependencia de las condiciones externas sobre la ventilación para así demostrar la insuficiencia de la ventilación natural como único método de ventilación, se realizó una nueva prueba en la sala de ordenadores de la primera planta un día en el que las condiciones exteriores eran diferentes. (Velocidad del viento 0,7 m/s y temperatura media en el intervalo de medición 33,5°C) y a la que asistieron 12 personas.

La reunión dio comienzo a las 11:30 de la mañana del día 22 de julio. A las 11:50 se abren todas las ventanas y puertas al alcanzar valores próximos a 850 ppm. Debido al disconfort de los asistentes a la reunión y a que los valores de concentración medidos no disminuían tras 30 minutos, a las 12:18, se enciende el sistema de aire acondicionado y se cierran ventanas simultáneamente.

No obstante, previamente a la prueba tuvo lugar un bajón eléctrico que hizo que la base a través de la cual se almacenan los datos medidos por los dispositivos permanecieran apagados y éstos no se almacenaran. Al intentar acceder al histórico de datos guardados en la plataforma se observa lo representado en la figura número 10.8.

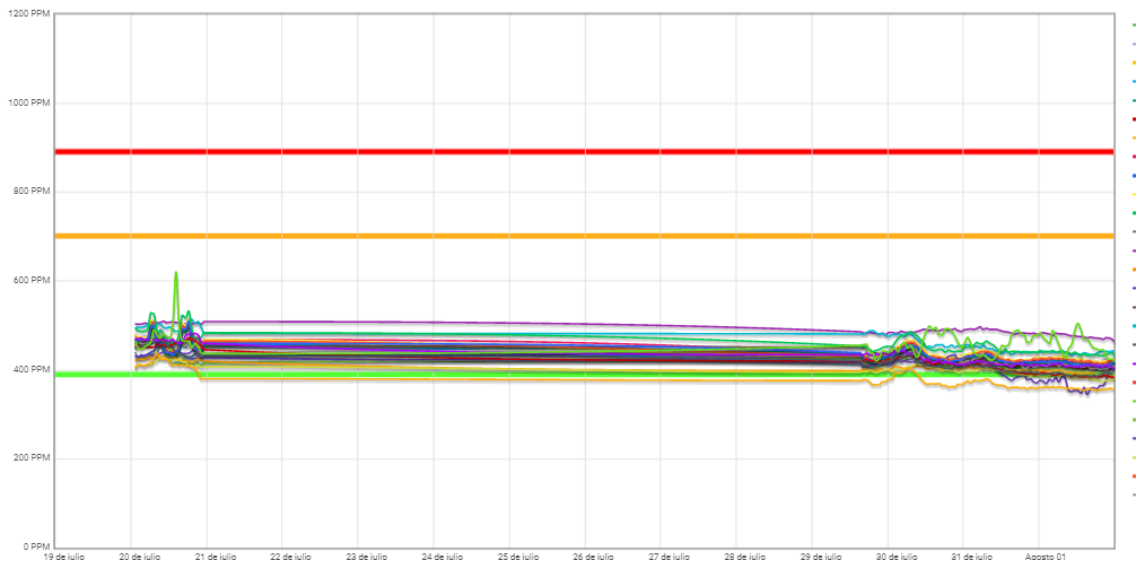


Figura 10.8. Evolución de valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión

Fuente: Plataforma howlab

◆ AULA D

La prueba realizada en el aula de ordenadores fue llevada a cabo el día 1 de septiembre de 2021, entre las 10:00 – 10:45. Durante dicho intervalo de tiempo la temperatura media exterior era 23 °C y la velocidad media del viento 2,8 m/s. A la reunión asistieron un total de 21 personas.

En este caso, a lo largo de la prueba se han mantenido la ventana y la puerta abierta en todo momento sin cambiar las condiciones al alcanzar valores críticos. Al finalizar la reunión los asistentes han abandonado la sala dejando el aula abierta.

La disposición de los sensores en la prueba se muestra en la figura siguiente.

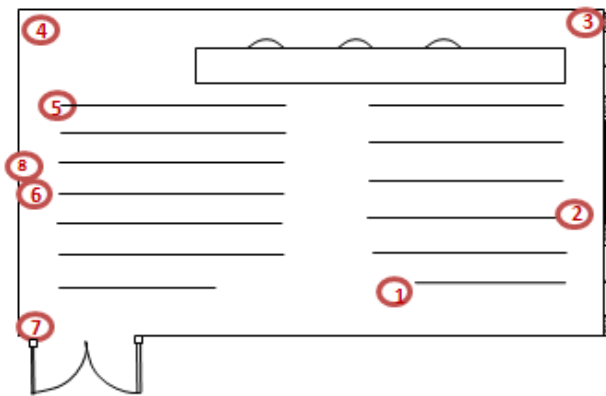


Figura número 10.9- Disposición de los sensores CO₂ aula D.

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos a lo largo de la reunión se recogen en la tabla 10.5.

Posición	1	2	3	4	5	6	7	8
9:58	469,00	470,50	477,67	482,00	465,00	454,00	454,00	448,00
10:03	509,50	531,67	515,50	522,33	507,67	486,67	486,67	480,50
10:08	577,33	589,00	602,00	572,00	580,50	518,00	518,00	584,33
10:13	615,00	596,33	675,50	601,67	576,00	516,33	516,33	637,00
10:18	605,67	586,50	682,00	615,00	598,50	539,50	539,50	656,50
10:23	662,00	661,33	736,00	710,33	639,00	569,00	569,00	660,50
10:28	694,67	705,50	768,00	758,00	654,00	580,67	580,67	710,33
10:33	727,50	748,33	804,00	816,00	731,00	551,00	551,00	745,00
10:38	741,67	761,50	845,67	858,00	769,00	583,00	583,00	770,00
10:43	751,50	826,00	873,50	880,00	811,00	610,67	610,67	810,67
10:48	792,33	823,50	916,00	849,00	766,00	561,00	561,00	810,50
10:53	750,00	777,67	805,50	689,33	711,67	599,00	599,00	742,00
10:58	755,00	743,50	742,67	740,00	705,00	598,50	598,50	689,67
11:03	747,00	733,00	724,50	732,67	713,33	608,67	608,67	674,33
11:08	727,67	719,00	737,67	736,00	714,00	616,50	616,50	676,50
11:13	740,50	723,33	729,50	734,00	692,67	594,33	594,33	685,67
11:18	729,00	719,50	726,00	738,00	698,50	618,00	618,00	676,50
11:23	709,00	714,00	713,50	717,33	678,33	669,33	669,33	664,00
11:28	714,33	709,50	702,33	719,00	677,00	673,00	673,00	660,33
11:33	704,00	698,67	693,50	713,67	665,67	664,50	664,50	668,50
11:38	701,00	698,00	697,33	712,50	660,00	625,33	625,33	654,00

11:43	689,00	695,00	673,50	711,67	666,33	627,50	627,50	649,00
11:48	687,67	680,00	662,67	669,00	653,50	649,33	649,33	618,67
11:53	683,00	662,67	676,00	687,00	641,00	635,00	635,00	620,00
11:58	667,33	665,50	676,67	681,00	633,50	641,50	641,50	618,00
12:03	660,50	656,67	680,00	672,00	626,33	625,67	625,67	619,33
12:08	666,67	661,50	663,33	665,50	626,50	640,00	640,00	617,00
12:13	659,50	657,33	644,50	666,67	619,00	632,00	632,00	603,67

Tabla 10.5- Valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se representan dichos valores.

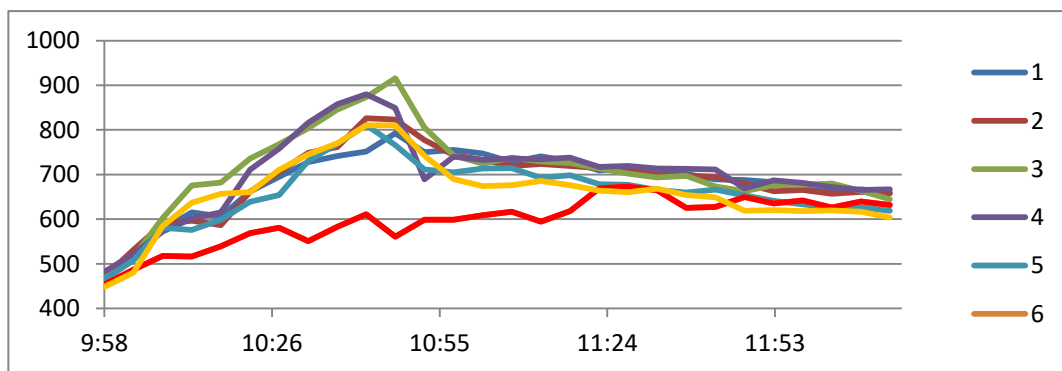


Figura 10.10. Evolución de valores medidos por los sensores a lo largo de la reunión.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO XI - PRUEBAS CON CO₂ SECO

Para llevar a cabo la siembra de CO₂ realizada se ha encargado una caja de 10 kg a través de la empresa Carburos Metálicos. El pedido se realiza teniendo en cuenta que el hielo seco es distribuido en cajas de porexpan que le proporcionan una duración de 24-48 horas.

El análisis ha sido llevado a cabo en las aulas A,B, C y D, las dos salas de ordenadores, la sala de consejos. El procedimiento seguido en cada una de ellas ha sido el mismo:

Previamente al comienzo de la prueba se ha comprobado que el aula a estudiar estaba completamente cerrada (ventanas y puertas) y que contaba con un medidor de CO₂ situado en la posición asignada en el apartado 2.5.1.2. A continuación, se ha utilizado hielo seco para aumentar la concentración de CO₂ del aula hasta aproximadamente 2000 ppm: se ha abierto la caja de hielo seco y colocado un ventilador de mesa convencional al lado para favorecer su sublimación y mezcla en el aula. Al alcanzar dicho valor, se ha cerrado la caja de hielo sólido, se ha desconectado el ventilador y abandonado la sala dejando todo cerrado para repetir el proceso en el aula siguiente. La prueba se ha considerado finalizada cuando el nivel de CO₂ se ha acercado al 37% de su concentración máxima original.

A pesar de que la sala del sótano no se incluye en el proyecto de climatización, si se tiene en cuenta entre las pruebas realizadas con el fin de analizar su comportamiento. En este caso, la manera de operar ha sido diferente ya que previamente a analizar el incremento de CO₂, se ha ventilado la zona. A continuación, se ha abierto la caja de CO₂ con ventanas y puertas cerradas y el ventilador conectado. Al alcanzar un valor próximo a 800 ppm se han abierto de nuevo las ventanas para generar un flujo cruzado. Al observar un valor de concentración próximo a 2000 ppm se ha cerrado la caja, apagado el ventilador y abandonado la sala dejando en esta ocasión ventanas y puertas abiertas. De esta forma, se pretendía analizar la ventilación natural de la sala.



Figura 11.1 Imágenes de hielo seco

Al alcanzar un valor medido próximo a 2000 ppm, se ha desconectado el ventilador, se ha recogido el hielo seco y se ha abandonado la sala dejando todo perfectamente cerrado.

Los valores obtenidos a lo largo del tiempo se recogen en la tabla número 10.1.

	AULA A	AULA B	AULA C	AULA D	INF 1	INF 2	SALA 35	SALA SÓTANO
0	397	466	446	430,3	460,5	444	474	423
30	1685,0	2036,3	1574,0	1123,7	2039,0	1974,5	1031,5	476,3
60	1980,0	1718,0	1832,5	1962,3	1891,0	1555,5	2092,5	1836
90	1902,0	1709,0	1872,0	1482,0	1790,0	1221,0	1847,5	624
120	1863,5	1653,7	1654,5	1452,7	1627,5	1027,5	1798,5	446,7
150	1817,0	1544,3	1240,0	1358,7	1420,0	890,5	1822,0	410
180	1745,0	1475,3	1430,0	1320,3	1300,0	781,0	1638,5	404
210	1724,5	1405,0	1297,0	1181,0	1117,5	725,5	1529,0	410
240	1647,5	1346,0	1170,0	1181,0	987,5	673,5	1433,0	408
270	1640,5	1262,3	1272,0	1136,7	854,0	621,0	1263,5	
300	1617,5	1180,0	1102,5	1023,7	806,5	556,5	1165,0	
330	1570,0	1114,3	1107,0	933,3	723,5	544,5	1087,5	
360	1529,5	1052,0	1070,5	861,7	674,5	546,5	1075,5	
390	1505,0	987,0	882,5	830,0	653,5	538,5	977,5	
420	1470,5	951,0	823,5	804,0	598,0	523,5	992,0	
450	1442,5	900,3	829,5	800,0	575,5	501,0	935,0	
480	1415,0	863,7	741,5	744,3	554,5	499,0	895,0	
510	1357,5	831,0	625,5	700,7	534,0	484,5	835,0	
540	1346,0	803,3	568,5	634,0	518,5	467,3	832,5	
570	1328,0	777,7	553,5	586,3	513,5	461,7	778,0	
600	1300,0	751,7	540,0	537,3	497,5	459,7	779,5	
630	1237,0	731,3	527,0	528,7	488,5	454,0	745,5	
660	1175,5	696,7	541,5	539,3	483,5	472,3	745,5	
690	1146,0	687,7	524,0	524,0	464,5	477,3	700,0	
720	1156,5	677,7	514,5	518,3	461,0	469,0	646,0	
750	1114,0	658,0	498,0	509,3	459,5	464,0	595,5	
780	1086,5	649,7	499,0	500,7	460,5	465,3	574,5	

Tabla 11.1- Valores medidos por los sensores en las diferentes aulas en las que se realizó la prueba con CO2 seco.

A continuación, dichos valores se representan en la figura número 11.2

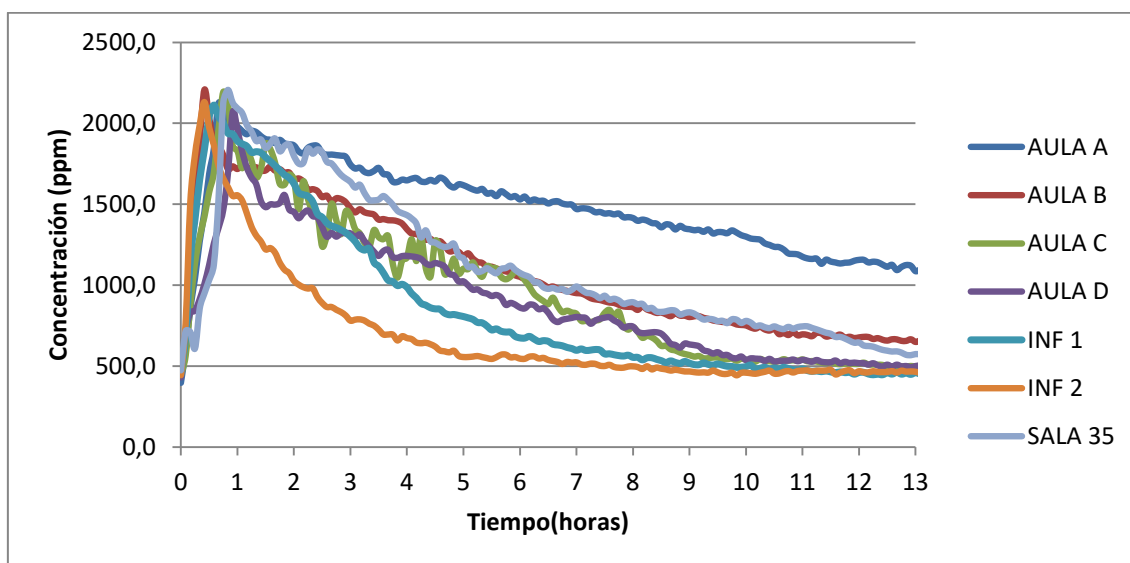


Figura 11.2- Evolución de los valores medidos por los sensores en las distintas aulas

— Cálculo renovaciones/hora (ACH)

A partir de los resultados medidos se procede a calcular el número de renovaciones hora (ACH) que tienen lugar por infiltración (y por ventilación en el caso de la sala del sótano).

En todos los casos la concentración de CO₂ exterior se considera equivalente a 400 ppm.

➤ Aula A

En primer lugar,

- Se determina el comienzo de la curva de disminución a partir de los datos, identificando el valor de concentración máxima de CO₂ (cstart) y el momento en el que se ha alcanzado (tstart).
- Se considera el final de la prueba cuando el valor de concentración medido se corresponde con el 37% de la diferencia máxima de concentración con respecto al nivel de concentración considerado como base (400 ppm). Esta concentración se considera cend y el momento en el que se alcanza tend.

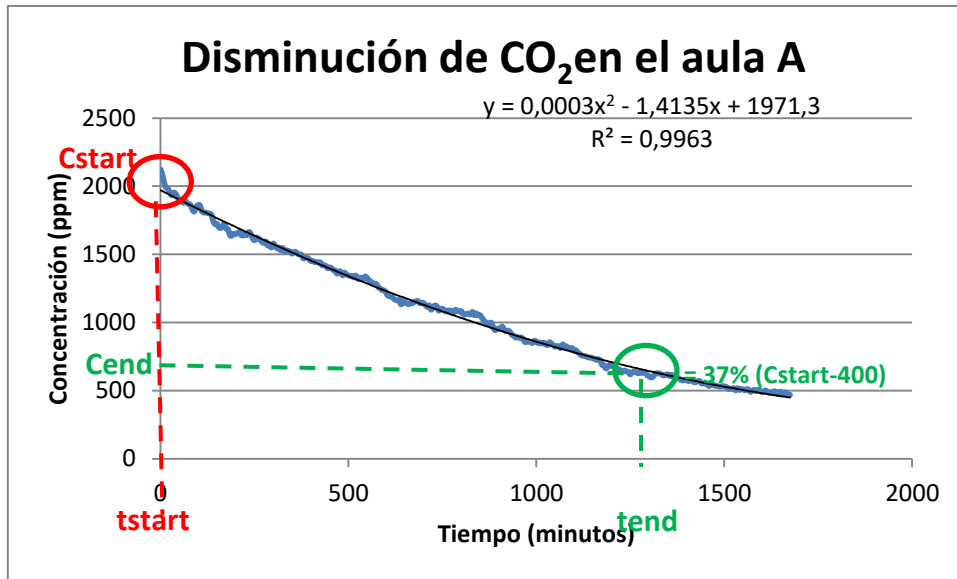


Figura 11.3- Evolución de la concentración de CO₂ en el aula A

En el caso del aula A:

- Cstart: 2124 ;
- tstart: 0 (considerando 0 el momento en el que se alcanza el máximo)
- Cend = (2124 – 400) x 0,37 = 638
- Tend = 1304,54 min (sustituyendo en la ecuación de la gráfica) = 21,74 horas

Una vez determinados los valores, a partir de la ecuación siguiente se calcula el número de renovaciones/hora. (Todas las concentraciones, C, estarán en ppm y todos los tiempos, t, estarán en horas):

$$ACH = \frac{-1 * \ln\left(\frac{C_{end} - C_{ambient}}{C_{start} - C_{ambient}}\right)}{T_{end} - T_{start}}$$

Sustituyendo dichos valores ACH en el caso del aula A es igual a 0,091 ren/h.

El número de renovaciones para cada una de las aulas se realiza de forma equivalente.

➤ Aula B

La evolución de la concentración de CO₂ en el aula B se representa a través de la gráfica de la figura número 11.4

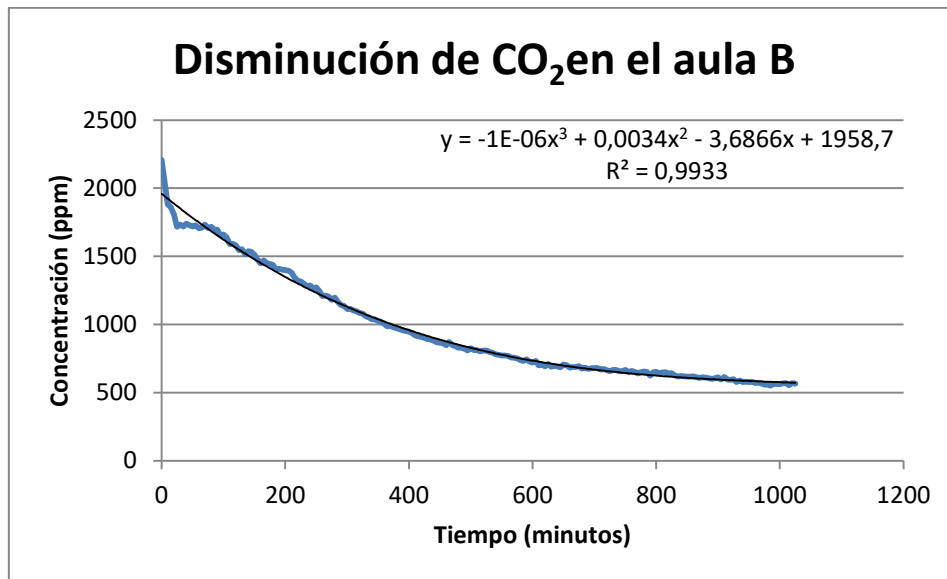


Figura 11.4- Evolución de la concentración de CO₂ en el aula B

Los valores considerados son:

- Cstart: 2207 ;
- tstart: 0 (considerando 0 el momento en el que se alcanza el máximo)
- Cend = (2207 – 400) x 0,37 = 668,59
- Tend = 836, 84 min (sustituyendo en la ecuación de la gráfica) = 13,95 horas

Sustituyendo en la ecuación:

$$ACH = \frac{-1 * \ln\left(\frac{C_{end} - C_{ambient}}{C_{start} - C_{ambient}}\right)}{T_{end} - T_{start}} = 0,136 \frac{ren}{h}$$

➤ Aula C

La evolución de la concentración de CO₂ en el aula C se representa a través de la gráfica de la figura número 11.5.

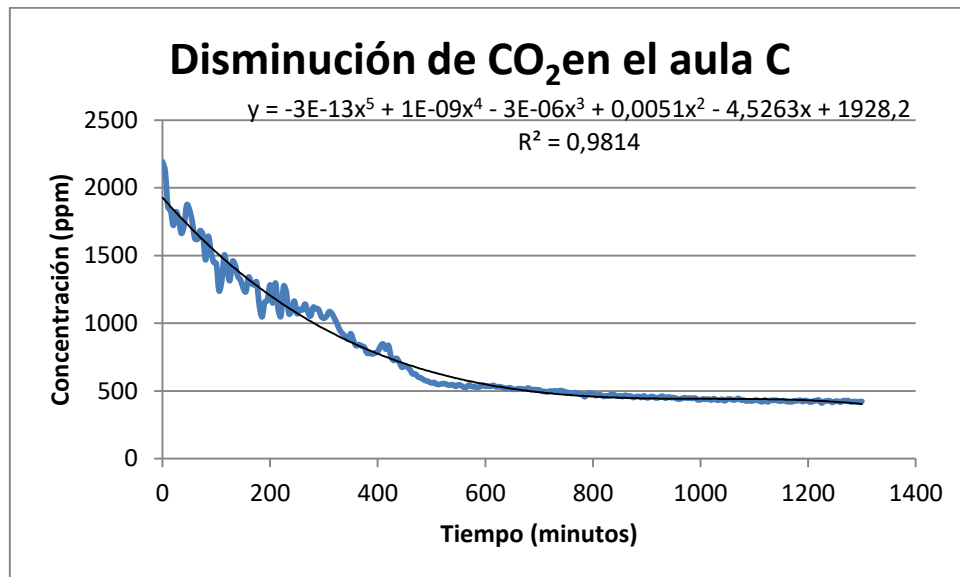


Figura 11.5- Evolución de la concentración de CO₂ en el aula C

Los valores considerados son:

- Cstart: 2193 ;
- tstart: 0 (considerando 0 el momento en el que se alcanza el máximo)
- Cend = (2193 – 400) x 0,37 = 663,41
- Tend = 480,65 min (sustituyendo en la ecuación de la gráfica) = 8,01 horas

Sustituyendo en la ecuación:

$$ACH = \frac{-1 * \ln\left(\frac{Cend - Cambient}{Cstart - Cambient}\right)}{Tend - Tstart} = 0,239 \frac{ren}{h}$$

➤ Aula D

La evolución de la concentración de CO₂ en el aula D se representa a través de la gráfica de la figura número 11.6

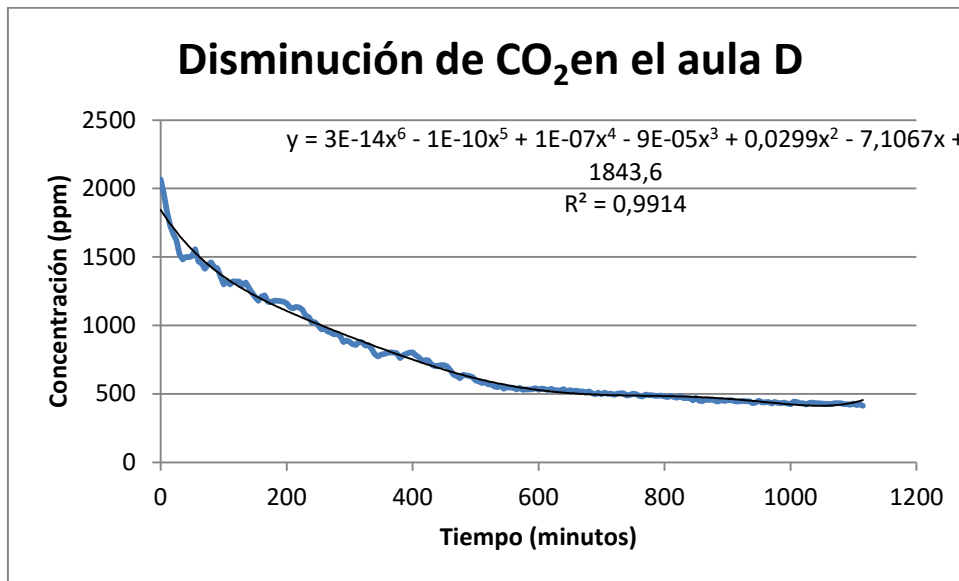


Figura 11.6- Evolución de la concentración de CO₂ en el aula D

Los valores considerados son

- Cstart: 2067 ;
- tstart: 0 (considerando 0 el momento en el que se alcanza el máximo)
- Cend = (2067 – 400) x 0,37 = 616,79
- Tend = 8,916 horas

Sustituyendo en la ecuación:

$$ACH = \frac{-1 * \ln\left(\frac{C_{end} - C_{ambiant}}{C_{start} - C_{ambiant}}\right)}{T_{end} - T_{start}} = 0,229 \frac{ren}{h}$$

➤ Sala de ordenadores planta 1

La evolución de la concentración de CO₂ en la sala de ordenadores de la planta 1 se representa a través de la gráfica de la figura número 11.7

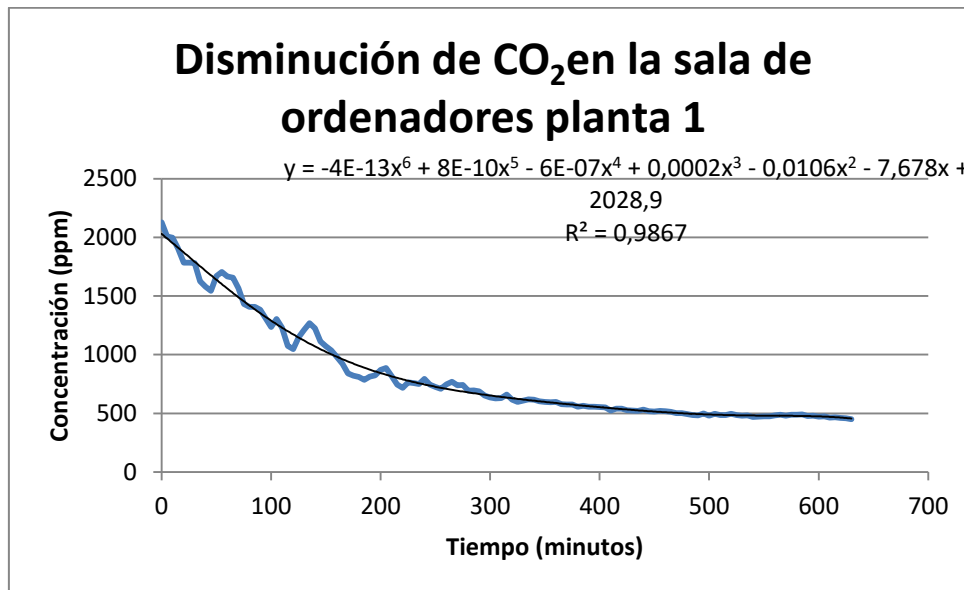


Figura 11.7- Evolución de la concentración de CO₂ en la sala de ordenadores planta 1

Los valores considerados son

- Cstart: 2128,5 ;
- tstart: 0 (considerando 0 el momento en el que se alcanza el máximo)
- Cend = (2128,5 – 400) x 0,37 = 639,545
- Tend = 5 horas

Sustituyendo en la ecuación:

$$ACH = \frac{-1 * \ln\left(\frac{C_{end} - C_{ambient}}{C_{start} - C_{ambient}}\right)}{T_{end} - T_{start}} = 0,395 \frac{ren}{h}$$

➤ Sala de ordenadores planta 2

La evolución de la concentración de CO₂ en la sala de ordenadores de la planta 2 se representa a través de la gráfica de la figura número 11.8

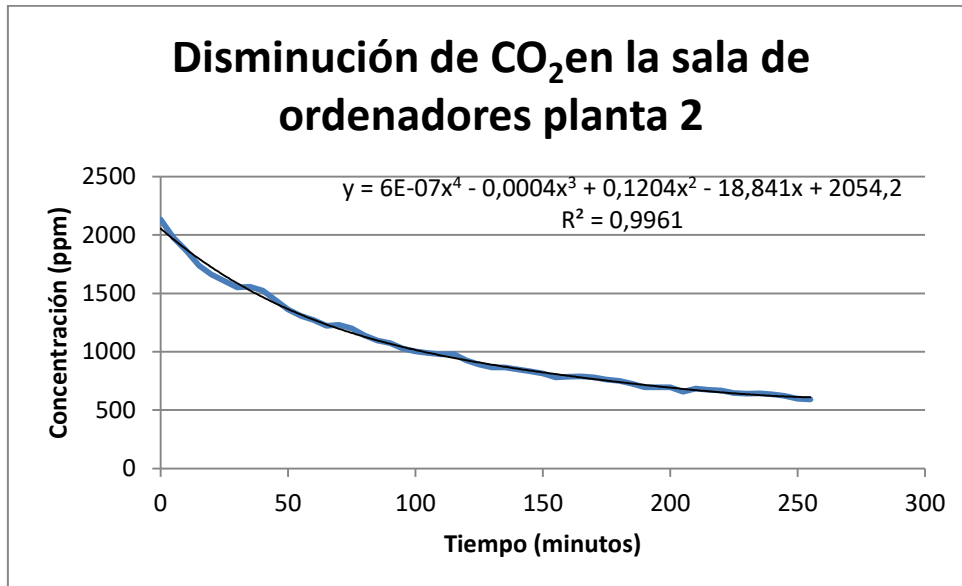


Figura 11.8- Evolución de la concentración de CO₂ en la sala de ordenadores planta 2

Los valores considerados son

- Cstart: 2131,33 ;
- tstart: 0 (considerando 0 el momento en el que se alcanza el máximo)
- Cend = (2131,33 – 400) x 0,37 = 640,593
- Tend = 3,83 horas

Sustituyendo en la ecuación:

$$ACH = \frac{-1 * \ln\left(\frac{C_{end} - C_{ambient}}{C_{start} - C_{ambient}}\right)}{T_{end} - T_{start}} = 0,515 \frac{ren}{h}$$

➤ Sala 35

La evolución de la concentración de CO₂ en la sala 35 se representa a través de la gráfica de la figura número 11.9.

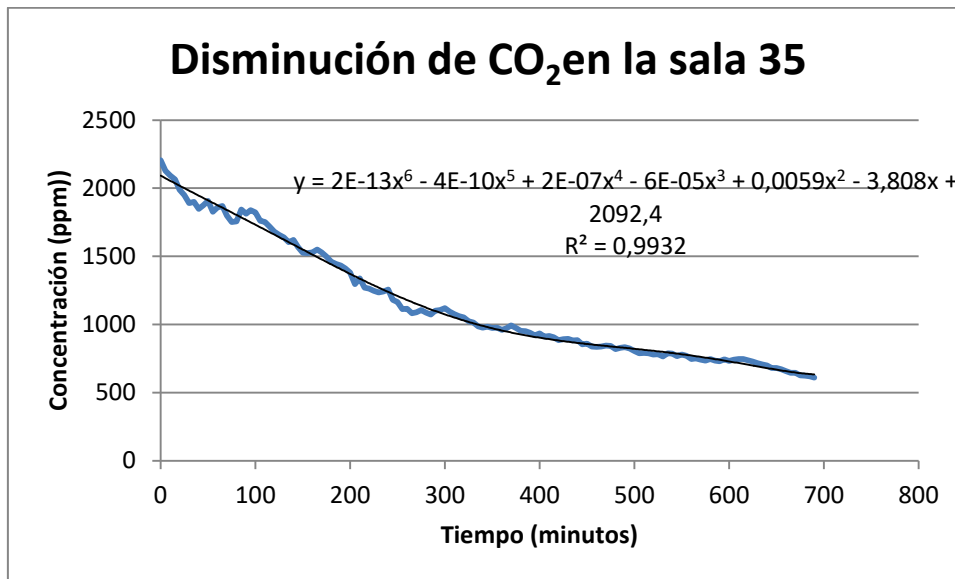


Figura 11.9- Evolución de la concentración de CO₂ en la sala 35

Los valores considerados son

- Cstart: 2206,5 ;
- tstart: 0 (considerando 0 el momento en el que se alcanza el máximo)
- Cend = (2206,5 – 400) x 0,37 = 668,405
- Tend = 10,92 horas

Sustituyendo en la ecuación:

$$ACH = \frac{-1 * \ln\left(\frac{C_{end} - C_{ambient}}{C_{start} - C_{ambient}}\right)}{T_{end} - T_{start}} = 0,175 \frac{ren}{h}$$

➤ Sala reuniones sótano

La evolución de la concentración de CO₂ en la sala del sótano se representa a través de la gráfica de la figura número 11.10.

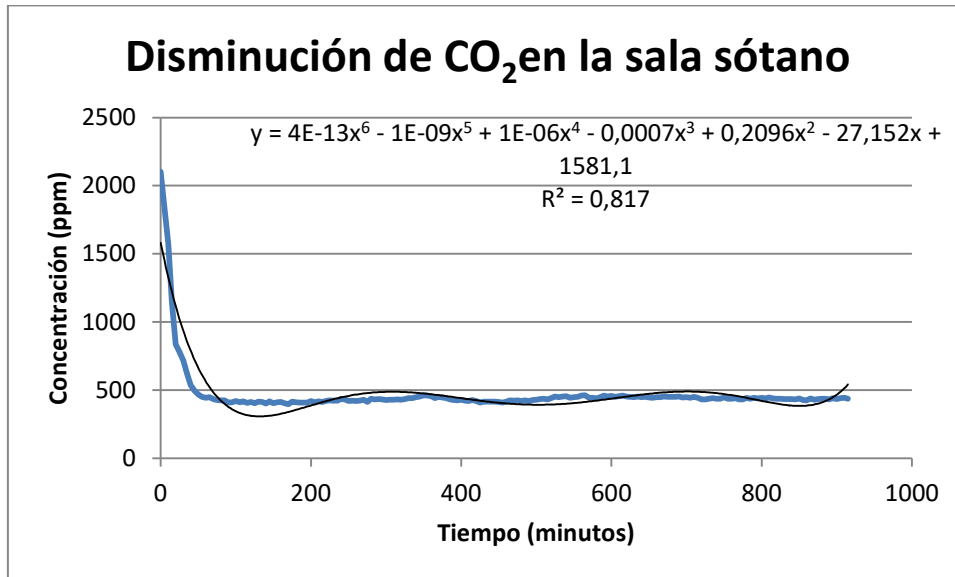


Figura 11.10- Evolución de la concentración de CO₂ en la sala sótano

Los valores considerados son

- Cstart: 2103 ;
- tstart: 0 (considerando 0 el momento en el que se alcanza el máximo)
- Cend = (2103 – 400) x 0,37 = 630,11
- Tend = 0,43 horas

Sustituyendo en la ecuación:

$$ACH = \frac{-1 * \ln\left(\frac{Cend - Cambient}{Cstart - Cambient}\right)}{Tend - Tstart} = 4,619 \frac{ren}{h}$$

ANEXO XII VISITA A EVAIR

Visita a EVAIR - 26 de julio de 2021

Calle Buenos Aires, 8 - Polígono Centrovía - La Muela - 50198 Zaragoza.

El objetivo principal de la visita era entender mejor en qué consisten las unidades de tratamiento de aire (UTAs).

A través de la misma se realizó inicialmente una sesión formativa en la cual se desarrollaron los elementos que integran las UTAs, destacando la importancia de los recuperadores de calor, así como los principales criterios de diseño y los factores a considerar en el proceso de fabricación.

A continuación se realizó una visita guiada por la planta en la cual se pudieron ver estos elementos así como unidades de tratamiento en diferentes fases de montaje.

Las imágenes que se insertan a continuación fueron tomadas a lo largo del recorrido.

Por último, se comentó y justificó la unidad diseñada para el CIHEAM. La principal duda surgida a partir del análisis de la información técnica de la unidad tenía que ver con la suposición de la humedad interior equivalente al 50%.

Las conclusiones obtenidas fueron:

- Las UTAs son realmente “un traje a medida”
- En el caso del CIHEAM:
 - Las baterías de intercambio térmico debían introducirse en la primera fase de proyecto al menos que se hiciera coincidir la puerta del despacho en la cual se iba a ubicar la UTA con la de la sección de la unidad destinada a las baterías.
 - La humedad podía suponerse equivalente al 50%.
 - No es posible incluir silenciadores debido a la limitación del espacio.



Figura 12.1- Unidad de tratamiento de aire



Imagen 12.2-Recuperador de calor rotativo

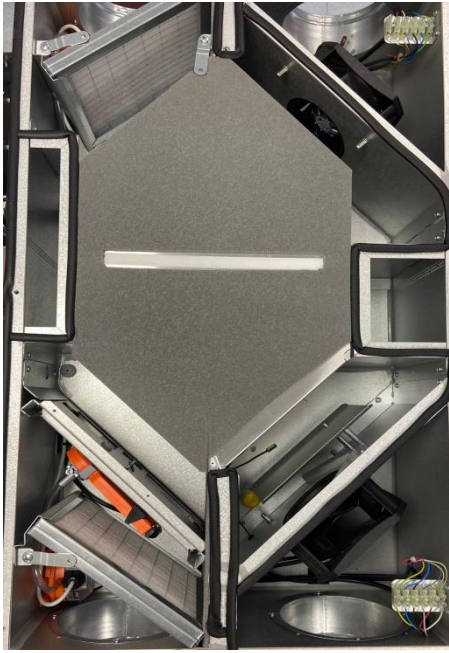


Imagen 12.3- Recuperador de placas I



Imagen 12.4- Recuperador de placas II



Imagen 12.5- Silenciadores

ANEXO XIII- PLANOS DEL EDIFICIO

- Planta sótano



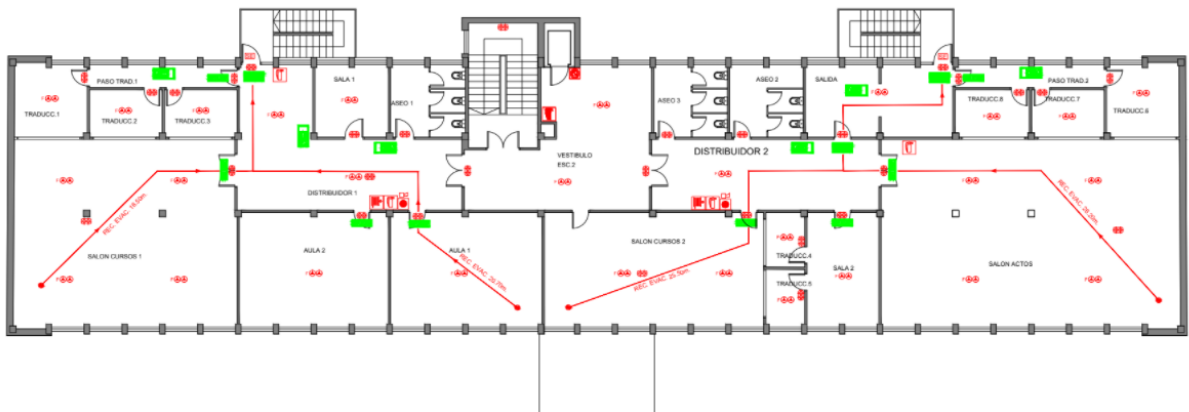
- Planta baja



- Planta primera



- Planta segunda



LEYENDA INCENDIOS	
	DETECTOR OPTICO EN TECHO
	DETECTOR OPTICO EN FALSO TECHO
	BOCA INCENDIOS EQUIPADA
	PULSADOR ALARMA
	EXTINTOR POLVO POLIVALENTE
	EXTINTOR CO2
	CENTRALITA ALARMA
	ALARMA INTERIOR
	ALARMA EXTERIOR
	CUADRO ELECTRICO
	RECORRIDO EVACUACION
	ALUMBRADO EMERGENCIA
	SALIDA EDIFICICIO
	SALIDAS HABITUALES
	SALIDA EMERGENCIA
	VIAS DE EVACUACION
	VIAS DE EVACUACION RESTRINGIDAS (ASCENSOR)

ANEXO XIV -GALERÍA DE IMÁGENES DEL EDIFICIO

PLANTA 1



Imagen I- aula B



Imagen II- aula A



*Imagen III- Sala de ordenadores
planta 1*

PLANTA 2



*Imagen IV- Sala de ordenadores
planta 2*

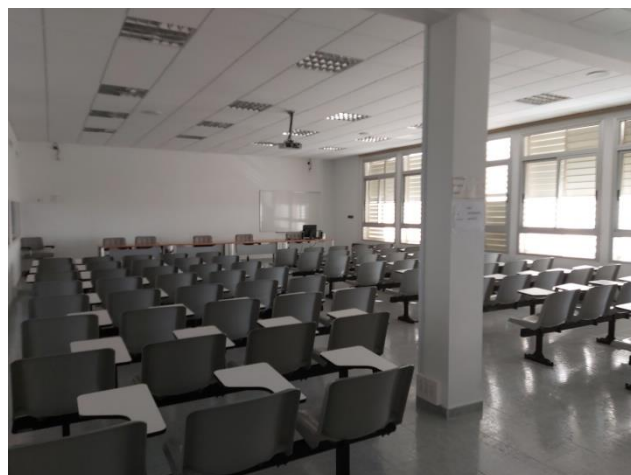


Imagen V- Aula D



Imagen VI- Aula C

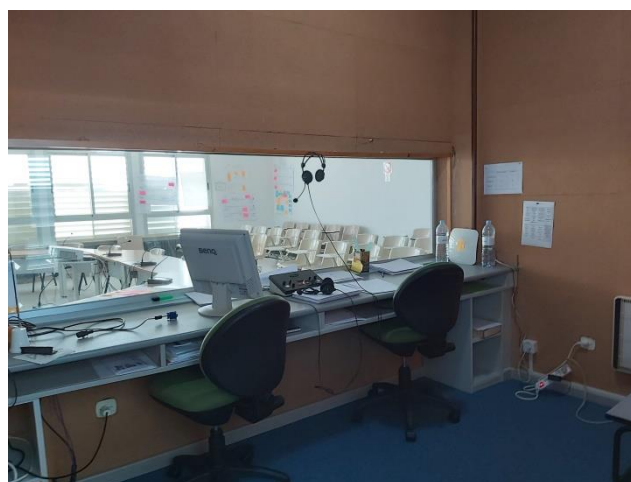


Imagen VII- Cabina C1



Imagen VIII- Cabina C2

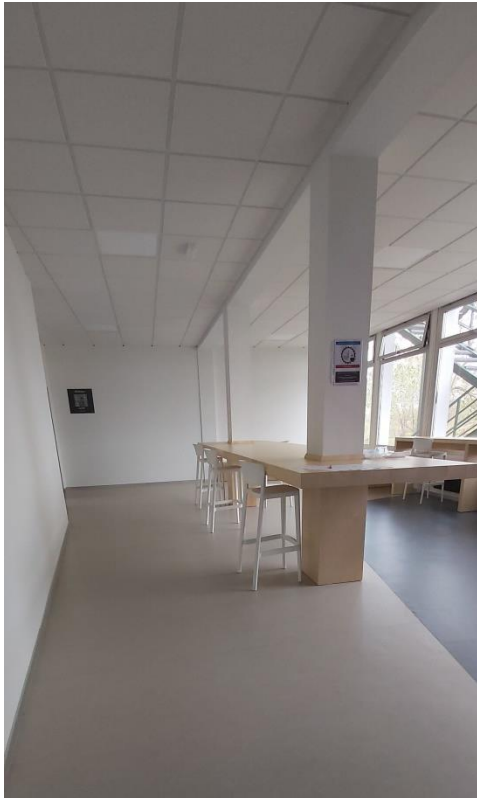


Imagen IX- Área de café



Imagen X- Hall



Imagen XI- Hall 2



Imagen XII- Despacho 1 destinado a instalación de UTA



Imagen XIII- Despacho 2 destinado a instalación de UTA



Imagen XIV- Cubierta del edificio



Imagen XV y XVI- Caldera del edificio



Imagen XIII-Aparato de climatización PANASONIC CS-5BHV11P

ANEXO XV –PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS:

INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

EDIFICIO CIHEAM ZARAGO

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. Objeto del contrato.....	1
2. Introducción y necesidad de contratación.....	1
2.1 Necesidad específica de la primera etapa de reforma.....	2
3. Descripción del edificio.....	2
3.1. Ubicación de las instalaciones.....	2
3.2. Usos y dimensiones del edificio.....	2
3.3 Entorno del edificio	4
3.4 Orientación de las fachadas.....	4
3.5 Descripción de los cerramientos opacos y traslúcidos.....	4
3.6. Inventario de instalaciones técnicas del edificio.....	4
3.7. Limitaciones en la infraestructura del edificio.....	5
4. Descripción de la instalación.....	5
4.1. Sistema de instalación propuesto.....	5
4.1.1. Certificación de las unidades.....	6
4.1.2. Características constructivas.....	6
4.1.3 Conductos y tipo de difusores.....	7
5. Justificación de las exigencias técnicas.....	7
5.1 Cumplimiento de la calidad de aire interior.....	7
5.2 Cumplimiento de las exigencias de eficiencia energética.....	8
5.3 Cumplimiento de las exigencias de seguridad.....	8
5.3.1 Exigencias constructivas.....	8
5.3.2 Protección contra incendios.....	8
5.3.3 Accesibilidad.....	9
5.3.4 Exigencias acústicas.....	9
6. Control y gestión centralizada de la instalación.....	10
7. Visita a la instalación.....	10
8. Ejecución de la primera etapa del proyecto.....	11
8.1 Obra civil.....	11
8.2 Montaje.....	11
9. Planteamiento de la segunda etapa de proyecto.....	11
10. Presupuesto.....	12
11. Cronograma.....	13
ANEXO I – Normativa de aplicación y consulta.....	14

ANEXO II- Listado de planos.....	15
ANEXO III- Cálculos justificativos.....	17

MEMORIA PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. Objeto

El objeto de este documento es proporcionar una solución al Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM Zaragoza) ante la carencia de un sistema de ventilación mecánica. Esta propuesta, deberá plantearse considerando la compatibilidad con una posible remodelación futura del sistema primario de climatización existente.

La reforma pretende ser ejecutada mediante dos fases, una primera (rehabilitación o mejora del secundario o distribución) en la que se aborde la instalación de un sistema de ventilación que garantice una mejora en la calidad del aire de diferentes estancias; y posteriormente, una segunda (rehabilitación o mejora del primario o producción) remodelación en el sistema de producción de agua fría y caliente que permita incrementar su eficiencia energética. El objeto de este documento abarca únicamente la primera fase y la alternativa propuesta deberá orientarse hacia tal fin.

2. Introducción y necesidad de contratación

El CIHEAM Zaragoza es uno de los cuatro Institutos del Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM). Entre sus funciones, se encarga de ofrecer formación y promover la investigación y cooperación internacional a través de la gestión de proyectos de investigación relacionados con el medio ambiente, la pesca y acuicultura y la producción animal. La ejecución de estos proyectos se lleva a cabo principalmente a través de masters y programas cortos de formación impartidos presencialmente a alumnos y profesores de diferentes países.

No obstante, este carácter presencial del centro se ha visto influenciado por la crisis sanitaria ocasionada por el SARS-COV2, ya que, entre los planes de prevención y contingencia ejecutados, se ha adoptado la decisión de interrumpir las actividades presenciales durante unos meses. A través de la implantación de un sistema de ventilación mecánico se pretende mejorar la calidad de aire interior y diluir posibles contaminantes para disminuir las posibilidades de contagio. La fecha objetivo para retomar las clases presenciales es enero 2022. Esta fecha es un dato muy importante a tener en cuenta para planificar las tareas objeto de este documento.

2.1 Necesidad específica de la primera etapa de reforma

A través de la primera fase de ejecución del proyecto, se pretende dotar al edificio de un sistema de ventilación que acondicione las aulas A, B, C y D (y sus respectivas cabinas), así como las dos salas de informática, los seminarios, el hall, la zona de café y la sala de consejos.

3. Descripción del edificio

3.1 Ubicación de las instalaciones

El Instituto se encuentra ubicado en el campus de Aula Dei, en Avenida Montañana, Zaragoza, a 243 m sobre el nivel del mar.

3.2 Usos y dimensiones del edificio

Este edificio, construido en 1972 se articula en tres volúmenes diseñados para albergar una zona de oficinas, otra de aulas y un salón de actos. Su distribución se muestra en la figura 1. Las actuaciones referidas en este documento se realizarán solamente en uno de los edificios, el edificio de aulas.

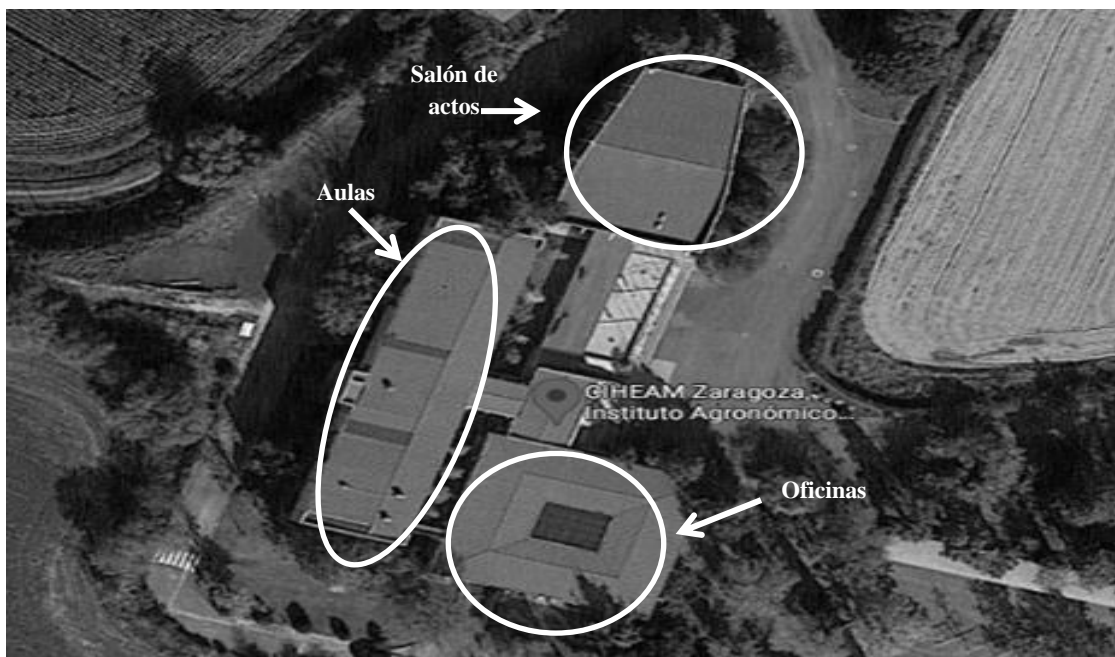


Figura 1. Distribución de las instalaciones.

La zona de aulas se encuentra distribuida a lo largo de tres plantas destinadas a diferentes usos:

- Planta 0: De uso colectivo. Hall, zona de descanso de café anexa y sala de reuniones.
- Planta 1: Destinada a programas de masters, ocupada de manera continua a lo largo del año por grupos de 25-30 personas.
- Planta 2: Destinada a cursos cortos, ocupada de forma intermitente por grupos cuya capacidad máxima es de 89 personas.

Por otro lado, la primera y segunda planta, que a pesar de tener diferente uso, poseen una distribución idéntica, integran en ambos casos:

- dos aulas con cabinas destinadas a proporcionar traducción simultánea,
- una sala de ordenadores
- tres seminarios destinados a tareas multifuncionales
- un despacho en desuso

En el Anexo número 2 se incluyen los planos del edificio cuya consulta puede favorecer la comprensión de la estructura. Además, con el fin de entender mejor las necesidades del edificio, la figura 2 representa esquemáticamente la distribución frontal de la zona de aulas del edificio así como la ocupación máxima frecuente de cada una de las estancias. Las zonas sombreadas hacen referencia a aquellas sobre las que pretende ejecutarse el proyecto de reforma.

Planta 2ª: Uso discontinuo Curso cortos, seminarios	Aula C uso max frecuente: 40	Sem C1 uso max frecuente:8	Sem C2 uso max frecuente:8	Sala de Ordenadores 2 uso max frecuente: 35	Aula D uso max frecuente: 70	
Planta 1ª Uso continuo: Másteres	Aula A uso max frecuente: 35	Sem A1 uso max frecuente:8	Sem A2 uso max frecuente:8	Sala de Ordenadores 1 uso max frecuente: 35	Sem B2 uso max frecuente:8	Aula B uso max frecuente: 35
Planta Baja	Biblioteca	Sala café uso max frecuente:20	HALL uso max frecuente: 60			Sala 35 uso max frecuente: 26

Figura 2. Esquema de distribución de espacios del edificio de aulas y su ocupación frecuente.

De forma equivalente la figura 3 especifica las dimensiones de cada uno de estos espacios.

Planta 2ª:	Aula C 86 m ²	Sem C1 35m ²	Sem C2 35m ²	Sala de Ordenadores 2 60 m ²	Aula D 116 m ²	
Planta 1ª	Aula A 86 m ²	Sem A1 35m ²	Sem A2 35m ²	Sala de Ordenadores 1 60 m ²	Sem B2 35m ²	Aula B 86 m ²
Planta Baja	Biblioteca	Sala café 64 m ²	HALL 240 m ²			Sala 35 68 m ²

Figura 3. Esquema de distribución de espacios del edificio de aulas y sus dimensiones.

3.3 Entorno del edificio

El acabado de las superficies del entorno lo constituye una zona de pavimento junto con zonas de césped y arbolado. No existen edificios cercanos colindantes que produzcan sombras o afecten sobre las necesidades de climatización. Por último, la calidad del aire exterior considerada en el entorno es ODA2.

3.4 Orientación de las fachadas

En el caso de la zona a tratar o zona de aulas, la fachada principal posee orientación sur este.

3.5 Descripción de los cerramientos opacos y traslúcidos.

El cerramiento opaco que compone la fachada del edificio está constituido de hormigón de 35 cm con un revestimiento final de ladrillo y piedra. En cuanto a elementos transparentes, la misma contiene un total de 74 ventanas en el caso de la parte trasera y 81 en la frontal, todas ellas de 1,40 x 2,15 m.

3.6 Inventario de instalaciones técnicas del edificio

Actualmente, el edificio dispone de un sistema de producción térmica a través de una caldera de gasóleo/gas de la marca WOLF, cuya potencia nominal es de 560 kW. Adicionalmente, algunas de las salas poseen diferentes sistemas autónomos (ciclo de compresión de vapor, expansión directa) para refrigeración.

Tanto el salón de actos como el aula C cuentan con equipos individuales de expansión directa tipo cassette. No obstante, en el caso del aula C sólo funciona uno de los dos aparatos.

Por otro lado, el aula A y la sala de ordenadores de la primera planta, cuentan con un aparato de climatización de la marca PANASONIC CS-5BHV11P.

Por último, la sala de ordenadores de la segunda planta dispone de un sistema de climatización que distribuye el aire a través de una red de conductos y difusores rotacionales. INFO JAVIER

El resto de las aulas (B y D) no cuentan con sistemas de climatización de ningún tipo, ya que en el primer caso no se dispone de un sistema instalado y en el segundo éste se encuentra estropeado.

Las unidades exteriores (condensador y compresor) de estos aparatos se encuentran ubicadas en la cubierta y en la parte trasera del edificio.

En cuanto al sistema de ventilación, éste es inexistente en toda la edificación.

3.7 Limitaciones en la infraestructura del edificio

La principal limitación a considerar a la hora de instalar las unidades de tratamiento se presenta en la cubierta del edificio. Ésta se caracteriza por no ser plana siendo de chapa trapezoidal con greca y cubierta con una tela asfáltica de la marca TEXSA, instalada en 2015. La antigüedad de la construcción y la escasa resistencia del material de chapa que la constituye, supone adicionalmente un riesgo frente al elevado peso de los posibles equipos necesarios. Por ello, como ubicación alternativa para la instalación de las unidades de tratamiento de aire se proponen dos despachos ubicados en la planta 1 y 2 (situados junto a las salidas a la escalera de emergencias de las aulas A y C).

4. Descripción de la instalación

4.1 Sistema de instalación propuesto

Las necesidades de ventilación del edificio serán satisfechas a través de la instalación de tres unidades de tratamiento de aire (UTAs o climatizadores) diseñadas de acuerdo al cálculo con los caudales de ventilación requeridos para satisfacer la demanda de la planta baja, planta 1 y planta 2 de manera independiente. Estas unidades incorporarán

filtros capaces de proporcionar una calidad de aire interior calificada como IDA2, y cuya clasificación eficiente mínima sea superior a ePM10 70%.

Con el fin de aumentar la eficiencia de la instalación, la red de conductos del sistema llevará asociadas cajas de caudal variable encargadas de regular el caudal aportado a partir la medición del nivel de CO₂. Al mismo tiempo, los ventiladores seleccionados serán de características equivalentes a las proporcionadas por un ventilador tipo Plug fan con motor EC capaz de variar la velocidad de giro a partir de una señal 0-10 V.

Adicionalmente, las UTAs deberán incluir recuperadores de calor de placas o rotativos cuya eficiencia mínima sea superior al 75 % y que además, faciliten la posibilidad de realizar enfriamiento gratuito (freecooling).

Por último, incorporarán una sección destinada a la instalación futura de baterías de agua fría y agua caliente que permitan cubrir la demanda térmica total del edificio. La posición otorgada a esta sección dentro de la UTA será seleccionada de manera que su implementación futura en la unidad no suponga un problema de ejecución.

4.1.1 Certificación de las unidades de tratamiento de aire (UTAs) o climatizadores

De cara a garantizar las prestaciones del equipo y el cumplimiento de las distintas normativas legales, las unidades de tratamiento de aire deberán disponer de la CERTIFICACIÓN EUROVENT.

Asimismo, con la ficha técnica de cualquier equipo se adjuntará la clasificación energética certificada por Eurovent, siendo recomendable que ésta se encuentre entre la clase A+ o clase A.

4.1.2 Características constructivas

La resistencia mecánica de la carcasa que envuelve la UTA deberá ser tal que soporte elevadas presiones sin sufrir deformación y preferiblemente de valor equivalente a la calificación D1 otorgada por Eurovent.

Al mismo tiempo, con el fin de reducir la pérdida de energía a través de la carcasa, la unidad deberá ser recubierta de un material aislante similar al poliuretano o a la lana de roca de alta intensidad con la que se consiga una transmitancia térmica próxima a 0,56 - 0,8 W/m²·K respectivamente.

Además, con el fin de garantizar una calidad de aire óptima se tratará de alcanzar una estanqueidad tal que no permita infiltraciones superiores a $0,05 \text{ L/s}\cdot\text{m}^2$ en depresión ni a $0,03 \text{ L/s}\cdot\text{m}^2$ en sobrepresión. Asimismo, los perfiles que soportan los paneles de aislamiento deberán contar de un sistema de rotura de puente térmico para evitar condensaciones. El factor de rotura de puente térmico de los sistemas tendrá convenientemente una clasificación próxima a TB1 o TB2.

Por último, en cuanto al nivel sonoro generado, el fabricante deberá proporcionar el valor del ruido final radiado a través de la carcasa para saber si es admisible o no y en caso de ser necesario se atenuará a través de la incorporación de silenciadores en la envolvente similares a los de panel de sándwich.

Conductos y tipo de difusores

4.1.3 Conductos y elementos terminales

Los conductos de distribución de aire instalados pueden ser vistos y estarán constituidos de un material de chapa con aislamiento exterior. Éstos deberán ser dimensionados no sólo para transportar el caudal de ventilación (primera etapa), sino también para distribuir el caudal necesario para climatizar cada sala (segunda etapa).

Al mismo tiempo los elementos terminales seleccionados serán preferentemente difusores rotacionales. No obstante, será necesario estudiar las restricciones de espacio en cada caso para determinar el tipo de difusor más conveniente.

5. Justificación de las exigencias técnicas

5.1 Cumplimiento de la calidad de aire interior.

Los niveles de ventilación mínimos necesarios para garantizar la calidad del aire interior serán calculados conforme a lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

La IT 1.1.4.2.2 del RITE establece las categorías del aire interior en función del uso de los edificios. Para el caso de los centros educativos, la calidad correspondiente será IDA2. De acuerdo al reglamento, el caudal mínimo de ventilación para tal categoría se corresponde con $12,5 \text{ l/s}\cdot\text{persona}$.

Por otro lado, la IT 1.1.4.2.4, establece las categorías de aire exterior en función del nivel de partículas sólidas y contaminantes gaseosos. Para la localidad seleccionada se considerará ODA2.

A partir de los requisitos establecidos por el RITE en torno a los filtros necesarios a instalar, para una calidad de aire ODA2-IDA2 serán necesarios mínimamente unos filtros equivalentes a los de clasificación F8.

A continuación, el resto de los elementos de la unidad se seleccionarán a partir del caudal calculado, la pérdida de carga de la instalación y los requisitos técnicos del caso de estudio.

5.2 Cumplimiento de las exigencias de eficiencia energética

De acuerdo al apartado 1.2.4.5.2 del RITE, en aquellos sistemas de climatización en los que el caudal de aire expulsado al exterior por medios mecánicos es superior a 0,5 m³/s, resulta obligatoria la recuperación de la energía del aire expulsado. Al mismo tiempo, la Directiva 2009/125/CE exige además que todas las unidades de tratamiento de aire no residenciales dispongan de un sistema de bypass térmico que permita el enfriamiento gratuito (freecooling) cuando las condiciones exteriores sean favorables.

5.3 Cumplimiento de las exigencias de seguridad

5.3.1 Exigencias constructivas

De acuerdo a la IT 1.3 del RITE, exigencias de seguridad:

-Todas las aberturas de ventilación deberán estar protegidas por medio de rejillas y mallas metálicas anti insectos. Se instalarán viseras o rejillas para evitar entradas de agua en días de lluvia.

-Se aislarán los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurren por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso. Cuando estén adosados a elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes o fachadas, se revestirán de tal forma que no se disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

5.3.2 Protección contra incendios

Las instalaciones térmicas deberán cumplir con las exigencias del CTE en materia de protección contra incendios.

-Todos los componentes de las compuertas deberán estar protegidos contra la corrosión mediante la selección de materiales adecuados o la aplicación de barreras protectoras (pinturas o galvanizado).

5.3.3 Accesibilidad

-Todos los equipos y aparatos de una instalación deberán ser accesibles para su limpieza, desinfección, mantenimiento y reparación o sustitución. Para ello, además de cumplir con los requisitos mínimos impuestos por la normativa, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

-Igualmente, para las unidades terminales que queden ocultas en falsos techos o suelos elevados, se debe prever un acceso que sea cercano al aparato y se pueda abrir sin recurrir a herramientas. Además, es conveniente que tales unidades terminales se sitúen en recintos adyacentes a los locales a climatizar, como los pasillos, para que las operaciones de mantenimiento puedan llevarse a cabo con más facilidad y evitando molestias para los usuarios.

5.3.4 Cumplimiento de las exigencias acústicas

Para esta exigencia el RITE remite al documento DB-HR “Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación.

En primer lugar, los suministradores deberán proporcionar información acerca de:

- Nivel de potencia acústica de equipos que producen ruidos estacionarios
- Rigidez mecánica y carga máxima de los lechos elásticos empleados en bancadas de inercia.
- Amortiguamiento, curva de transmisibilidad y carga máxima de los sistemas anti vibratorios utilizados en el aislamiento de maquinaria y conducciones.
- Coeficiente de absorción acústica de los productos absorbentes empleados en conductos de ventilación.
- Atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdidas por inserción.
- Atenuación total de los silenciadores interpuestos en conductos o empotrados en elementos constructivos, como fachadas.

Adicionalmente, con el fin de cumplir con los niveles sonoros permitidos:

- Los sistemas de conductos para el transporte de aire de ventilación y de acondicionamiento estarán aislados del ruido generado por los ventiladores y la misma

circulación de aire mediante revestimientos interiores de material absorbente y/o atenuadores acústicos, dimensionados de manera que la atenuación sea mayor que 40 dB a la llegada a los elementos de difusión y retorno de aire.

-En las rejillas de toma o expulsión de aire de una sala de máquinas o de unidades de tratamiento de aire o climatizadores elementos se instalarán silenciadores cuando sea necesario.

-Se evitará el paso de las vibraciones de las conducciones a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios.

-Cuando se trate de equipos que no posean una base propia y necesiten la alineación de sus componentes, se necesitará una bancada suficientemente rígida para soportar los esfuerzos causados por el movimiento y de masa e inercia suficiente para evitar el paso de vibraciones al edificio. Los equipos se conectarán a las conducciones mediante conexiones flexibles.

-La difusión y el retorno de aire en los locales se hará mediante unidades terminales diseñadas de manera que el nivel generado de potencia sonora no supere el valor indicado por el RITE en diferentes tipos de recintos de inmisión de ruido aéreo, con tolerancia de ± 2 dBA (valores recomendados).

6 Control y gestión centralizada de la instalación

Con el fin de regular la ventilación, la unidad de tratamiento de aire incluirá un cuadro de control con el que variar el caudal aportado a partir de un sistema de control externo tipo SCADA o similar. Las compuertas de las cajas de caudal variable serán instaladas de manera que provisionalmente puedan funcionar con un control todo-nada. Este control externo deberá tener diferentes interfaces de comunicación estándar (por ejemplo MQTT o Modbus-TCP) para interoperar con sistemas de terceros (en concreto con la plataforma receptora de los sensores ARANET4pro creada por el grupo Howlab de la Universidad de Zaragoza con interfaz MQTT).

7 Visita a la instalación

Se considera imprescindible una visita a la instalación previa a la ejecución del proyecto, que sirva para detallar las necesidades del edificio, conocer las peculiaridades de la zona de actuación así como determinar el plan de acción óptimo.

8 Ejecución de la primera etapa del proyecto

8.1 Obra civil

La ejecución de la obra civil será coordinada por la empresa adjudicataria. El encargado de la obra civil deberá organizar los trabajos, redactar los planes de obras que se precisen y proyectar o autorizar las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra necesarios.

8.2 Montaje

El montaje de las instalaciones objeto de este documento deberá ser efectuado por una empresa instaladora habilitada, bajo la dirección de un técnico titulado competente, en funciones de director de la instalación.

La empresa instaladora dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación.

9 Planteamiento de la segunda etapa del proyecto

Con el fin de orientar la reforma hacia una visión futura conviene definir las opciones planteadas en torno a la renovación del sistema de producción de calor y frío. Como primer planteamiento, se considera:

- a. Implementar un sistema de producción de calor y frío que sustituya a la caldera de gasoil actual. Con el fin de actuar de acuerdo a la estrategia de descarbonización, se optará por un sistema de producción basado en el aprovechamiento de energías renovables, como es el caso de la bomba de calor. No obstante, la climatología de la ciudad de Zaragoza y las temperaturas extremas que se alcanzan, hace que este sistema por sí sólo sea una solución poco eficiente. Por ello, al fin de aumentar su eficiencia, se estudiará la posibilidad de que la bomba de calor utilice como foco o sistema de intercambio de calor el agua del freático. No obstante esta opción requiere de autorización por lo que previamente deberá ser consultada a fin de ser concedidos los permisos pertinentes.

Este sistema podrá operar como apoyo a la caldera actual hasta el final de su vida útil.

De esta manera, se pretende alargar el ciclo de vida de la caldera.

A pesar de que la reforma del sistema primario de climatización no es objeto de este pliego, se valorarán las soluciones planteadas para el futuro proyecto.

10 Presupuesto

En el presupuesto del proyecto se ofertará el coste global de la primera etapa, relativa a la instalación del sistema de ventilación y a los costes derivados de la obra civil que conlleve su instalación.

Dicho presupuesto deberá estar detallado y a su vez dividido en las siguientes partidas:

1. planta baja
2. planta primera
3. planta segunda
4. seminarios
5. obra civil.

Por último, en el mismo se deberá tener en cuenta el cableado necesario para comunicar las cajas de caudal variable hasta el sistema SCADA que permita la comunicación con la señal de los sensores AranetPro.

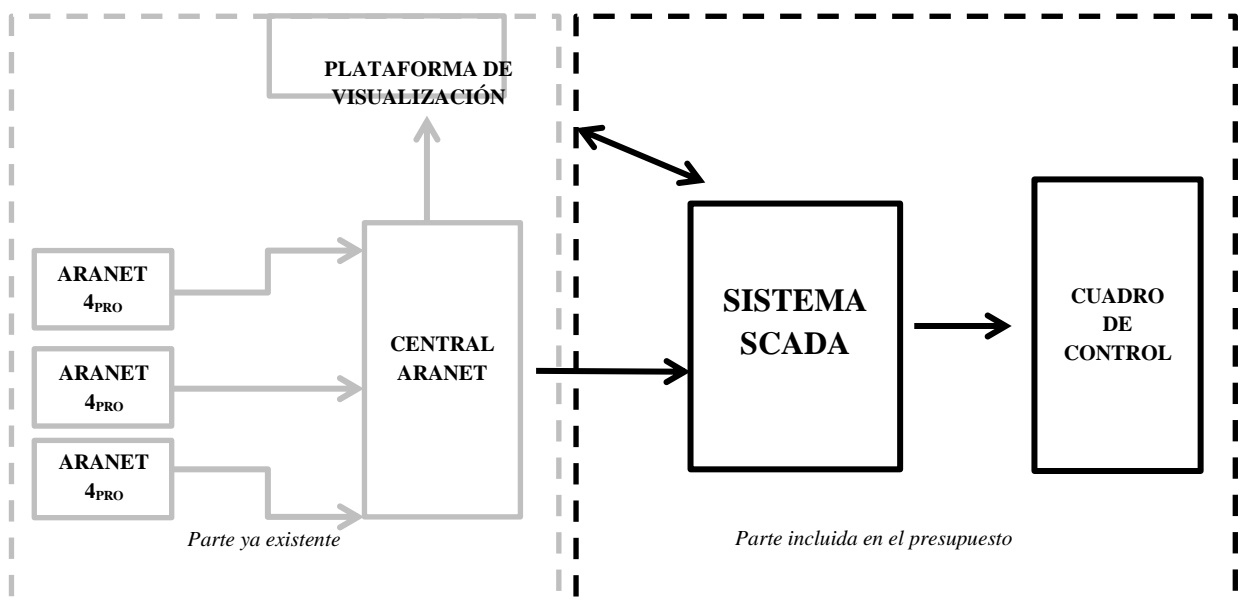


Figura 4 – Parte del sistema a incluir en el presupuesto

11 Cronograma

Será necesaria la elaboración de un cronograma que detalle las diferentes fases de la instalación. Como fecha límite para la elaboración de la propuesta se estiman tres semanas desde la entrega de la licitación.

ANEXO I. Normativa de aplicación y consulta

Normativa de aplicación

El instalador deberá cumplir tanto en los equipos suministrados, como en la ejecución de su instalación toda la normativa en relación con el cometido que le ocupa y que se cita a continuación.

1. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.
2. Ordenanzas Municipales y de Comunidades Autónomas.
3. Reglamento de Aparatos a Presión (RAP).
4. Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT)
5. Real Decreto 1.627/97 de 24 de Octubre de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras, Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de Noviembre, Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero, Reglamento de los Servicios de Prevención y otras normativas relacionadas aplicables.
6. Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA)
7. Real Decreto 486/1997 sobre lugares de trabajo

Normativa de consulta

1. UNE EN 1822:2010. Norma que regula los filtros de alta eficiencia
2. NTP 431: Caracterización de la calidad del aire en ambientes interiores
3. NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior
4. UNE-EN 13141-5:2021 Sistemas de ventilación para edificios
5. UNE CEN/TC 195 Equipos de limpieza para aire y otros gases.
6. UNE CEN/TC 247 Dispositivos de control de los servicios mecánicos de los edificios
7. UNE-EN 17423:2021 Eficiencia energética de los edificios
8. UNE CEN/SS B09 Directiva para la eficiencia energética de los edificios
9. UNE-EN 17141:2021 Salas limpias y ambientes controlados asociados
10. UNE-EN ISO 12759-4:2021 Ventiladores

ANEXO II – Listado de planos

1. Planos del edificio

- Planta sótano



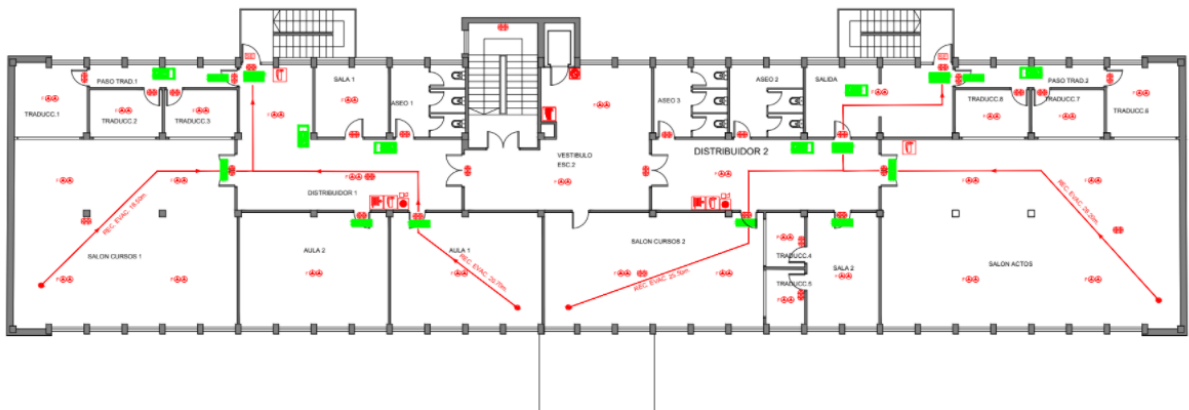
- Planta baja



- Planta primera



- Planta segunda



LEYENDA INCENDIOS	
	DETECTOR OPTICO EN TECHO
	DETECTOR OPTICO EN FALSO TECHO
	BOCA INCENDIOS EQUIPADA
	PULSADOR ALARMA
	EXTINTOR POLVO POLIVALENTE
	EXTINTOR CO2
	CENTRALITA ALARMA
	ALARMA INTERIOR
	ALARMA EXTERIOR
	CUADRO ELECTRICO
	RECORRIDO EVACUACION
	ALUMBRADO EMERGENCIA
	SALIDA EDIFICICIO
	SALIDAS HABITUALES
	SALIDA EMERGENCIA
	VIAS DE EVACUACION
	VIAS DE EVACUACION RESTRINGIDAS (ASCENSOR)

ANEXO III - Cálculos justificativos

1. Cálculo del aire mínimo de ventilación

Los valores calculados deben estar en concordancia con lo establecido en el reglamento de instalaciones térmicas de los edificios. A partir de la definición de IDA 2 para la calidad del aire interior y el caudal mínimo por persona impuesto por el RITE (12,5 L/s·persona), se estima la capacidad de personas por estancia y se calcula el caudal de ventilación.

De igual forma, es conveniente calcular el número de renovaciones/h requeridas a partir del caudal requerido y el volumen de las estancias.

Tabla 3.1- Caudales calculados estancias del edificio

	PLANTA 0		PLANTA 1						PLANTA 2				
	HALL - CAFÉ-VESTIBULO	SALA 35	AULA A	AULA B	ORDENADORES	SEM A1	SEM A2	SEM B2	AULA C	AULA D	ORDENADORES	SEM C1	SEM C2
Ocupación Frecuente	20	26	35	35	35	8	8	8	40	70	35	8	8
Volumen (m ³)	182	240	240	240	180	35	35	35	270	368	192	35	35
Caudal requerido	900	1170	1575	1575	1575	100	100	100	1800	3150	1575	100	100
Número de renovaciones/h	4,95	4,88	6,56	6,56	8,75	2,86	2,86	2,86	6,67	8,56	8,20	2,86	2,86

La selección de los equipos se ajustará a los caudales mínimos de ventilación calculados, teniendo en cuenta que el caudal total demandado por la planta 1 es 5025 m³/h, la de la planta 2 es 6725 m³/h y 2070 m³/h para la planta baja.

ANEXO XVI- DOSSIER TÉCNICO UTA PROPUESTA INICIAL

Propuesta inicial: Recuperador/zona

• CADB-HE BASIC (aulas)

RECUPERADORES DE CALOR DE ALTA EFICIENCIA CONFIGURABLES SIN BATERÍAS Serie CADB/T-HE BASIC



Modelos falso techo
CADB/T-HE 04 a 33



Modelos verticales
CADB/T-HE 04 a 33



Modelos para montaje exterior
CADT-HE 45 a 100.
Modelos 100 sólo en vertical.



Recuperación de calor



Erp_{cl}



Smart



Control



F7

FILTRO EN APORTACIÓN



M5

FILTRO EN EXTRACCIÓN



CONFIGURACIÓN HORIZONTAL



CONFIGURACIÓN VERTICAL



SIN APORTA DE CALOR ADICIONAL

Recuperadores de calor, con intercambiador de placas tipo counterflow de alta eficiencia (hasta el 93%), certificado por EURVENT, montados en cajas de acero galvanizado plastificado de color blanco, de doble pared con aislamiento interior termoscústico ininflamable (A1/M0) de lana mineral de 25 mm de espesor en los modelos 04 a 33 y 47 mm en los modelos 45 a 100. Bocas de entrada y salida configurables, versiones para instalación horizontal y vertical. Temperatura mínima de aire exterior -10°C. Para temperaturas inferiores es necesario utilizar baterías de precalentamiento ubicadas en la aspiración del aire exterior.

Aplicaciones

Locales comerciales, oficinas, hostelería, edificios públicos, escuelas.

La gama CADB/T-HE-D BASIC no está disponible con baterías adicionales de postcalentamiento. El control BASIC no permite el control de baterías externas de calentamiento ni refrigeración. Sin aporte adicional de calefacción.

Motores

Modelos 04 a 33: Motores EC de alimentación monofásica, con protección electrónica integrada, IP44, Clase B.
Modelos 45 a 100: Motores EC de alimentación trifásica, con protección electrónica integrada, IP54, Clase B.

Ventiladores

Plug-fans con rodetes de álabes hacia atrás.

Filtros

- F7: Filtros F7 (ePM1 70%) de baja pérdida para la aportación de aire.
- M5: Filtros M5 (ePM10 50%) para la extracción de aire.
- Posibilidad de montar un segundo filtro en el interior del equipo (suministrado como accesorio).

Control

Incluye un control de funcionamiento integral, integrado en la unidad y cableado a todos los componentes (ventiladores, by-pass, detectores de ensuciamiento de filtros, sondas de temperatura, etc.). Permite el control manual o automático de los ventiladores.

Existen dos posibles modos automáticos de control de los ventiladores:

VAV- Volumen de aire variable

La velocidad de los ventiladores puede ser ajustada mediante una señal analógica 0-10V procedente del mando remoto incluido o de un sensor de CO₂ (accesorio).

COP - Presión constante (solamente disponible via Modbus)

La velocidad de los ventiladores es regulada para mantener una presión constante en la red de conductos. Es necesario un sensor de presión TDP-S, como accesorio externo. Esta funcionalidad no puede ser activada desde el mando remoto suministrado con la unidad.

Otros datos

Modelos monofásicos (CADB-HE BASIC) y trifásicos (CADT-HE BASIC). Caudales nominales de 450 a 10.000 m³/h. Todos los modelos y versiones incluyen by-pass interno. Paneles laterales intercambiables que permiten múltiples orientaciones de las entradas y salidas de aire.



Control remoto

Incluido con el producto.

- Características:
- Modo stand-by.
- Selección de velocidad manual/automática.
- Control by-pass manual y automático.
- Gestión de alarmas.
- Comunicación por cable 10 m incluido. Extensible a 30 m.



Interruptor de seguridad

Todas las versiones incluyen interruptor paro marcha de seguridad.

RECUPERADORES DE CALOR DE ALTA EFICIENCIA CONFIGURABLES SIN BATERÍAS
Serie CADB/T-HE BASIC



MODELOS CADB/T-HE 04 A 33 BASIC HORIZONTALES



Bajo nivel sonoro y robustez
Caja con aislamiento termoacústico ignífugo A I/MD de 25 mm de espesor, con acabados de gran calidad, y cantoneras de plástico.



Intercambiador de calor de alta eficiencia (hasta 93%) certificado por Eurovent.



Motores
Equipan ventiladores tipo plug-fan, con motor EC de alimentación monofásica.



By-pass
Todas las versiones incluyen by-pass interno (caudal aproximado 75% sobre el caudal nominal).



Filtros de alta eficiencia:
- Filtros F7 (ePM1 70%) de baja pérdida de carga en la impulsión.
- Filtros M5 (ePM10 50%) en la extracción.
Posibilidad de montar un segundo filtro en el interior (accesorio).



Fácil montaje
Soportes específicos para la instalación en falsos techos.

RECUPERADORES DE CALOR DE ALTA EFICIENCIA CONFIGURABLES SIN BATERÍAS Serie CADB/T-HE BASIC



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelos D: sin aporte adicional de calefacción.

	Unidad completa						Ventilador		Peso (kg)
	Diámetro conexiones aire (mm)	Caudal nominal a 150Pa*2 (m³/h)	Eficiencia recuperador*1 (%)	Alimentación eléctrica	P. abs. máxima (kW)	Intensidad máxima (A)	Velocidad máxima (r.p.m.)	Intensidad máxima (A) Cada ventilador	
CADB-HE D 04 BASIC	200	450	87	1/230V, 50Hz	0,35	2,2	3700	1,0	147
CADB-HE D 08 BASIC	250	800	86,4	1/230V, 50Hz	0,53	2,9	2650	1,3	183
CADB-HE D 12 BASIC	315	1.200	85,3	1/230V, 50Hz	1,10	3,5	2550	1,6	190
CADB-HE D 16 BASIC	315	1.600	85,5	1/230V, 50Hz	1,10	4,3	2845	2,0	235
CADB-HE D 21 BASIC	400	2.100	86,5	1/230V, 50Hz	1,13	4,7	1580	2,2	333
CADB-HE D 27 BASIC	400	2.700	83,8	1/230V, 50Hz	1,84	7,5	2450	3,6	367
CADB-HE D 33 BASIC	400	3.300	89,9	1/230V, 50Hz	2,32	9,6	2200	4,6	420
CADT-HE D 45 BASIC	400x600	4.500	88,4	3+N/400V, 50Hz	4,43	6,3	2200	3,0	597
CADT-HE D 60 BASIC	500x700	6.100	89	3+N/400V, 50Hz	4,43	6,3	2200	3,0	730
CADT-HE D 100 BASIC	1100x610	10.000	88,9	3+N/400V, 50Hz	8,13	11,9	2160	5,8	862

*1 Eficiencia húmeda referida a caudal nominal, condiciones exteriores (-5°C 80% RH) e interiores (20°C/50%RH).

** CADT-HE 45 caudal referido a 450Pa. CADT-HE 100 caudal referido a 300Pa.

CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS

Modelo	Presión sonora (LpA)*			Potencia sonora (LwA)		
	Aspiración	Descarga	Radiado	Aspiración	Descarga	Radiado
CADB-HE 04 BASIC	34	55	43	54	75	63
CADB-HE 08 BASIC	37	54	38	57	74	58
CADB-HE 12 BASIC	46	61	44	66	81	64
CADB-HE 16 BASIC	45	60	45	65	80	65
CADB-HE 21 BASIC	42	58	42	62	78	62
CADB-HE 27 BASIC	47	62	49	67	82	69
CADB-HE 33 BASIC	47	67	57	67	87	77
CADT-HE 45 BASIC	46	68	57	66	88	77
CADT-HE 60 BASIC	47	65	58	67	85	78
CADT-HE 100 BASIC	50	68	61	70	88	81

* Nivel de presión sonora, en dB(A), medida en campo libre, a 3 m de distancia.

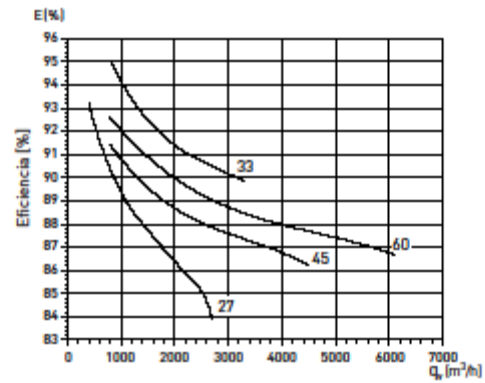
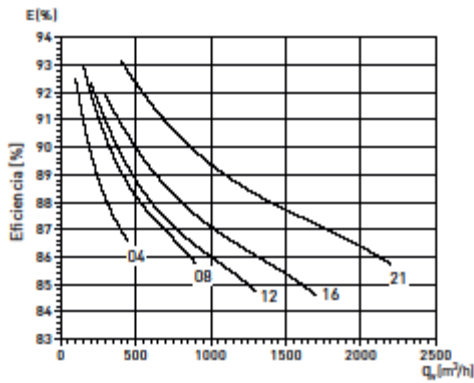
En función de las condiciones de instalación, tipo de cerramientos, así como características de los materiales utilizados en paredes y falsos techos, los niveles de presión sonora reales pueden ser muy distintos a los valores indicados en la tabla.



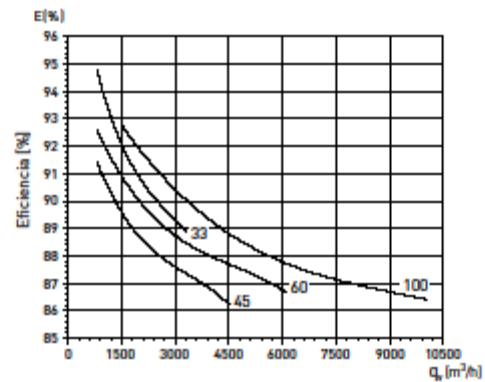
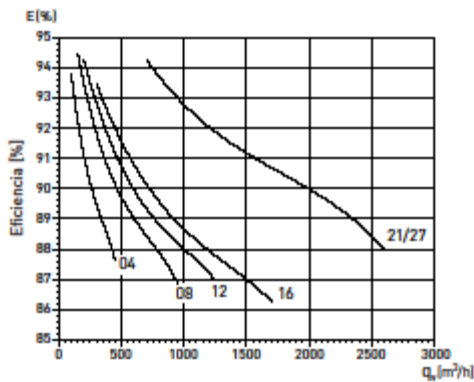
EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN EN FUNCIÓN DEL CAUDAL

Eficiencia en las siguientes condiciones de trabajo:
 Aire exterior: Temperatura = -5°, HR=80%
 Aire interior: Temperatura = 20°C, HR=50%.

Versiónes Horizontales



Versiónes Verticales





RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RECUPERADORES EN FUNCIÓN DE LAS TEMPERATURAS

Versiones Horizontales

Modelo	Caudal aire (m ³ /h)	AIRE EXTERIOR		AIRE DE APORTACIÓN*		RENDIMIENTO*	
		Temperatura (°C)	H.R. (%)	Temperatura (°C)	H.R. (%)	Eficiencia (%)	Pot. Recuperada (KW)
CADB-HE 04	400	-10	80	17,2	10,6	90,7	3,65
		-5	80	16,7	16,9	87	2,92
		0	70	16,6	22,7	82,8	2,23
		5	70	17,1	31,3	80,9	1,63
CADB-HE 08	800	-10	80	17	10,7	90,1	7,3
		-5	80	16,6	17	86,4	5,8
		0	70	16,6	22,9	82,2	4,4
		5	70	17	31,5	80,2	3,2
CADB-HE 12	1.200	-10	80	16,7	12	89,2	10,8
		-5	80	16,3	18,2	85,3	8
		0	70	16,2	23,2	80,9	6,5
		5	70	16,8	31,8	78,9	4,8
CADB-HE 16	1.600	-10	80	16,7	10,9	89,1	14,4
		-5	80	16,3	17,3	85,3	11,5
		0	70	16,2	23,3	80,9	8,7
		5	70	16,8	31,9	78,8	6,4
CADB-HE 21	2.100	-10	80	17,1	10,7	90,2	19,1
		-5	80	16,6	17	86,5	15,2
		0	70	16,5	22,9	82,3	11,6
		5	70	17	31,4	80,3	8,5
CADB-HE 27	2700	-10	80	17	10,7	90,1	24,3
		-5	80	16,6	17,1	86,3	19,2
		0	70	16,4	23	82	14,4
		5	70	17	31,6	80	10,8
CADB-HE 33	3.300	-10	80	17,6	10	92,1	30,3
		-5	80	17,1	16	88,4	24,0
		0	70	16,8	22	84,2	18,0
		5	70	17,3	31	82,2	12,7
CADT-HE 45	4.500	-10	80	17,2	11,7	90,6	39,5
		-5	80	17,2	17,1	89	32,6
		0	70	17,5	21,4	87,3	25,8
		5	70	17,7	30,1	84,8	19
CADT-HE 60	6.100	-10	80	17,2	11,7	90,5	53,5
		-5	80	17,2	17,1	88,9	44,2
		0	70	17,4	21,4	87,2	34,9
		5	70	17,7	30,1	84,8	25,7

*Para temperatura interior 20°C 50%.



RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RECUPERADORES EN FUNCIÓN DE LAS TEMPERATURAS

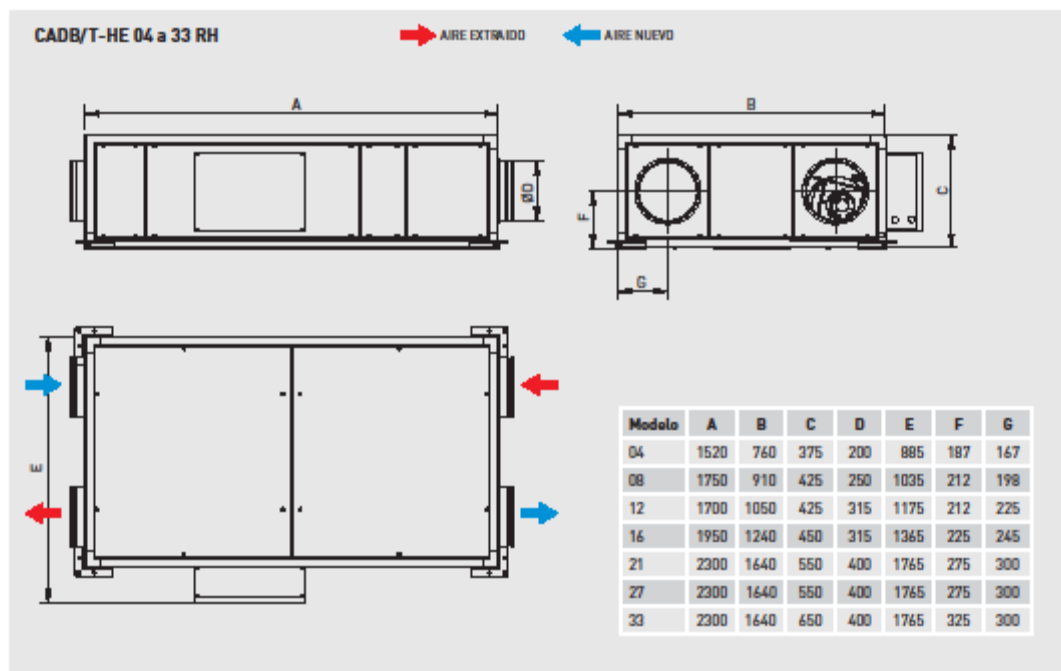
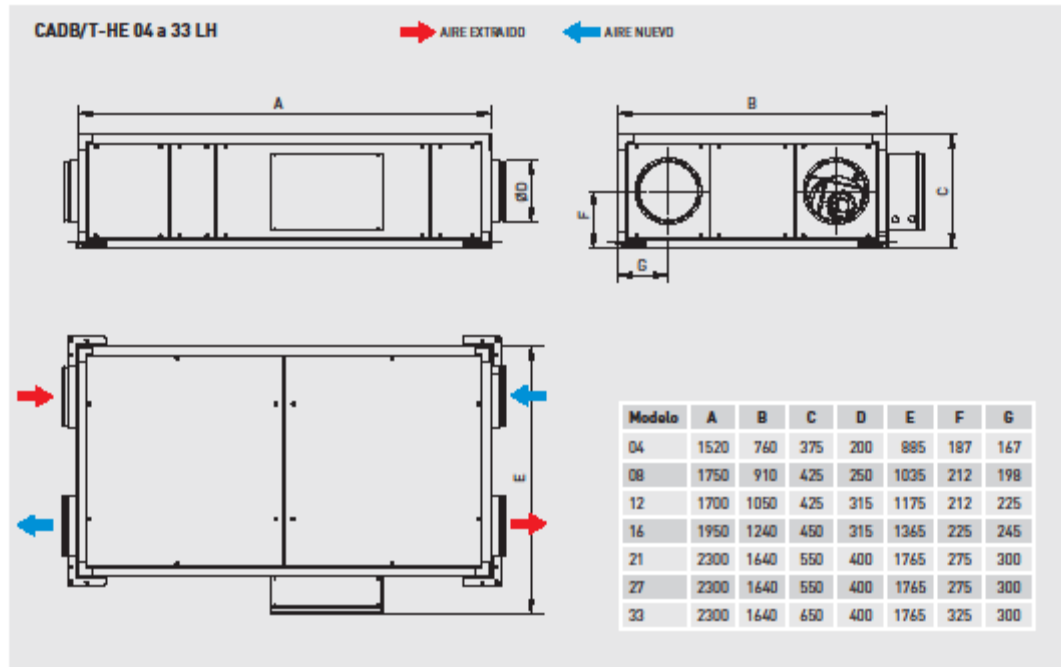
Versiones Verticales

Modelo	Caudal aire (m³/h)	AIRE EXTERIOR		AIRE DE APORTACIÓN*		RENDIMIENTO*	
		Temperatura (°C)	H.R. (%)	Temperatura (°C)	H.R. (%)	Eficiencia (%)	Pot. Recuperada (kW)
CADB-HE 04	450	-10	80	17,5	10,4	91,7	3,7
		-5	80	17	16,7	87,8	3
		0	70	16,7	22,8	83,3	2,3
		5	70	17,1	31,4	80,8	1,7
CADB-HE 08	800	-10	80	17,5	10,4	91,7	6,6
		-5	80	17	16,7	87,9	5,4
		0	70	16,7	22,6	83,4	4,2
		5	70	17,1	31,4	80,9	3,1
CADB-HE 12	1.200	-10	80	17,3	10,5	91,2	9,9
		-5	80	16,8	16,9	87,2	8
		0	70	16,5	22,9	82,6	6,2
		5	70	17	31,6	80,1	4,6
CADB-HE 16	1.600	-10	80	17,2	10,6	90,8	13,1
		-5	80	16,7	17,2	86,8	10,7
		0	70	16,4	23,1	82,2	8,3
		5	70	17	31,7	79,9	6,1
CADB-HE 21	2100	-10	80	16,7	12	89,1	18,9
		-5	80	16,9	17,5	87,6	15,5
		0	70	17,2	21,8	85,9	12,2
		5	70	17,5	30,4	83,6	8,9
CADB-HE 27	2700	-10	80	16,4	12,2	88	24
		-5	80	16,6	17,8	86,4	19,6
		0	70	16,9	22,2	84,5	15,4
		5	70	17,3	31	81,8	11,2
CADB-HE 33	3.300	-10	80	16,7	12	88,9	28,4
		-5	80	16,8	17,6	87,1	23,4
		0	70	17	22	85,0	18,4
		5	70	17,3	30,9	82,0	13,5
CADT-HE 45	4.500	-10	80	17,2	11,7	90,6	39,5
		-5	80	17,2	17,1	89	32,6
		0	70	17,5	21,4	87,3	25,8
		5	70	17,7	30,1	84,8	19
CADT-HE 60	6.100	-10	80	17,2	11,7	90,5	53,5
		-5	80	17,2	17,1	88,9	44,2
		0	70	17,4	21,4	87,2	34,9
		5	70	17,7	30,1	84,8	25,7
CADT-HE 100	10.000	-10	80	16,4	12,2	87,9	88,7
		-5	80	16,6	17,8	86,4	72,7
		0	70	16,9	22,2	84,4	57
		5	70	17,3	31	81,7	41,5

*Para temperatura interior 20°C 50%.

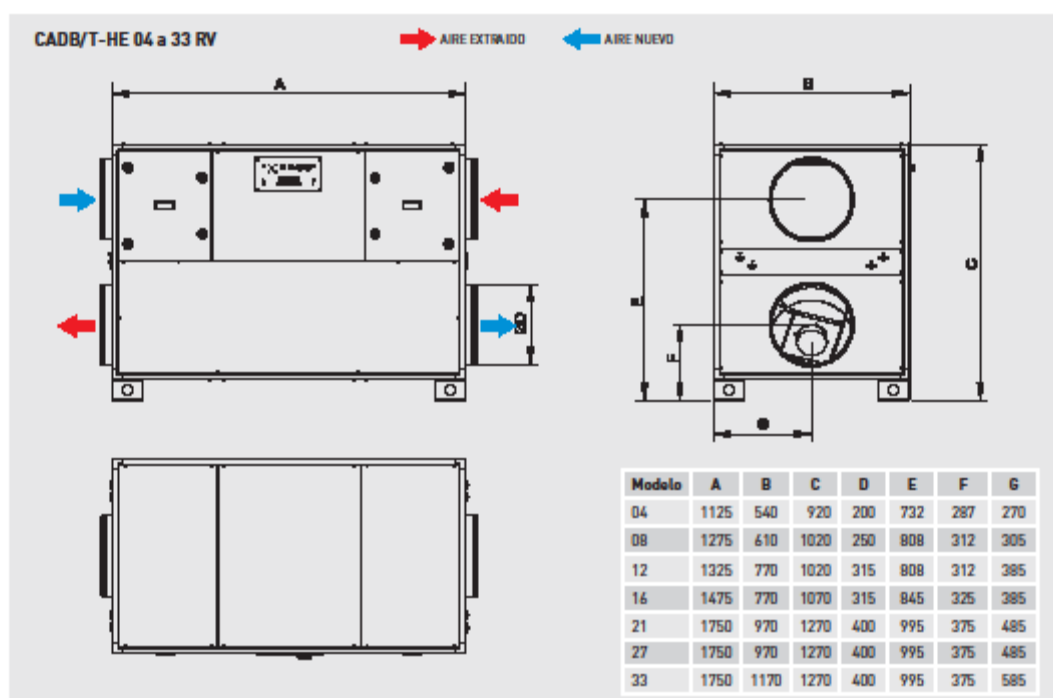
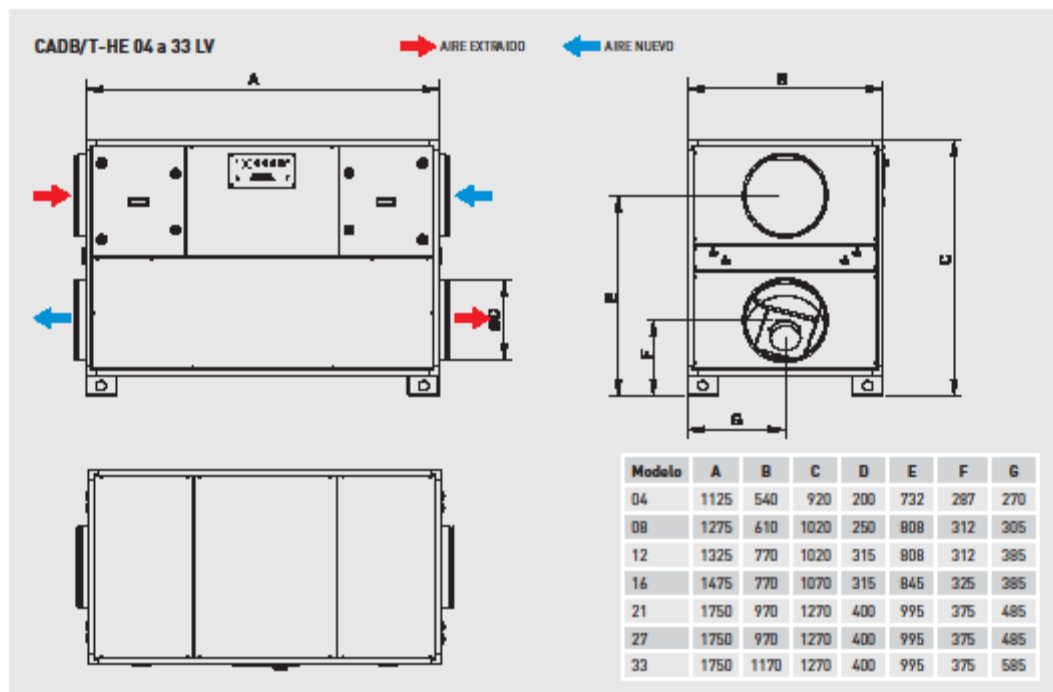


DIMENSIONES (mm)





DIMENSIONES (mm)

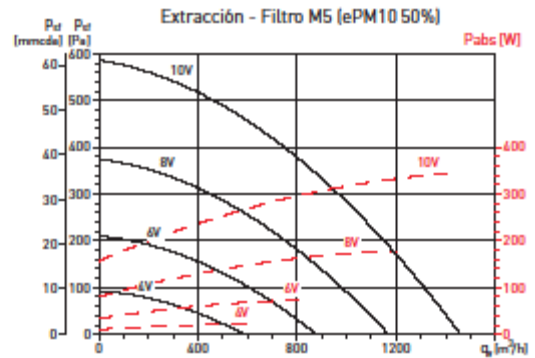
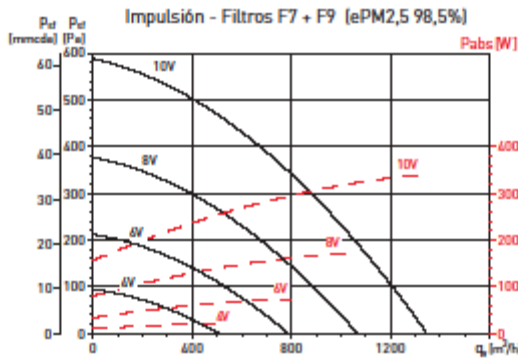
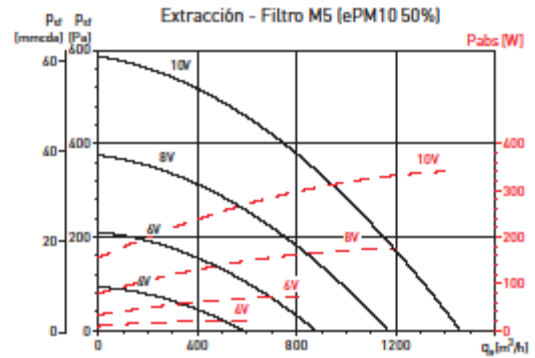
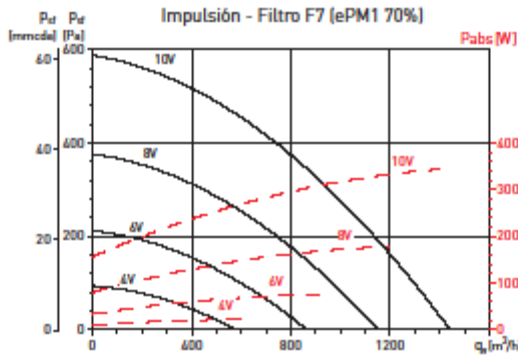




CURVAS CARACTERÍSTICAS

- q_v : Caudal en m^3/h .
- p_{st} : Presión estática en Pa o $mmcd$.
- P_{abs} = Potencia absorbida a la velocidad máxima [W].
- Aire seco normal a 20°C y 760 mm.c.d.Hg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.
- Potencias absorbidas correspondientes a un solo circuito.

CADB-HE-D 12

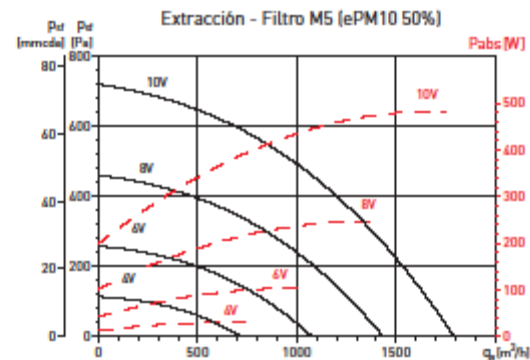
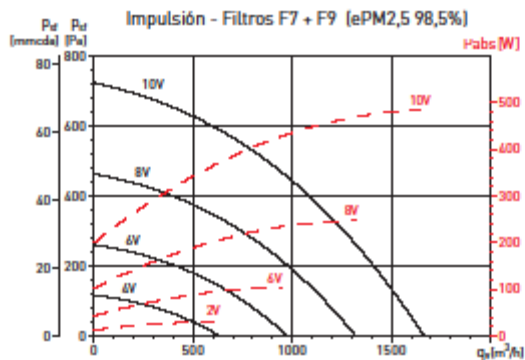
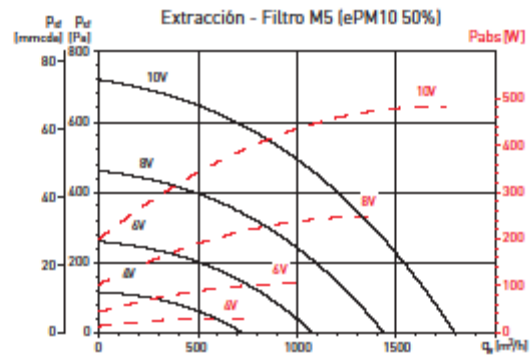
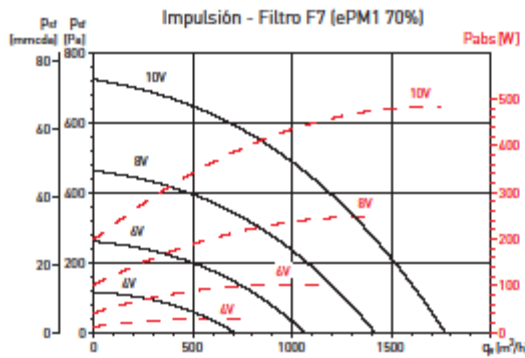




CURVAS CARACTERÍSTICAS

- q_v : Caudal en m^3/h .
- p_{st} : Presión estática en Pa y mmcd.a.
- P_{abs} = Potencia absorbida a la velocidad máxima [W].
- Aire seco normal a 20°C y 760 mm.c.d.Hg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.

CADB-HE-D 16

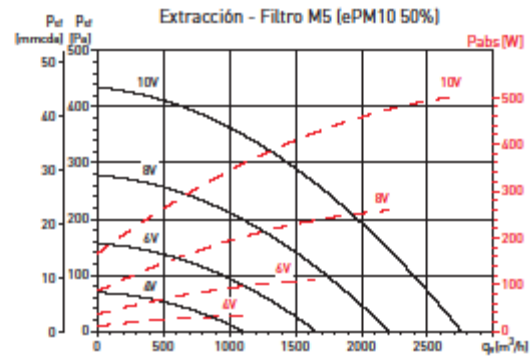
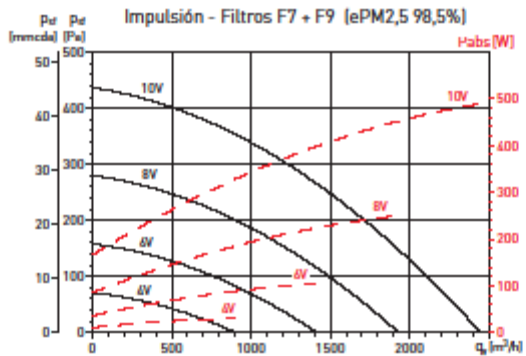
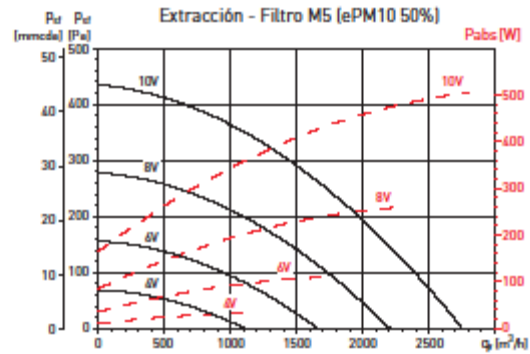
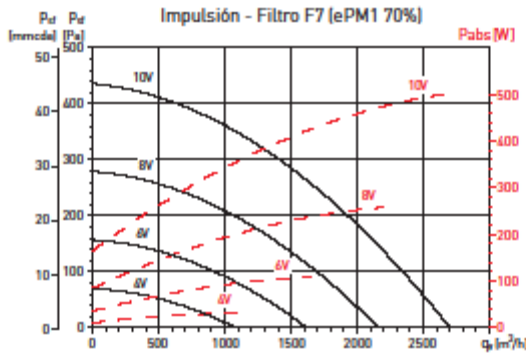




CURVAS CARACTERÍSTICAS

- q_v : Caudal en m^3/h .
- p_{st} : Presión estática en Pa mmca.
- P_{abs} = Potencia absorbida a la velocidad máxima [W].
- Aire seco normal a 20°C y 760 mm.c.d.Hg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.
- Potencias absorbidas correspondientes a un solo circuito.

CADB-HE-D 21

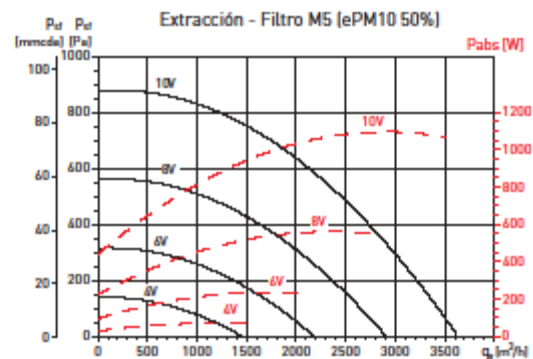
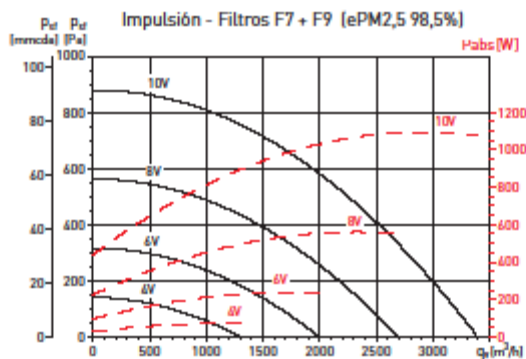
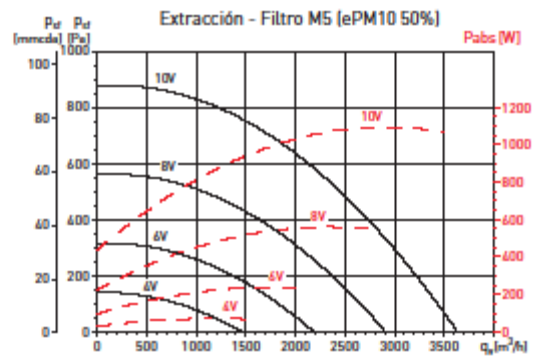
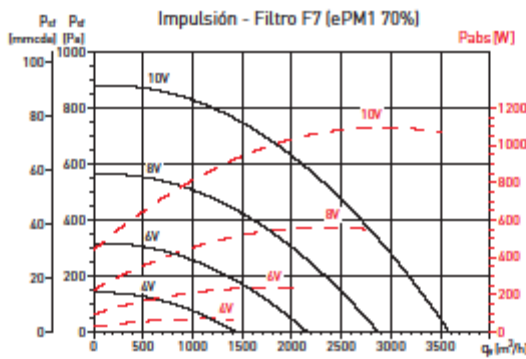




CURVAS CARACTERÍSTICAS

- q_v : Caudal en m^3/h .
- p_{st} : Presión estática en Pa y mmca.
- P_{abs} = Potencia absorbida a la velocidad máxima [W].
- Aire seco normal a 20°C y 760 mm.c.d.Hg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Norma ISO 5801 y AMCA 210-99.
- Potencias absorbidas correspondientes a un solo circuito.

CADB-HE-D 33



◆ UVF ECOWAT (HALL)

CAJAS DE VENTILACION ACÚSTICAS DE BAJO CONSUMO CON FILTRO INTEGRADO Serie UVF ECOWATT



Cajas de ventilación con filtros integrados, de bajo nivel sonoro, fabricadas en chapa de acero galvanizado, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de lana mineral de 30 mm de espesor, juntas estancas en aspiración y descarga, cierres de tipo tracción giratorio, de fácil apertura, y ventilador centrífugo de álabes hacia atrás.

Motor brushless de corriente continua, de alto rendimiento y bajo consumo, alimentación 230V±10% 50/60Hz, IP44, rodamientos a bolas, protector térmico, interruptor ON/OFF con potenciómetro incorporado para ajustar la velocidad y entrada analógica para controlar el ventilador con una señal de 0-10V.

Todos los modelos tienen capacidad para el montaje de hasta 3 filtros.

Filtros

- Versión F7: Suministrada con filtro F7.

Es posible añadir un segundo filtro de alta eficacia y un prefiltro, ambos accesorios.

- Versión con filtro F7 + filtro F9.

Es posible añadir un prefiltro (accesorio) Sistema de montaje de filtros de alta eficacia con brazos de apriete que se adaptan al grosor de uno o dos filtros. Gracias a los pomos roscados es posible realizar un buen apriete entre filtro y bastidor, minimizando el by-pass de aire exterior al filtro habitual en los filtros montados mediante guías.

Para poder alargar la vida útil de los filtros de alta eficacia, se recomienda añadir un prefiltro (G4 o M5), suministrado como accesorio. Eficacias de filtración según ISO-16890 de la versión F7+F9: ePM10=99,5%, ePM2,5=98,5%, ePM1=96,2%.

Otros datos

Pueden ser colocadas en cualquier posición.

Diseñadas para instalaciones en interior. Temperatura de trabajo de -20°C a +40°C.

Filtros de alta eficacia y muy baja pérdida de carga.

Presostato para control de saturación de filtros.



Caja de bornes con Interruptor ON/OFF Integrado

En modelos UVF-400/160 a UVF-1100/250 la caja de bornes es remota con longitud de cable 650 mm. Todos los modelos incorporan un potenciómetro en el interior de la caja de bornes, que permite realizar el ajuste manual de la velocidad.



Bajo nivel sonoro

Aislamiento acústico ininflamable (M0) de lana mineral de 30 mm de espesor y revestimiento de alta resistencia, que reduce sensiblemente el ruido.

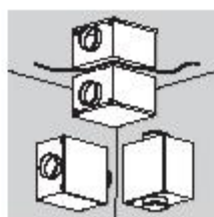


Capacidad para 3 filtros

Sistema de montaje de filtros de alta eficacia con brazos de apriete que se adaptan al grosor de uno o dos filtros.



Ventilador centrífugo de álabes hacia atrás.



Instalación en cualquier posición

Pueden ser instaladas en posición vertical, horizontal o invertidas.

CAJAS DE VENTILACION ACÚSTICAS DE BAJO CONSUMO CON FILTRO INTEGRADO Serie UVF ECOWATT



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc.) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Alimentación eléctrica	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Caudal máximo* (m³/h)	Nivel de presión sonora** (dB(A)) a 1,5 m			Peso (kg)
						Aspiración	Descarga	Radiado	
UVF-400/160 ECOWATT	3900	230V	100	0,5	390	47	49	38	13
UVF-600/200 ECOWATT	3300	230V	115	0,57	590	45	47	48	18
UVF-1100/250 ECOWATT	2800	230V	210	1,1	1.050	50	51	51	21
UVF-1500/315 ECOWATT	2300	230V	235	1,4	1.460	45	48	47	28
UVF-2500/355 ECOWATT	1900	230V	355	1,39	2.460	52	53	45	37
UVF-3000/400 ECOWATT	1800	230V	360	1,45	2.700	49	51	45	39

* Con filtro F7.

** Al 70% del caudal máximo con filtro F7.

EFICACIA DE FILTRACIÓN EN FUNCIÓN DE LA COMBINACIÓN DE FILTROS UTILIZADA. SEGÚN ISO-16890

Combinación de filtros	Eficacia de filtración α /ISO-16890*		
	α PM10	α PM2,5	α PM1
M5	55%	-	-
F7	90%	83%	75%
F9	95%	91%	85%
M5+F7	95,5%	83%	75%
M5+F9	97,7%	91%	85%
F7+F9	99,5%	98,5%	96,2%

* Considerando filtros a mitad de su vida útil.

Filtros accesorios necesarios en función de la combinación de filtros requerida

Partiendo de la versión F7

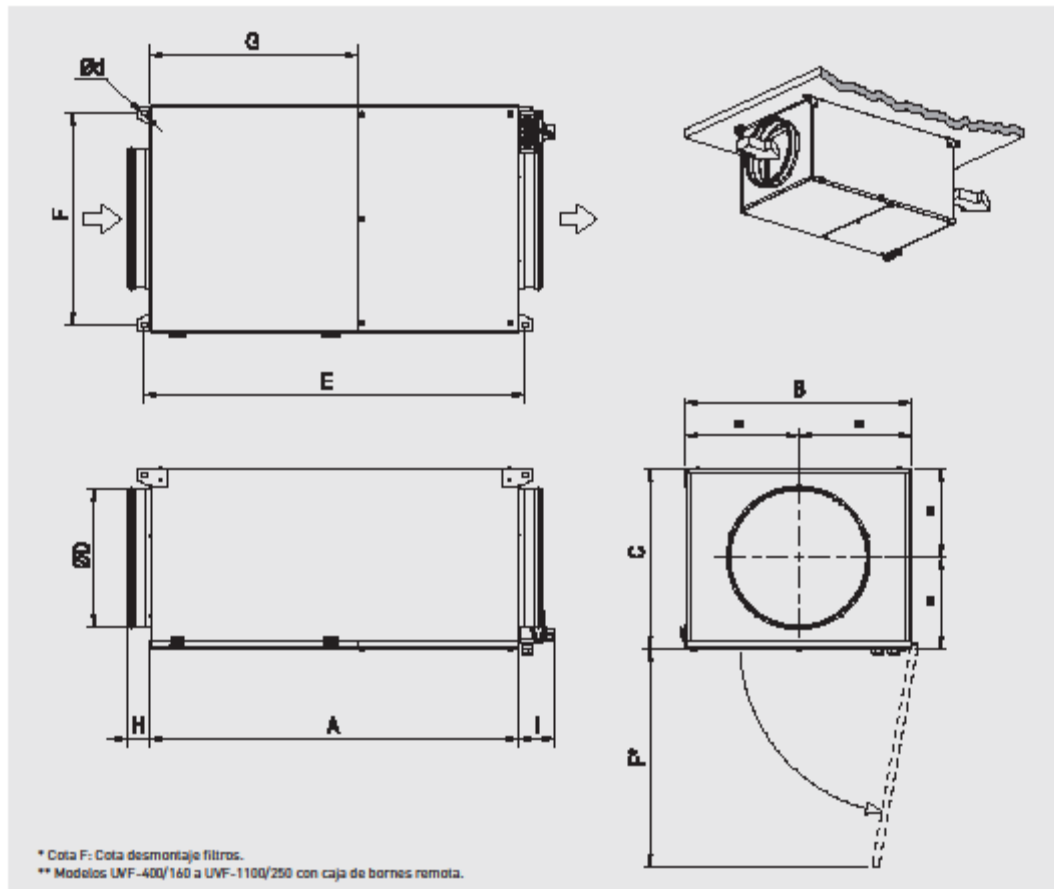
Modelo Caja de ventilación	Combinación de filtros requerida			Prefiltro
	F7	M5+F7	F7+F9	G4
UVF-400/160 F7 ECOWATT	Incluido	AFR UVF-400 M5	AFR UVF-400 F9	AFR UVF-400 G4
UVF-600/200 F7 ECOWATT	Incluido	AFR UVF-600 M5	AFR UVF-600 F9	AFR UVF-600 G4
UVF-1100/250 F7 ECOWATT	Incluido	AFR UVF-1100 M5	AFR UVF-1100 F9	AFR UVF-1100 G4
UVF-1500/315 F7 ECOWATT	Incluido	AFR UVF-1500 M5	AFR UVF-1500 F9	AFR UVF-1500 G4
UVF-2500/355 F7 ECOWATT	Incluido	AFR UVF-2500/3000 M5	AFR UVF-2500/3000 F9	AFR UVF-2500/3000 G4
UVF-3000/400 F7 ECOWATT	Incluido	AFR UVF-2500/3000 M5	AFR UVF-2500/3000 F9	AFR UVF-2500/3000 G4

Partiendo de la versión F7+F9

Modelo Caja de ventilación	Combinación de filtros requerida		Prefiltro
	F7+F9		G4
UVF-400/160 F7+F9 ECOWATT	Incluido		AFR UVF-400 G4
UVF-600/200 F7+F9 ECOWATT	Incluido		AFR UVF-600 G4
UVF-1100/250 F7+F9 ECOWATT	Incluido		AFR UVF-1100 G4
UVF-1500/315 F7+F9 ECOWATT	Incluido		AFR UVF-1500 G4
UVF-2500/355 F7+F9 ECOWATT	Incluido		AFR UVF-2500/3000 G4
UVF-3000/400 F7+F9 ECOWATT	Incluido		AFR UVF-2500/3000 G4



DIMENSIONES (mm)



Modelo	A	B	C	D	E	F	d	G	H	I
UVF-400/160 ECOWATT	692	313	259	160	718	278	9	468	52	52**
UVF-600/200 ECOWATT	728	363	309	200	754	350	9	468	52	52**
UVF-1100/250 ECOWATT	770	413	334	250	795	400	9	468	52	52**
UVF-1500/315 ECOWATT	836	513	409	315	862	500	9	468	52	77
UVF-2500/355 ECOWATT	932	613	459	355	957	600	9	468	52	77
UVF-3000/400 ECOWATT	932	613	459	400	957	600	9	468	52	77

CAJAS DE VENTILACIÓN ACÚSTICAS DE BAJO CONSUMO CON FILTRO INTEGRADO Serie UVF ECOWATT



ACCESORIOS DE MONTAJE

Modelo	Ø Entrada/Salida	SIL	APC	CAR	Acoplamiento elástico
		Silenciador	Toma y descarga de aire	Compuerta antirretorno	
UVF-400/160 ECOWATT	160	SIL-160	APC-160	CAR-160	ACOPEL F400-160N
UVF-600/200 ECOWATT	200	SIL-200	APC-200	CAR-200	ACOPEL F400-200N
UVF-1100/250 ECOWATT	250	SIL-250	APC-250	CAR-250	ACOPEL F400-250N
UVF-1500/315 ECOWATT	315	SIL-315	APC-315	CAR-315	ACOPEL F400-315N
UVF-2500/355 ECOWATT	355	SIL-355	APC-355	CAR-355	ACOPEL F400-355N
UVF-3000/400 ECOWATT	400	SIL-400	APC-400	CAR-400	ACOPEL F400-400N

ACCESORIOS ELÉCTRICOS

Accesorios para el control del ventilador

Modelo	Regulación manual de velocidad		Caudal variable por CO ₂		Presión constante	
	Potenciometro interno	Potenciometro externo	Unidad de control	Sensor	Unidad de control	Sensor
UVF-400/160 ECOWATT	Incluido	REB-ECOWATT	CONTROL AERO-REG	AIRSENS CO2/SC02-AD/ SC02-G	CONTROL AERO-REG	TDP-S/ TDP-D
UVF-600/200 ECOWATT	Incluido	REB-ECOWATT	CONTROL AERO-REG	AIRSENS CO2/SC02-AD/ SC02-G	CONTROL AERO-REG	TDP-S/ TDP-D
UVF-1100/250 ECOWATT	Incluido	REB-ECOWATT	CONTROL AERO-REG	AIRSENS CO2/SC02-AD/ SC02-G	CONTROL AERO-REG	TDP-S/ TDP-D
UVF-1500/315 ECOWATT	Incluido	REB-ECOWATT	CONTROL AERO-REG	AIRSENS CO2/SC02-AD/ SC02-G	CONTROL AERO-REG	TDP-S/ TDP-D
UVF-2500/355 ECOWATT	Incluido	REB-ECOWATT	CONTROL AERO-REG	AIRSENS CO2/SC02-AD/ SC02-G	CONTROL AERO-REG	TDP-S/ TDP-D
UVF-3000/400 ECOWATT	Incluido	REB-ECOWATT	CONTROL AERO-REG	AIRSENS CO2/SC02-AD/ SC02-G	CONTROL AERO-REG	TDP-S/ TDP-D

ACCESORIOS DE MONTAJE



ACOPEL F400 N
Acoplamientos
elásticos circulares.



KSE-45
Soportes
antivibratorios de
goma que permiten
amortiguar las
vibraciones y atenuar
el nivel sonoro de la
instalación.
(1KSE = 4 soportes
en una bolsa)



CAR
Compuerta
antirretorno.



APC
Viseras aspiración-
descarga.

FILTROS DE RECAMBIO

Modelo	G4	M5	F7	F9	Cantidad de filtros	Dimensiones (mm)
UVF-400/160 ECOWATT	AFR UVF-400 G4	AFR UVF-400 M5	AFR UVF-400 F7	AFR UVF-400 F9	1	300x250x48
UVF-600/200 ECOWATT	AFR UVF-600 G4	AFR UVF-600 M5	AFR UVF-600 F7	AFR UVF-600 F9	1	350x300x48
UVF-1100/250 ECOWATT	AFR UVF-1100 G4	AFR UVF-1100 M5	AFR UVF-1100 F7	AFR UVF-1100 F9	1	400x325x48
UVF-1500/315 ECOWATT	AFR UVF-1500 G4	AFR UVF-1500 M5	AFR UVF-1500 F7	AFR UVF-1500 F9	1	500x400x48
UVF-2500/355 ECOWATT	AFR UVF-2500/3000 G4	AFR UVF-2500/3000 M5	AFR UVF-2500/3000 F7	AFR UVF-2500/3000 F9	1	600x450x48
UVF-3000/400 ECOWATT	AFR UVF-2500/3000 G4	AFR UVF-2500/3000 M5	AFR UVF-2500/3000 F7	AFR UVF-2500/3000 F9	1	600x450x48

ANEXO XVII- DOSSIER TÉCNICO UTA PROPUESTA 2.1

UTA planta 1 y planta 2 en cubierta

	Propuesta	PRY_1475_21_V1	
	Fecha	19/07/2021	
Evaír Technical-Commercial Department Buenos Aires, 8 ES 50198 La Muela (Zaragoza) Tel.: +34 976 909 868	Proyecto	CIHEAM	Versión de Soft. 3.20.200 Version Date: 17.05.2021 www.evaír.es info@evaír.es
	Posición	CL-01-V UTA PARA PLANTA 1 Y 2	
	LV-Posición	CL-01	
	Cantidad	1	
	Fecha de Impr	19/07/2021	
	Colaborador		
	Oficina / Conta		

INFORMACIÓN GENERAL

Serie **SMART**

CARACTERÍSTICAS MB (EN-1886)

Resist. mecánica (-1000/+1000 Pa) **D2/D2(M)**
 Estanqueidad (-400/+700 Pa) **L1/L1(M)**
 Derivación en filtros **F9**
 Transmitancia térmica **T2**
 Puente térmico **TB4**



Densidad del aire [kg/m³] **1,20**
 SFPint (Vent. Comp.) [w/(m³/s)] **821**
 Peso total [kg] **~1.378**
 Temp. de diseño exterior (Invierno) [°C] **-3,00**
 Ratio de mezcla (RCA/SUP)
 Unidad (Reglamento UE 1253/2014) **NRVU;BVU**
 Tipo de accionamiento **Variable Speed**
 Max. SFP Int. [w/(m³/s)] **914**
 Min. Thermal efficiency [%] **73**
 Min./Max. Temperatura-Humedad Relativa [°C-%] **-20-040-50**
 Specific fan power rating, SFPv [w/(m³/s)] **1.997**

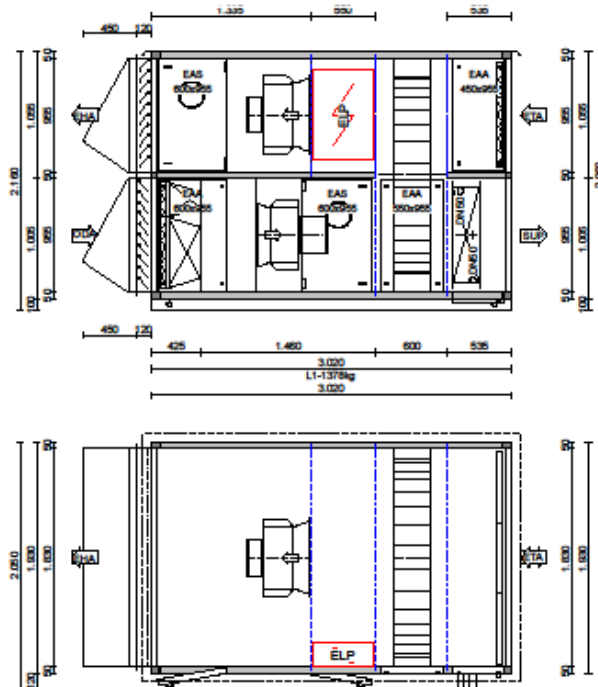


Modelo	Caudal [m ³ /h]	Velocidad Air [m/s]	Presión Externa [Pa]	Pot. Abs. [kW]	Ef. Estática (Sistema)* [%]	Config. Base Perd. de carga * [Pa]
Impulsión SMART 5.4	11.500	1,83	300	4,270	65,36	259
Retomo SMART 5.4	11.500	1,83	250	3,040	64,9	276



* Según Configuración Base. (Reg. 1253/2014)

**Energy label class designed for wet conditions.



La pérdida de carga de filtros en este informe se fija según norma UNE 13053. La pérdida de carga final (mostrada) ha de ser respetada para asegurar el rendimiento y la eficiencia energética de la unidad.




Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V1
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01-V
 Responsable:
 Pieza: 1
 Fecha: 19/07/2021
 Página: 2 / 7

Aire de impulsión

Definición de la unidad


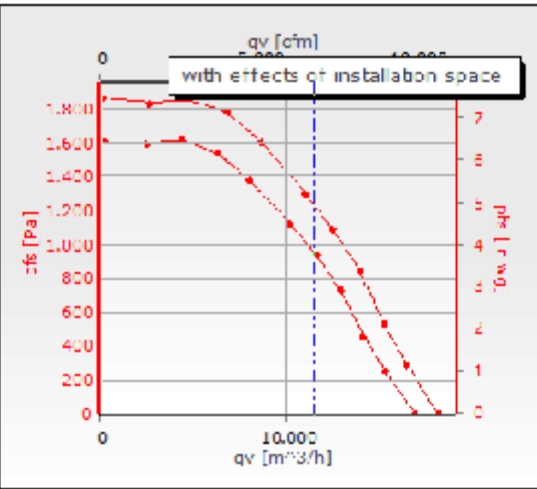
Presión externa [Pa]	300	Espesor	Mineralwool 50	45,0 mm	Largo [mm]	3.020,0
Presión total [Pa]	958	Panel interno	Galvanizado	0,50 mm	Ancho [mm]	1.930,0
Class DIN EN 13053	V3	Panel externo	Galvanizado pintado	White	Altura [mm]	1.055,0
Ext. leakage -400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Panel interno (suelo)	Galvanizado	1,00 mm	Peso [kg]	~1.378,0
Ext. leakage +400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Perfiles	Aluminio			
Max. Fuga Interna [%]	1,07	Mat. Interior	Galvanizado			

Construcción de la unidad P 150-45

Filtro bolsas con pre-filtro		Aire de impulsión	425,0 mm	1,67 m2	157,00 kg	264 Pa
Fabricante	Camfil	Longitud del filtro [mm]	48,0			
Tipo	ECOPLEAT-M6-48	Superficie de filtro [m2]	27,00			
Clase	M6	Celdas Pzs x Tamaño	3 x 592,0x 592,0			
PdC Limpio [Pa]	76		3 x 592,0x 292,0			
PdC Diseño [Pa]	126					
PdC Sucio [Pa]	176					
Caudal [m³/h]	11.500					
Clasif. energética de filtro						
Filter class (EN-16890)	ePM10 70%					
	Fabricante	Camfil	Longitud del filtro [mm]	292,0		
	Tipo	OPACKFIL-F8-296	Superficie de filtro [m2]	81,00		
	Clase	F8	Celdas Pzs x Tamaño	3 x 592,0 x 592,0		
	PdC Limpio [Pa]	66		3 x 592,0 x 292,0		
	PdC Diseño [Pa]	116				
	PdC Sucio [Pa]	166				
	Caudal [m³/h]	11.500				
	Extracción de filtro	Lateral				
	Clasif. energética de filtro	A+				
Filter class (EN-16890)	ePM1 70%					
Puerta extralible		Dimensiones [mm] 600,0 x 955,0				
Compuerta gravedad		Material	Galvaniza	Dimensiones [mm] 1.830,0 x 955,0 x 120,0		
Tipo	GRD					




Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V1
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01-V
 Responsable:
 Pieza: 1
 Fecha: 19/07/2021
 Página: 3 / 7

Plugfan	Aire de Impulsión	1.460,0 mm	5,75 m ²	228,00 kg	Pa			
INFORMACIÓN DEL VENTILADOR			INFORMACIÓN DE MOTOR					
Ventilador	1xK3G500-PB33-01	Motor	1xM3G150IF					
Proveedor	EBM-Papet	Protección	IP54					
Caudal [m ³ /h]	11.500	Clase de aislamiento	F					
Internal pressure [Pa]	574	Potencia [kW]	1x5,700					
Presión adicional [Pa]		RPM [1/min]	2.250					
Presión externa [Pa]	300	Corriente +5% [A]	1x9,00					
Presión dinámica [Pa]	84	Eficiencia	90,67 IE5					
Presión estática total [Pa]	874	Tensión	3x400 V / 50 Hz					
Presión total [Pa]	958	Tipo de motor	EC					
RPM [1/min]	2.051	El efecto del sistema está considerado en el rendimiento del ventilador						
Eficiencia del ventilador [%]	79,03							
Potencia en el eje [kW]	1x3,873							
INFORMACIÓN DEL SISTEMA			Señal de Control (0-10V)	7,98				
Potencia absorbida (Selección) [kW]	4,270	K factor	281					
Potencia específica (Selección) [w/(m ³ /s)]	1,337	SFP2						
Potencia absorbida (Validación) [kW]	3,640							
Potencia específica (Validación) [w/(m ³ /s)]	1,139	SFP2						
Max. temperature increase [°C]	0,95							
								
Nivel sonoro. Banda de octavas del ventilador Lw / dB								
Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Aspiración	67,4	81,2	79,9	74,5	76,7	77,1	86,6	74,2
Salida	72,8	82,4	80,0	82,1	88,1	83,1	87,3	78,0
Potencia sonora [dB (A)]	93,9							
Toma de presión en el oído	1		Set					
Puerta con bisagras y cierres			Dimensiones [mm]		600,0 x 955,0			
Mirilla	Circular		Diámetro [mm]		218,0			



Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V1
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01-V
 Responsable:
 Pieza: 1
 Fecha: 19/07/2021
 Página: 4 / 7

Recuperador rotativo		Aire de Impulsión	600,0 mm	4,79 m2	355,00 kg	
Modelo ED1650x1650-1600V-016-2B000-6BR0-A (Adsorción)						
Modo de calentamiento Impulsión [m³/h] 11,500 Dp [Pa] 193 Entrada [°C] -3,00 Humed. [%] 89,0 Salida [°C] 17,60 Humed. [%] 62,7 Extracción [m³/h] 11,500 Dp [Pa] 200 Entrada [°C] 24,00 Humed. [%] 50,0 Salida [°C] 3,50 Humed. [%] 85,4 Capacidad de recup. tot. [kW] 130,32 Capacidad sensible [kW] 79,47			Modo de enfriamiento Impulsión [m³/h] 11,500 Dp [Pa] 222 Entrada [°C] 36,20 Humed. [%] 28,4 Salida [°C] 27,80 Humed. [%] 43,9 Extracción [m³/h] 11,500 Dp [Pa] 219 Entrada [°C] 25,00 Humed. [%] 50,0 Salida [°C] 33,50 Humed. [%] 31,9 Capacidad de recup. tot. [kW] 38,01 Capacidad sensible [kW] 32,88			
Ef. en Temp. Flujo seco balanceado [76,30 Ef. en Temperatura. EN 308 [%] 76,80 Ef. en temperatura (Calor) [%] 76,3 Ef. en humedad (Calor) [%] 78,1 Ef. en temperatura (Frio) [%] 75,4 Ef. en humedad (Frio) [%] 58,2		RPM rotor [RPM] 17 Clase energética H1 Regulación C3X380 Potencia Nom. [kW] 0,180 Corriente nominal [A] 1,20				
Puerta extraíble			Dimensiones [mm]		550,0 x 955,0	
Connection box for wheel motor			1 Set			
Enfriamiento		Aire de Impulsión	535,0 mm	2,11 m2	139,00 kg	88 Pa
Caudal [m³/h] 11,500 Velocidad del aire [m/s] 2,44 Aire de entrada [°C] 27,80 Humedad [%] 43,9 Aire de salida [°C] 16,00 Humedad [%] 84,9 Potencia [kW] 52,72 Pérdida de pres.del aire [Pa] 88 Seco [Pa] 70		Fluido Agua Caudal de fluido [l/s] 2,5100 Velocidad del fluido [m/s] 1,00 Fluido de entrada [°C] 7,00 Fluido de salida [°C] 12,00 Pérdida de carga del fluido [kPa] 21,12 Volumen Int. [l] 33,100				
Modo de calentamiento Aire de entrada [°C] 39,85 Aire de salida [°C] 39,85 Potencia [kW] 87,33		Caudal de fluido [l/s] 4,2300 Velocidad del fluido [m/s] 1,69 Fluido de entrada [°C] 50,00 Fluido de salida [°C] 45,00 Pérdida de carga del fluido [kPa] 41,89				
Cu-Al-FeZn P40AR 4R-20T-1635A-2.Spa 13C 2" (.11-.4-1.5) Filas 4 Circuitos 13 Separación de aletas [mm] 2,50 Conexión entrada DN 50 Conexión salida DN 50		Materiales: Aletas Aluminio Filas Cobre Colector Cobre Marco Galvanizado Protección de la aleta -				
Bandeja de condensados		Calidad	Acero Inoxidable 304		Conexión de drenaje	1 0/0"



Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V1
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01-V
 Responsable:
 Pieza: 1
 Fecha: 19/07/2021
 Página: 5 / 7

Cálculo del nivel sonoro									
Potencia sonora [dB]									
Frc. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Suma [dB(A)]
Aspiración	67,4	81,2	79,9	74,5	76,7	77,1	86,6	74,2	88,7
Salida	72,8	82,4	80	82,1	88,1	83,1	87,3	78,0	92,4
Carcasa	64,8	65,4	58,0	53,1	59,1	58,1	63,3	46,0	66,7
Nivel de presión sonora [dB]									
Frc. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Suma [dB(A)]
Aspiración	53,4	67,2	65,9	60,5	62,7	63,1	72,6	60,2	74,7
Salida	58,8	68,4	66,0	68,1	74,1	69,1	73,3	64,0	78,4
Carcasa	50,8	51,4	44,0	39,1	45,1	44,1	49,3	32,0	52,7
Tolerancia +/- 4 dB									

Aire de extracción

Definición de la unidad							
Presión externa [Pa]	250	Espesor	Mineralwool 50	45,0 mm	Largo [mm]	3.020,0	
Presión total [Pa]	668	Panel interno	Galvanizado	0,50 mm	Ancho [mm]	1.930,0	
Class DIN EN 13053	V3	Panel externo	Galvanizado pintado	White	1,00 mm	Altura [mm]	1.055,0
Ext. leakage -400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Panel interno (suelo)	Galvanizado	1,00 mm	Peso [kg]	~	
Ext. leakage +400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Perfiles	Aluminio				
Max. Fuga Interna [%]	1,07	Mat. Interior	Galvanizado				
Construcción de la unidad P 150-45							

Filtro	Aire de extracción	535,0 mm	3,19 m2	106,00 kg	126 Pa
Fabricante	Camfil				
Tipo	ECOPLEAT-M6-48				
Clase	M6				
PdC Limpio [Pa]	76				
PdC Diseño [Pa]	126				
PdC Sucio [Pa]	176				
Caudal [m³/h]	11.500				
Clasif. energética de filtro					
Filter class (EN-16890)	ePM10 70%				
Puerta extraíble	Dimensiones [mm] 450,0 x 955,0				
Toma de medición	1 Set				

Recuperador rotativo	Aire de extracción	600,0 mm	4,79 m2	355,00 kg	
----------------------	--------------------	----------	---------	-----------	--


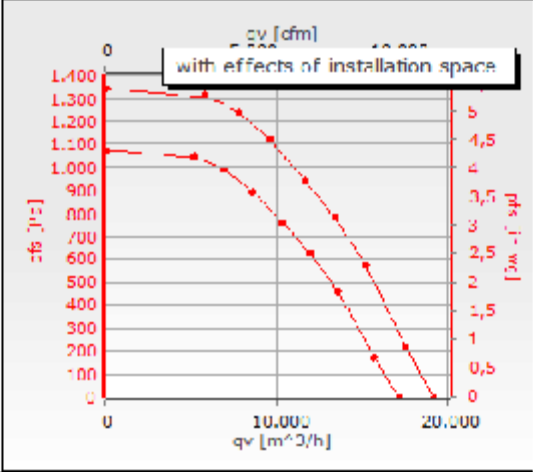
Módulo vacío	Aire de extracción	550,0 mm	3,28 m2	73,00 kg	Pa
--------------	--------------------	----------	---------	----------	----

CONTROL SYSTEM / ELECTRIC PANEL:

La especificación de control no se incluye en este documento técnico.
 El precio del control no está incluido en el precio de la unidad, se ha de incluir de forma adicional en el presupuesto.



Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V1
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01-V
 Responsable:
 Pieza: 1
 Fecha: 19/07/2021
 Página: 6 / 7

Plugfan	Aire de extracción	1.335,0 mm	7,97 m ²	320,00 kg	22 Pa																																				
INFORMACIÓN DEL VENTILADOR			INFORMACIÓN DE MOTOR																																						
Ventilador	1xK3G560-PB31-03	Motor	1xM3G150FF																																						
Proveedor	EBM-Papet	Protección	IP55																																						
Caudal [m ³ /h]	11.500	Clase de aislamiento	F																																						
Internal pressure [Pa]	367	Potencia [kW]	1x4,250																																						
Presión adicional [Pa]		RPM [1/min]	1.700																																						
Presión externa [Pa]	250	Corriente +5% [A]	1x6,50																																						
Presión dinámica [Pa]	51	Eficiencia	90,02 IE4																																						
Presión estática total [Pa]	617	Tensión	3x400 V / 50 Hz																																						
Presión total [Pa]	668	Tipo de motor	EC																																						
RPM [1/min]	1.483																																								
Eficiencia del ventilador [%]	78,05	El efecto del sistema está considerado en el rendimiento del ventilador																																							
Potencia en el eje [kW]	1x2,734																																								
INFORMACIÓN DEL SISTEMA			Señal de Control (0-10V)	8,75																																					
Potencia absorbida (Selección) [kW]	3,040	K factor	348																																						
Potencia específica (Selección) [w/(m ³ /s)]	951																																								
Potencia absorbida (Validación) [kW]	2,740																																								
Potencia específica (Validación) [w/(m ³ /s)]	858																																								
Max. temperature increase [°C]	0,67																																								
																																									
Nivel sonoro. Banda de octavas del ventilador Lw / dB <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ot. Freq. Hz</th> <th>63</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1000</th> <th>2000</th> <th>4000</th> <th>8000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aspiración</td> <td>71,1</td> <td>80,0</td> <td>78,1</td> <td>71,2</td> <td>72,2</td> <td>72,8</td> <td>77,1</td> <td>69,2</td> </tr> <tr> <td>Salida</td> <td>74,9</td> <td>80,6</td> <td>77,9</td> <td>80,5</td> <td>77,7</td> <td>76,6</td> <td>78,1</td> <td>71,5</td> </tr> <tr> <td>Potencia sonora [dB (A)]</td> <td colspan="8">86,1</td> </tr> </tbody> </table>		Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Aspiración	71,1	80,0	78,1	71,2	72,2	72,8	77,1	69,2	Salida	74,9	80,6	77,9	80,5	77,7	76,6	78,1	71,5	Potencia sonora [dB (A)]	86,1											
Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000																																	
Aspiración	71,1	80,0	78,1	71,2	72,2	72,8	77,1	69,2																																	
Salida	74,9	80,6	77,9	80,5	77,7	76,6	78,1	71,5																																	
Potencia sonora [dB (A)]	86,1																																								
Toma de presión en el oído		1 Set																																							
Puerta con bisagras y cierres		Dimensiones [mm] 600,0 x 955,0																																							
Compuerta gravedad		Material Galvaniza		Dimensiones [mm] 1.830,0 x 955,0 x 120,0																																					
Tipo GRD																																									
Mirilla Circular		Diámetro [mm] 218,0																																							



Proyecto Nr.: **PRY_1475_21_V1**
 Dibujo: **CL-01**
 Posición: **CL-01-V**
 Responsable:
 Pieza: **1**
 Fecha: **19/07/2021**
 Página: **7 / 7**

Cálculo del nivel sonoro

Frc. Hz	Potencia sonora [dB]								Suma [dB(A)]	Punto de medición	2 m	Distancia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Aspiración	71,1	79,0	71,1	65,2	68,2	67,8	66,1	61,2	74,2			
Salida	74,9	80,6	77,9	80,5	77,7	76,6	78,1	71,5	84,4			
Carcasa	66,9	63,6	56,1	51,5	48,7	51,6	54,1	39,5	59,0			
Frc. Hz	Nivel de presión sonora [dB]								Suma [dB(A)]	Punto de medición	2 m	Distancia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Aspiración	57,1	65,0	57,1	51,2	54,2	53,8	52,1	47,2	60,2			
Salida	60,9	66,6	63,9	66,5	63,7	62,6	64,1	57,5	70,4			
Carcasa	52,9	49,6	42,1	37,5	34,7	37,6	40,1	25,5	45,0			

Tolerancia +/- 4 dB

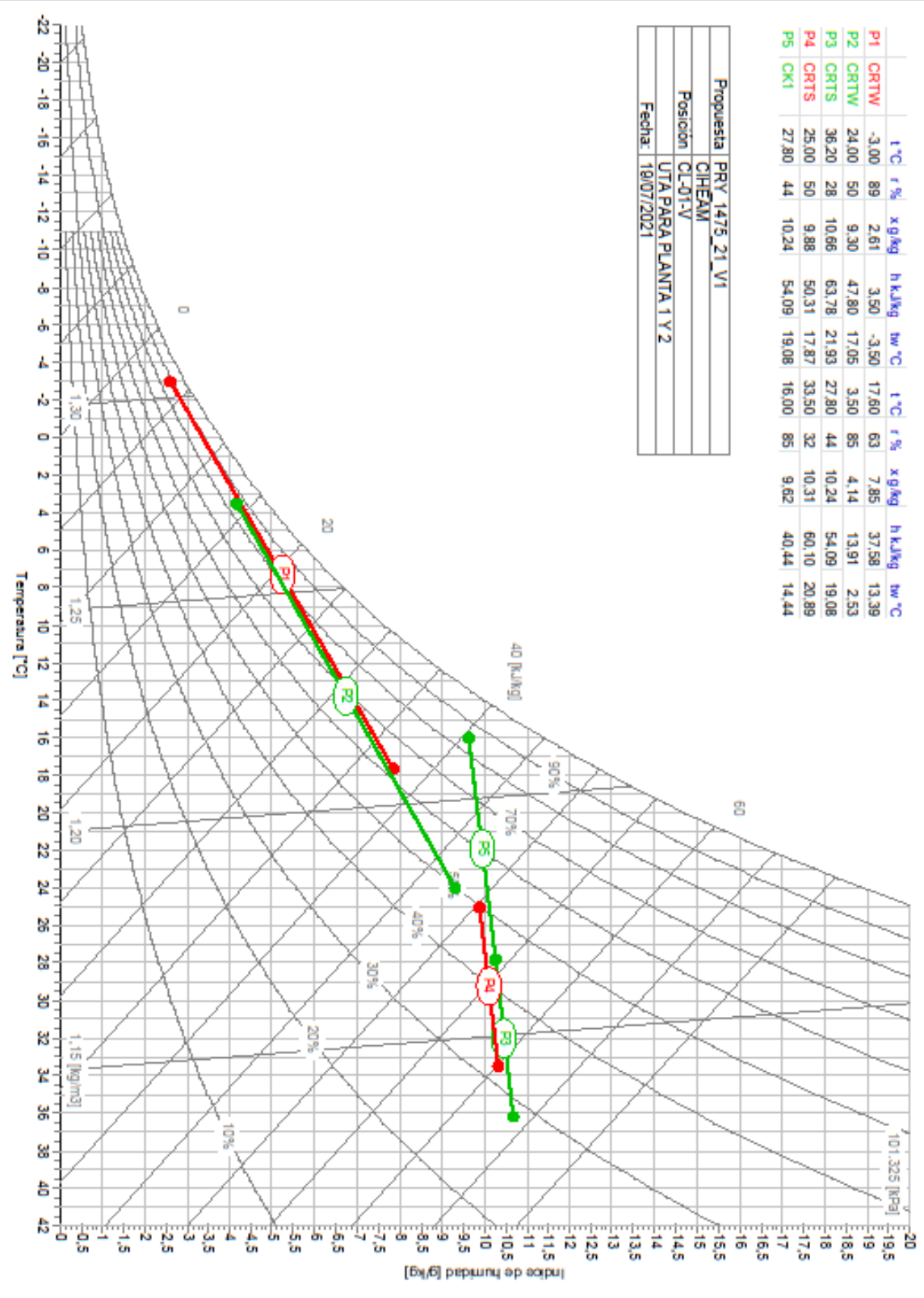
Bancada	0415	Material	Galvanizado	Aislado	No
Agujeros [mm]	40,0	Altura [mm]	100,0	Soldado	No
tejadillo			1 Set		

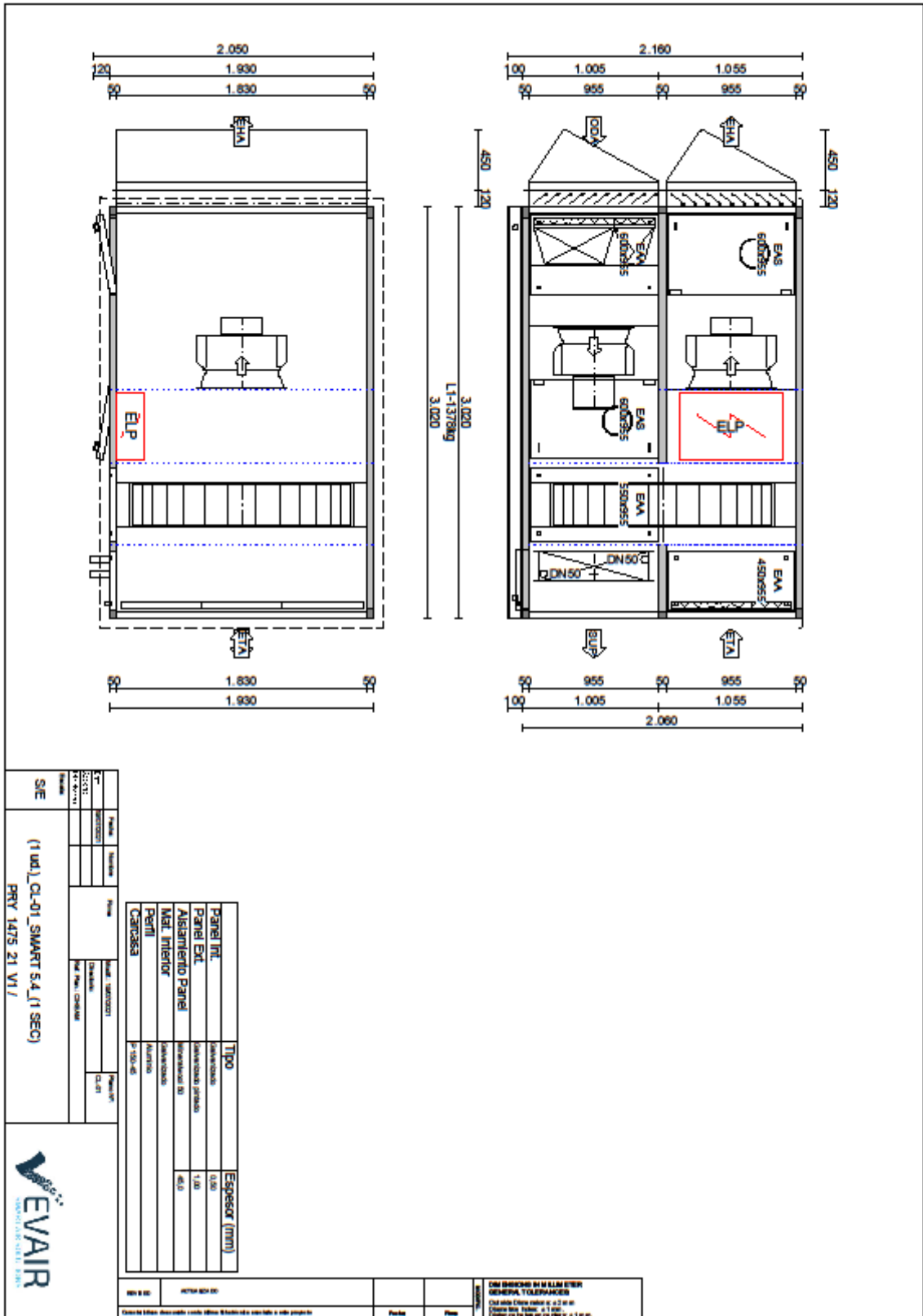
Los componentes que aparecen en este informe pueden ser reemplazados por marcas equivalentes en función del stock existente y el tiempo de entrega requeridos para esta unidad.

Módulos para transporte	Nr	Ancho	Altura	Largo	Peso
A confirmar.	1	1.930,0	2.060,0	3.020,0	1.378,00

	t °C	t %	xg/kg	h kJ/kg	tw °C	t °C	t %	xg/kg	h kJ/kg	tw °C
P1 CRTW	-3,00	89	2,61	3,50	-3,50	17,60	63	7,85	37,58	13,39
P2 CRTW	24,00	50	9,30	47,80	17,05	3,50	85	4,14	13,91	2,53
P3 CRTS	36,20	28	10,66	63,78	21,93	27,80	44	10,24	54,09	19,08
P4 CRTS	25,00	50	9,88	50,31	17,87	33,50	32	10,31	60,10	20,89
P5 CK1	27,80	44	10,24	54,09	19,08	16,00	85	9,62	40,44	14,44

Propuesta	PRV 1475 21 V1
	CIHEAM
Posición	CL-01-V
	UTA PARA PLANTA 1 Y 2
Fecha	18/07/2021





FUNCIONES BÁSICAS	PAQUETE DE CONTROL - PCB1-V	REF - 959104
CONTROL PARA EQUIPO BIDIRECCIONAL CON 100% AIRE EXTERIOR CON RECUPERACIÓN DE CALOR: - Control de VENTILADORES mediante CAUDAL CTE. - Monitorización de temperatura. - Comunicación con BMS mediante protocolo MODBUS TCP/IP. - Control de recuperación de calor y freecooling térmico. - Monitorización del estado de coimatación de filtros (DI única).	<p>(*) Dibujo genérico conforme a componentes estándar según manual.</p>	


COMPONENTES BÁSICOS			
CONTROLADOR	Ud.	LECTURA TEMPERATURA	Ud.
pCOS+ Small	1	IMPULSION + RETORNO + EXTERIOR	3
INTERFAZ	Ud.	LECTURA HUMEDAD	Ud.
LCD PIC	1	NINGUNA	0
ACTUADORES DE COMPUERTA PROPORCIONALES	Ud.	LECTURA CO2	Ud.
NINGUNO	0	NINGUNA	0
ACTUADORES DE COMPUERTA TODO/NADA	Ud.	LECTURA PRESIÓN	Ud.
NINGUNO	0	IMPULSION + RETORNO	2
COMUNICACIÓN	Ud.	LECTURA FILTRO SUCIO	Ud.
MODBUS RTU	1	±2 IMPULSION + RETORNO	3
ACCESORIOS ESPECÍFICOS		ACCESORIOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	Ud.	DESCRIPCIÓN	Ud.
BAT - CONTROL DE BATERIAS	1	PW - pCOWeb para Bacnet/IP y Modbus TCP/IP	1
RR - APARAMENTA ELECTRICA REC. ROTATIVO	1		

SENALES DE CONTROL	AI	DI	AO	DO
VENTILADORES				
ALARMA	0	2	0	0
CONTROL VENTILADORES	0	0	2	0
MARCHA/PARO	0	0	0	2
SONDAS DE PRESIÓN				
IMPULSION + RETORNO	2	0	0	0
COMPUERTAS TODO/NADA				
NINGUNA	0	0	0	0
SONDAS IMPULSION				
TEMPERATURA	1	0	0	0
SONDAS RETORNO				
TEMPERATURA	1	0	0	0
SONDAS EXTERIOR				
TEMPERATURA	1	0	0	0
BATERIAS (***)Ver Notas Anexas bajo esta tabla(***)				
BATERIA 1	0	0	1	0
NINGUNA	0	0	0	0
PRESOSTATO FILTRO SUCIO				
±2 IMPULSION + RETORNO	0	1	0	0
GENERALES				
ON/OFF EXTERNO	0	1	0	0
CAMBIO INV/VER	0	1	0	0
ALARMA EXTERNA	0	1	0	0
CONTACTO FRIO	0	0	0	1
CONTACTO CALOR	0	0	0	1
ESTADO	0	0	0	1
ACCESORIOS ESPECÍFICOS				
BAT - CONTROL DE BATERIAS	0	0	0	0
RR - APARAMENTA ELECTRICA REC. ROTATIVO	0	0	0	1
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
ACCESORIOS GENERALES				
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
TOTAL	5	6	3	6

- El cuadro de fuerza y control incluye interruptor de corte general, protecciones eléctricas de línea y motores, aparamenta eléctrica y elementos de maniobra.
- El cuadro de fuerza y control no incluye elementos en el frontal del cuadro tales como pilotos o selectores manuales. El cuadro de fuerza y control no incluye interruptores diferenciales salvo pedido expreso.
- El precio no incluye puesta en marcha ni integración en el sistema BMS. El precio no incluye válvulas ni sus actuadores salvo pedido expreso.
- Sondas instaladas en la máquina salvo que no fuera posible por motivos físicos o de regulación, en ese caso se suministran a parte para su instalación en obra por parte de terceros.
- La acometida general deberá estar protegida por interruptores diferenciales Tipo B, B+ o A SI. El instalador tendrá la responsabilidad de asegurar que tanto la unidad como la instalación se lleven a cabo según las normativas locales.

ANEXO XVIII- DOSSIER TÉCNICO UTA PROPUESTA FINAL (2.2)

UTA en despacho

	Propuesta	PRY_1475_21_V2	
	Fecha	19/07/2021	
Evalr Technical-Commercial Department Buenos Aires, 8 ES 50198 La Muela (Zaragoza) Tel.: +34 976 909 868	Proyecto	CIHEAM	Versión de Soft. 3.20.200 Version Date: 17.05.2021 www.evalr.es info@evalr.es
	Posición	CL-02	
	LV-Posición	UTA PARA PLANTA 2	
	Cantidad	1	
	Fecha de Impr	20/07/2021	
	Colaborador		
	Oficina / Conta		

INFORMACIÓN GENERAL

Serie **SMART**

CARACTERÍSTICAS MB (EN-1886)

Resist. mecánica (-1000/+1000 Pa) **D2/D2(M)**
 Estanqueidad (-400/+700 Pa) **L1/L1(M)**
 Derivación en filtros **F9**
 Transmitancia térmica **T2**
 Puente térmico **TB4**



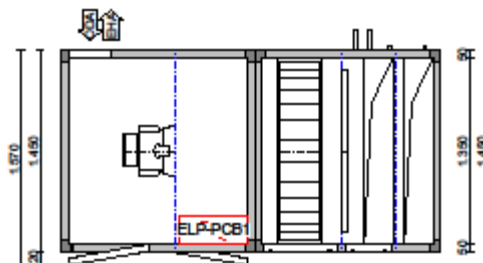
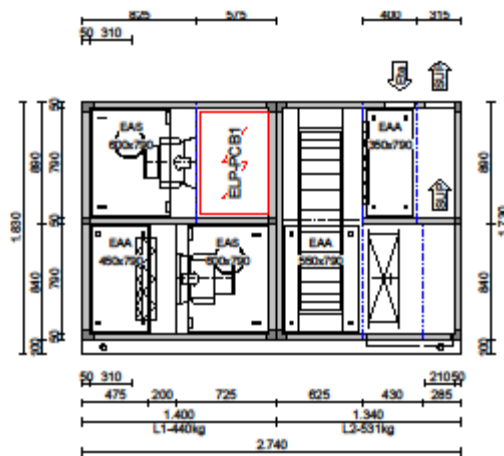
Densidad del aire [kg/m³] **1,20**
 SFPInt (Vent. Comp.) [w/(m³/s)] **852**
 Peso total [kg] **~970**
 Temp. de diseño exterior (invierno) [°C] **-3,00**
 Ratio de mezcla (RCA/SUP)
 Unidad (Reglamento UE 1253/2014) **NRVU;BVU**
 Tipo de accionamiento **Variable Speed**
 Max. SFP Int. [w/(m³/s)] **902**
 Min. Thermal efficiency [%] **73**
 Min./Max. Temperatura-Humedad Relativa [°C-%] **-20-0/40-50**
 Specific fan power rating, SFPv [w/(m³/s)] **2.090**



Modelo	Caudal [m³/h]	Velocidad Air [m/s]	Presión Externa [Pa]	Pot. Abs. [kW]	Ef. Estática (Sistema)* [%]	Config. Base Pérd. de carga * [Pa]
Impulsión SMART 3.4	6.550	1,71	300	2,560	61,9	266
Retorno SMART 3.4	6.550	1,71	250	1,810	54,68	231

* Según Configuración Base. (Reg. 1253/2014)

**Energy label class designed for wet conditions.



La pérdida de carga de filtros en este Informe se fija según norma UNE 13053. La pérdida de carga final (mostrada) ha de ser respetada para asegurar el rendimiento y la eficiencia energética de la unidad.

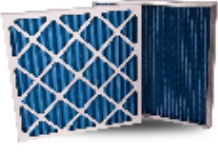


Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V2
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01
 Responsable:
 Pieza: 2
 Fecha: 20/07/2021
 Página: 2 / 7

Aire de impulsión

Definición de la unidad

Presión externa [Pa]	300	Espesor	Mineralwool 50	45,0 mm	Largo [mm]	2.490,0	
Presión total [Pa]	969	Panel interno	Galvanizado	0,50 mm	Ancho [mm]	1.250,0	
Class DIN EN 13053	V1	Panel externo	Galvanizado pintado	White	1,00 mm	Altura [mm]	840,0
Ext. leakage -400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Panel interno (suelo)	Galvanizado	1,00 mm	Peso [kg]	~778,00	
Ext. leakage +400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Perfiles	Aluminio				
Max. Fuga Interna [%]	1,10	Mat. Interior	Galvanizado				
Construcción de la unidad P 150-45							

Compact Filter section with Prefilter		Aire de impulsión	425,0 mm	1,96 m2	67,00 kg	328 Pa
Fabricante	Camfil	Longitud del filtro [mm]	48,0			
Tipo	ECOPLEAT-M6-48	Superficie de filtro [m2]	9,00			
Clase	M6	Celdas Pzs x Tamaño	1 x 592,0 x 592,0			
PdC Limpio [Pa]	94		1 x 292,0 x 592,0			
PdC Diseño [Pa]	144					
PdC Sucio [Pa]	194					
Caudal [m³/h]	4.800					
Clasif. energética de filtro						
Filter class (EN-16890)	ePM10 70%					
	Fabricante	Camfil	Longitud del filtro [mm]	98,0		
	Tipo	ECOPLEAT-F8-98	Superficie de filtro [m2]	16,60		
	Clase	F8	Celdas Pzs x Tamaño	1 x 592,0 x 592,0		
	PdC Limpio [Pa]	134		1 x 292,0 x 592,0		
	PdC Diseño [Pa]	184				
	PdC Sucio [Pa]	234				
	Caudal [m³/h]	4.800				
	Extracción de filtro	Lateral				
Clasif. energética de filtro						
Filter class (EN-16890)	ePM1 70%					
Puerta extraíble		Dimensiones [mm]	450,0 x 740,0			
Módulo vacío	Aire de impulsión	150,0 mm	0,43 m2	9,00 kg	Pa	



Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V2
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01
 Responsable:
 Pieza: 2
 Fecha: 20/07/2021
 Página: 3 / 7

Plugfan	Aire de Impulsión	655,0 mm	1,85 m2	85,00 kg	Pa
INFORMACIÓN DEL VENTILADOR			INFORMACIÓN DE MOTOR		
Ventilador	1xGR311-ZID.DC.CR	Motor	1xECblue-IE5-50-116-0-2.		
Proveedor	Ziehl-Abegg	Protección	IP55		
Caudal [m³/h]	4.800	Clase de aislamiento	F		
Internal pressure [Pa]	620	Potencia [kW]	1x2,400		
Presión adicional [Pa]		RPM [1/min]	3.700		
Presión externa [Pa]	300	Corriente +-5% [A]	1x2,85		
Presión dinámica [Pa]	49	Eficiencia	IE5		
Presión estática total [Pa]	920	Tensión	3x400 V / 50 Hz		
Presión total [Pa]	969	Tipo de motor	EC		
RPM [1/min]	3.478				
El efecto del sistema está considerado en el rendimiento del ventilador					
INFORMACIÓN DEL SISTEMA			Señal de Control (0-10V) 9,40		
Potencia absorbida (Selección) [kW]	1,920		K factor 106		
Potencia específica (Selección) [w/(m3/s)]	1,440	SFP3			
Potencia absorbida (Validación) [kW]	1,650				
Potencia específica (Validación) [w/(m3/s)]	1,235	SFP2			
Max. temperature increase [°C]	1,02				
Nivel sonoro. Banda de octavas del ventilador Lw / dB Ot. Freq. Hz 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 Aspiración 78,0 77,0 82,0 77,0 71,0 68,0 66,0 65,0 Salida 81,0 78,0 84,0 82,0 83,0 81,0 78,0 76,0 Potencia sonora [dB (A)] 87,9					
Toma de presión en el oído			1 Set		
Puerta con bisagras y cerrres			Dimensiones [mm] 550,0 x 740,0		
Mirilla Circular			Diámetro [mm] 218,0		



Proyecto Nr.: **PRY_1475_21_V2**
 Dibujo: **CL-01**
 Posición: **CL-01**
 Responsable:
 Pieza: **2**
 Fecha: **20/07/2021**
 Página: **4 / 7**

Recuperador rotativo		Aire de Impulsión	575,0 mm	3,31 m2	215,00 kg	
Modelo ED1150x1150-1050V-018-2B000-6BR0-A (Adsorción)						
Modo de calentamiento Impulsión [m³/h] 4.800 Dp [Pa] 187 Entrada [°C] -3,00 Humed. [%] 89,0 Salida [°C] 17,70 Humed. [%] 62,5 Extracción [m³/h] 4.800 Dp [Pa] 194 Entrada [°C] 24,00 Humed. [%] 50,0 Salida [°C] 3,40 Humed. [%] 85,4			Modo de enfriamiento Impulsión [m³/h] 4.800 Dp [Pa] 215 Entrada [°C] 36,20 Humed. [%] 28,4 Salida [°C] 27,70 Humed. [%] 43,9 Extracción [m³/h] 4.800 Dp [Pa] 212 Entrada [°C] 25,00 Humed. [%] 50,0 Salida [°C] 33,60 Humed. [%] 31,9			
Capacidad de recup. tot. [kW]		54,78		Capacidad de recup. tot. [kW]		16,00
Capacidad sensible [kW]		33,38		Capacidad sensible [kW]		13,80
Ef. en Temp. Flujo seco balanceado [76,80	RPM rotor [RPM]	17		
Ef. en Temperatura. EN 308 [%]		77,30	Clase energética	H1		
Ef. en temperatura (Calor) [%]		76,8	Regulación	C3X380		
Ef. en humedad (Calor) [%]		78,8	Potencia Nom. [kW]	0,040		
Ef. en temperatura (Frio) [%]		75,8	Corriente nominal [A]	0,39		
Ef. en humedad (Frio) [%]		59,7				
Puerta extraíble		Dimensiones [mm]		500,0 x 740,0		
Connection box for wheel motor		1 Set				
Enfriamiento		Aire de Impulsión	400,0 mm	1,13 m2	79,00 kg	77 Pa
Caudal [m³/h]		4.800	Fluido		Agua	
Velocidad del aire [m/s]		2,29	Caudal de fluido [l/s]		1,0500	
Aire de entrada [°C]		27,70	Humedad [%]	43,9		
Aire de salida [°C]		16,00	Humedad [%]	84,0		
Potencia [kW]		22,01	Velocidad del fluido [m/s]		1,09	
Perda de pres.del aire [Pa]		77	Seco [Pa]	62		
Fluido de entrada [°C]				7,00		
Fluido de salida [°C]				12,00		
Pérdida de carga del fluido [kPa]				23,60		
Volumen Int. [l]				15,300		
Modo de calentamiento				Caudal de fluido [l/s] 0,8500		
Aire de entrada [°C]				Velocidad del fluido [m/s] 0,89		
Aire de salida [°C]		38,44		Fluido de entrada [°C] 50,00		
Potencia [kW]		33,96		Fluido de salida [°C] 40,35		
Pérdida de carga del fluido [kPa]				15,53		
Cu-Al-FeZn P40AR 4R-15T-970A-2.5pa 5C 1 1/4" (.11-.4-1.5)		Materiales:		Aletas Aluminio		
Filas 4		Aletas		Aluminio		
Circuitos 5		Filas		Cobre		
Separación de aletas [mm] 2,50		Colector		Cobre		
Conexión entrada DN 32		Marco		Galvanizado		
Conexión salida DN 32		Protección de la aleta		-		
Bandeja de condensados		Calidad	Acero Inoxidable 304		Conexión de drenaje	1 0/0"
Módulo vacío		Aire de Impulsión	285,0 mm	1,8 m2	46,00 kg	Pa
Bandeja de condensados		Calidad	Acero Inoxidable 304		Conexión de drenaje	1 0/0"



Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V2
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01
 Responsable:
 Pieza: 2
 Fecha: 20/07/2021
 Página: 5 / 7

Calculo del nivel sonoro

Potencia sonora [dB]									
Frc. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Suma [dB(A)]
Aspiración	78,0	77,0	82,0	77,0	71,0	68,0	66,0	65,0	78,8
Salida	81,0	78	84	82,0	83,0	81,0	78,0	76,0	87,7
Carcasa	73,0	61,0	62,0	53,0	54,0	56,0	54,0	44,0	61,8

Nivel de presión sonora [dB]												
Frc. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Suma [dB(A)]	Punto de medición	2 m	Distancia
Aspiración	64,0	63,0	68,0	63,0	57,0	54,0	52,0	51,0	64,8			
Salida	67,0	64,0	70,0	68,0	69,0	67,0	64,0	62,0	73,7			
Carcasa	59,0	47,0	48,0	39,0	40,0	42,0	40,0	30,0	47,8			

Tolerancia +/- 4 dB

Aire de extracción

Definición de la unidad

Presión externa [Pa]	250	Espesor	Mineralwool 50	45,0 mm	Largo [mm]	2.490,0
Presión total [Pa]	655	Panel interno	Galvanizado	0,50 mm	Ancho [mm]	1.250,0
Class DIN EN 13053	V1	Panel externo	Galvanizado pintado White	1,00 mm	Altura [mm]	840,0
Ext. leakage -400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Panel interno (suelo)	Galvanizado	1,00 mm	Peso [kg]	~
Ext. leakage +400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Perfiles	Aluminio			
Max. Fuga interna [%]	1,10	Mat. Interior	Galvanizado			

Construcción de la unidad P 150-45

Módulo vacío	Aire de extracción	285,0 mm	2 m2	46,00 kg	Pa
--------------	--------------------	----------	------	----------	----

Filtro	Aire de extracción	400,0 mm	1,43 m2	52,00 kg	144 Pa
--------	--------------------	----------	---------	----------	--------

Fabricante	Camfil	Longitud del filtro [mm]	48,0
Tipo	ECOPLEAT-M6-48	Superficie de filtro [m2]	9,00
Clase	M6	Celdas Pzs x Tamaño	1 x 592,0x 592,0 1 x 292,0x 592,0
PdC Limpio [Pa]	94		
PdC Diseño [Pa]	144		
PdC Sucio [Pa]	194		
Caudal [m³/h]	4.800		
Clasif. energética de filtro			
Filter class (EN-16890)	ePM10 70%		
Puerta extraíble		Dimensiones [mm]	350,0 x 740,0
Toma de medición		1	Set

Recuperador rotativo	Aire de extracción	575,0 mm	3,31 m2	215,00 kg	
----------------------	--------------------	----------	---------	-----------	--

Módulo vacío	Aire de extracción	575,0 mm	2,4 m2	54,00 kg	Pa
--------------	--------------------	----------	--------	----------	----

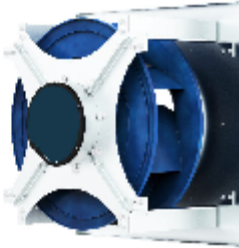
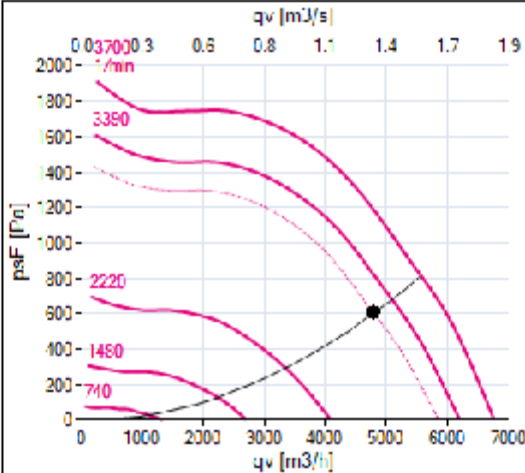
CONTROL SYSTEM / ELECTRIC PANEL:

La especificación de control no se incluye en este documento técnico.

El precio del control no está incluido en el precio de la unidad, se ha de incluir de forma adicional en el presupuesto.



Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V2
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01
 Responsable:
 Pieza: 2
 Fecha: 20/07/2021
 Página: 6 / 7

Plugfan	Aire de extracción	655,0 mm	3,56 m ²	125,00 kg	Pa																																				
INFORMACIÓN DEL VENTILADOR			INFORMACIÓN DE MOTOR																																						
Ventilador	1xGR31H-ZID.DC.CR	Motor	1xECblue-IE5-50-116-0-2.																																						
Proveedor	Ziehl-Abegg	Protección	IP55																																						
Caudal [m ³ /h]	4.800	Clase de aislamiento	F																																						
Internal pressure [Pa]	356	Potencia [kW]	1x2,400																																						
Presión adicional [Pa]		RPM [1/min]	3.700																																						
Presión externa [Pa]	250	Corriente +5% [A]	1x2,85																																						
Presión dinámica [Pa]	49	Eficiencia	IE5																																						
Presión estática total [Pa]	606	Tensión	3x400 V / 50 Hz																																						
Presión total [Pa]	655	Tipo de motor	EC																																						
RPM [1/min]	3.200																																								
El efecto del sistema está considerado en el rendimiento del ventilador																																									
INFORMACIÓN DEL SISTEMA			Señal de Control (0-10V)	8,60																																					
Potencia absorbida (Selección) [kW]	1,430		K factor	106																																					
Potencia específica (Selección) [w/(m ³ /s)]	1,073	SFP3																																							
Potencia absorbida (Validación) [kW]	1,280																																								
Potencia específica (Validación) [w/(m ³ /s)]	963	SFP2																																							
Max. temperature increase [°C]	0,76																																								
																																									
Nivel sonoro. Banda de octavas del ventilador Lw / dB <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ot. Freq. Hz</th> <th>63</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1000</th> <th>2000</th> <th>4000</th> <th>8000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aspiración</td> <td>77,0</td> <td>75,0</td> <td>81,0</td> <td>78,0</td> <td>72,0</td> <td>68,0</td> <td>65,0</td> <td>66,0</td> </tr> <tr> <td>Salida</td> <td>81,0</td> <td>77,0</td> <td>84,0</td> <td>82,0</td> <td>82,0</td> <td>80,0</td> <td>76,0</td> <td>75,0</td> </tr> <tr> <td>Potencia sonora [dB (A)]</td> <td colspan="8" style="text-align: center;">87,0</td> </tr> </tbody> </table>			Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Aspiración	77,0	75,0	81,0	78,0	72,0	68,0	65,0	66,0	Salida	81,0	77,0	84,0	82,0	82,0	80,0	76,0	75,0	Potencia sonora [dB (A)]	87,0										
Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000																																	
Aspiración	77,0	75,0	81,0	78,0	72,0	68,0	65,0	66,0																																	
Salida	81,0	77,0	84,0	82,0	82,0	80,0	76,0	75,0																																	
Potencia sonora [dB (A)]	87,0																																								
Toma de presión en el oído	1		Set																																						
Puerta con bisagras y cierres			Dimensiones [mm]	550,0 x 740,0																																					
Mirilla	Circular		Diámetro [mm]	218,0																																					



Proyecto Nr.: **PRY_1475_21_V2**
 Dibujo: **CL-01**
 Posición: **CL-01**
 Responsable:
 Pieza: **2**
 Fecha: **20/07/2021**
 Página: **7 / 7**

Cálculo del nivel sonoro

Frc. Hz	Potencia sonora [dB]								Suma [dB(A)]	Punto de medición	2 m	Distancia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Aspiración	77,0	74,0	74,0	72,0	68,0	63,0	54,0	58,0	73,3			
Salida	81,0	77	84	82,0	82,0	80,0	76,0	75,0	86,8			
Carcasa	73,0	60,0	62,0	53,0	53,0	55,0	52,0	43,0	60,9			
Frc. Hz	Nivel de presión sonora [dB]								Suma [dB(A)]	Punto de medición	2 m	Distancia
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Aspiración	63,0	60,0	60,0	58,0	54,0	49,0	40,0	44,0	59,3			
Salida	67,0	63,0	70,0	68,0	68,0	66,0	62,0	61,0	72,8			
Carcasa	59,0	46,0	48,0	39,0	39,0	41,0	38,0	29,0	46,9			

Tolerancia +/- 4 dB

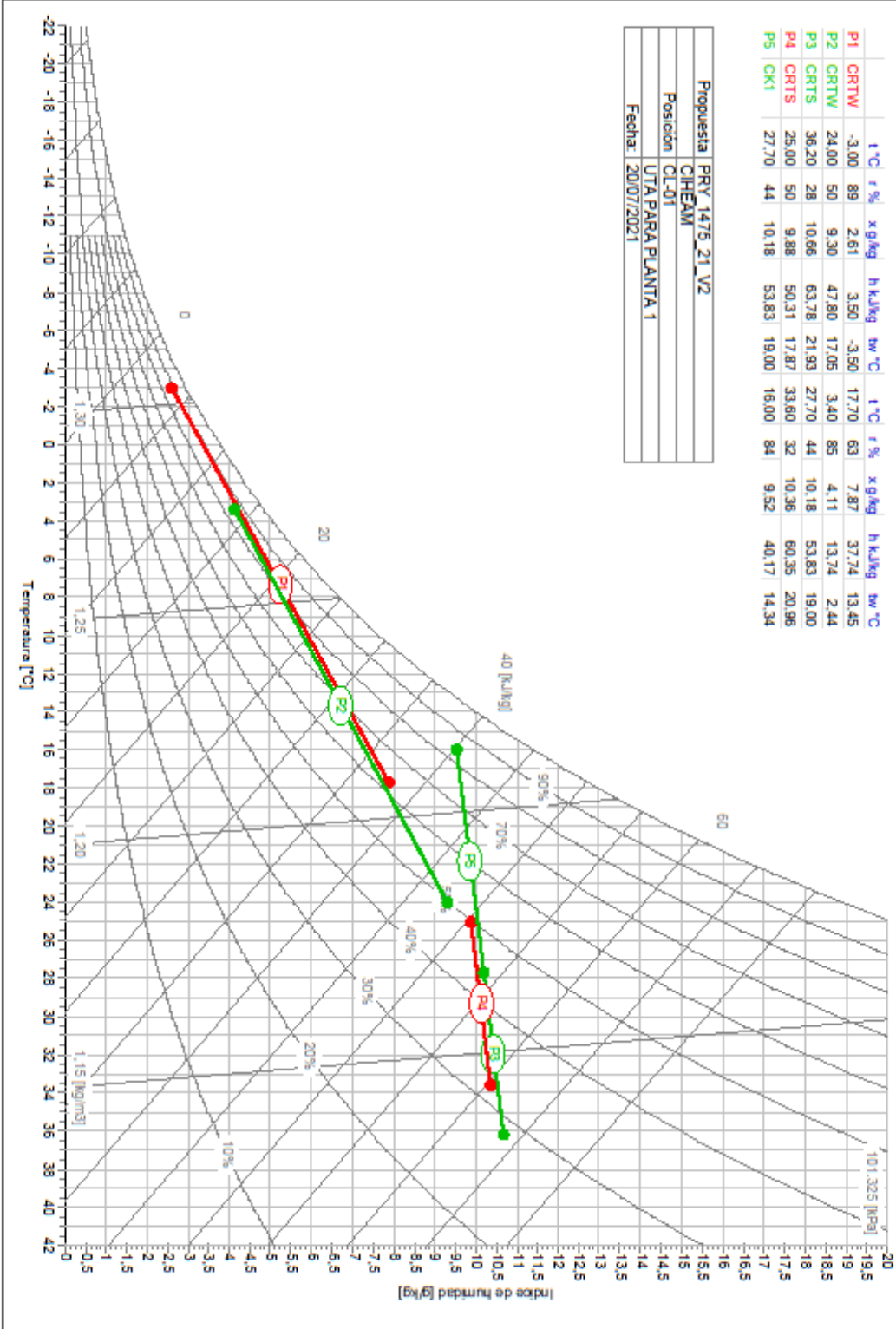
Bancada	0407	Material	Galvanizado	Aislado	No
Agujeros [mm]	40,0	Altura [mm]	100,0	Soldado	No
Silentblocks de caucho			1 Set		

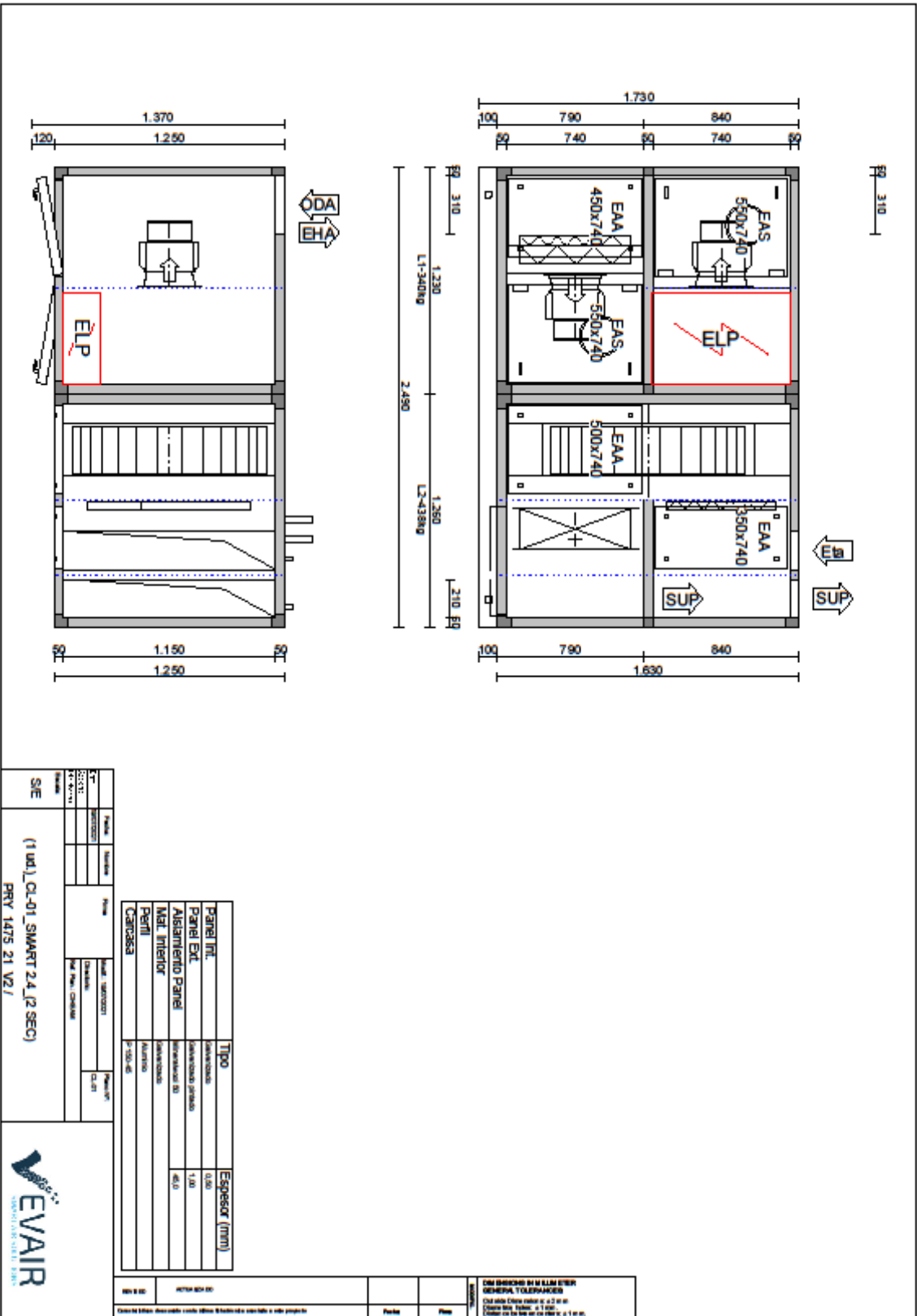
Los componentes que aparecen en este informe pueden ser reemplazados por marcas equivalentes en función del stock existente y el tiempo de entrega requeridos para esta unidad.

Módulos para transporte	Nr	Ancho	Altura	Largo	Peso
A confirmar.	1	1.250,0	1.630,0	1.230,0	340,00
A confirmar.	2	1.250,0	1.630,0	1.260,0	438,00

	t °C	r %	x g/kg	h kJ/kg	tw °C	t °C	r %	x g/kg	h kJ/kg	tw °C	
P1	CRTW	-3,00	89	2,61	3,50	-3,50	17,70	63	7,87	37,74	13,45
P2	CRTW	24,00	50	9,30	47,80	17,05	3,40	85	4,11	13,74	2,44
P3	CRTS	36,20	28	10,66	63,78	21,93	27,70	44	10,18	53,83	19,00
P4	CRTS	25,00	50	9,88	50,31	17,87	33,60	32	10,36	60,35	20,96
P5	CK1	27,70	44	10,18	53,83	19,00	16,00	84	9,52	40,17	14,34

Propuesta	PRV 1475_21_V2
CIHEAM	
Posición	CL-01
	UTA PARA PLANTA 1
Fecha:	20/07/2021





S/E		(1 ud.) CL-01 SMART 24 (2 SEC)	
PRY 1475 21 VZ/			
Modelo	CL-01	Material	Acero
Color	GRIS	Características	CL-01
Altura	2050	Perfiles	CHAMBERS
Ancho	1250	Perfiles	CHAMBERS

Parte	Material	Espesor (mm)
Panel Int.	Aluminio	6,00
Panel Ext.	Aluminio	1,00
Aislamiento Panel	Aluminio	40,00
Panel Interior	Aluminio	6,00
Panel	Aluminio	6,00
Carrocería	Aluminio	6,00

Este documento es una copia de un archivo digitalizado y no debe ser utilizado para fines legales. El uso no autorizado de este documento puede resultar en sanciones legales. EVAIR S.A. - Calle 1475 No. 21, Zona Industrial, San Juan, P.R. 00951



C/ Buenos Aires, 8 (P.L. Centro) 50138 La Moixa (Zaragoza)
 Tlf: 914 909 818 Email: info@evair.com

Proyecto: PRY_1475_21_v02
 Oferta: OHEAM
 Posición: CL-01-02

Cantidad: 1
 Fecha: 19/07/2021
 Técnico: JMM

FUNCIONES BÁSICAS	PAQUETE DE CONTROL - PCB1-V	REF - 959104
CONTROL PARA EQUIPO BIDIRECCIONAL CON 100% AIRE EXTERIOR CON RECUPERACIÓN DE CALOR: - Control de VENTILADORES mediante CAUDAL CTE. - Monitorización de temperatura. - Comunicación con BMS mediante protocolo MODBUS TCP/IP. - Control de recuperación de calor y freecooling térmico. - Monitorización del estado de colmatación de filtros (DI única).	<p>(*) Dibujo genérico conforme a componentes estándar según manual.</p>	

COMPONENTES BASICOS			
CONTROLADOR	Ud.	LECTURA TEMPERATURA	Ud.
pCOS+ Small	1	IMPULSION + RETORNO + EXTERIOR	3
INTERFAZ	Ud.	LECTURA HUMEDAD	Ud.
LCD PIC	1	NINGUNA	0
ACTUADORES DE COMPUERTA PROPORCIONALES	Ud.	LECTURA CO2	Ud.
NINGUNO	0	NINGUNA	0
ACTUADORES DE COMPUERTA TODO/NADA	Ud.	LECTURA PRESIÓN	Ud.
NINGUNO	0	IMPULSION + RETORNO	2
COMUNICACIÓN	Ud.	LECTURA FILTRO SUCIO	Ud.
MODBUS RTU	1	x2 IMPULSION + RETORNO	3
ACCESORIOS ESPECÍFICOS		ACCESORIOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	Ud.	DESCRIPCIÓN	Ud.
BAT - CONTROL DE BATERIAS	1	PW - pCOWeb para Bacnet/IP y Modbus TCP/IP	1
RR - APARAMENTA ELECTRICA REC. ROTATIVO	1		

SENALES DE CONTROL	AI	DI	AO	DO
VENTILADORES				
ALARMA	0	2	0	0
CONTROL VENTILADORES	0	0	2	0
MARCHA/PARO	0	0	0	2
SONDAS DE PRESIÓN				
IMPULSION + RETORNO	2	0	0	0
COMPUERTAS TODO/NADA				
NINGUNA	0	0	0	0
SONDAS IMPULSIÓN				
TEMPERATURA	1	0	0	0
SONDAS RETORNO				
TEMPERATURA	1	0	0	0
SONDAS EXTERIOR				
TEMPERATURA	1	0	0	0
BATERIAS (**Ver Notas Anexas bajo esta tabla**)				
BATERIA 1	0	0	1	0
NINGUNA	0	0	0	0
PRESOSTATO FILTRO SUCIO				
x2 IMPULSION + RETORNO	0	1	0	0
GENERALES				
ON/OFF EXTERNO	0	1	0	0
CAMBIO INV/VER	0	1	0	0
ALARMA EXTERNA	0	1	0	0
CONTACTO FRIO	0	0	0	1
CONTACTO CALOR	0	0	0	1
ESTADO	0	0	0	1
ACCESORIOS ESPECÍFICOS				
BAT - CONTROL DE BATERIAS	0	0	0	0
RR - APARAMENTA ELECTRICA REC. ROTATIVO	0	0	0	1
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
ACCESORIOS GENERALES				
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
TOTAL	5	6	3	6

- El cuadro de fuerza y control incluye interruptor de corte general, protecciones eléctricas de línea y motores, aparamenta eléctrica y elementos de maniobra.
- El cuadro de fuerza y control no incluye elementos en el frontal del cuadro tales como pilotos o selectores manuales. El cuadro de fuerza y control no incluye interruptores diferenciales salvo pedido expreso.
- El precio no incluye puesta en marcha ni integración en el sistema BMS. El precio no incluye válvulas ni sus actuadores salvo pedido expreso.
- Sondas instaladas en la máquina salvo que no fuera posible por motivos físicos o de regulación, en ese caso se suministran a parte para su instalación en obra por parte de terceros.
- La acometida general deberá estar protegida por interruptores diferenciales Tipo B, B+ o A.SI. El instalador tendrá la responsabilidad de asegurar que tanto la unidad como la instalación se lleven a cabo según las normativas locales.



Evaír
Technical-Commercial Department
 Buenos Aires, 8
 ES 50198 La Muela (Zaragoza)
 Tel.: +34 976 909 868

Propuesta **PRY_1475_21_V2**
 Fecha **19/07/2021**
 Proyecto **CIHEAM**
 Posición **CL-02**
UTA PARA PLANTA 2
 LV-Posición **CL-02**
 Cantidad **1**
 Fecha de Impr **20/07/2021**
 Colaborador
 Oficina / Conta



Versión de Soft. **3.20.200**
 Version Date: **17.05.2021**
 www.evaír.es
 info@evaír.es

INFORMACIÓN GENERAL

Serie **SMART**

CARACTERÍSTICAS MB (EN-1886)

Resist. mecánica (-1000/+1000 Pa) **D2/D2(M)**
 Estanqueidad (-400/+700 Pa) **L1/L1(M)**
 Derivación en filtros **F9**
 Transmisión térmica **T2**
 Puente térmico **TB4**



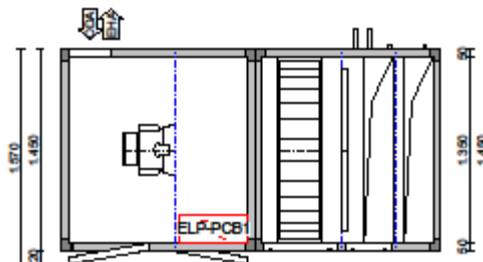
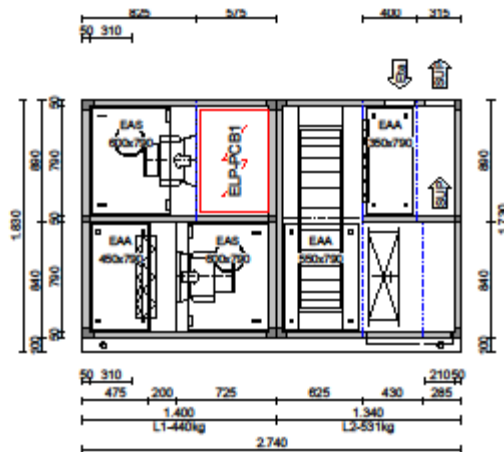
Densidad del aire [kg/m³] **1,20**
 SFPint (Vent. Comp.) [w/(m³/s)] **852**
 Peso total [kg] **~970**
 Temp. de diseño exterior (invierno) [°C] **-3,00**
 Ratio de mezcla (RCA/SUP)
 Unidad (Reglamento UE 1253/2014) **NRVU:BVU**
 Tipo de accionamiento **Variable Speed**
 Max. SFP int. [w/(m³/s)] **902**
 Min. Thermal efficiency [%] **73**
 Min./Max. Temperatura-Humedad Relativa [°C-%] **-20-0/40-50**
 Specific fan power rating, SFPv [w/(m³/s)] **2,090**



Modelo	Caudal [m³/h]	Velocidad Air [m/s]	Presión Externa [Pa]	Pot. Abs. [kW]	Ef. Estática (Sistema)* [%]	Config. Base Pérd. de carga * [Pa]
Impulsión SMART 3.4	6.550	1,71	300	2,560	61,9	266
Retorno SMART 3.4	6.550	1,71	250	1,810	54,68	231

* Según Configuración Base. (Reg. 1253/2014)

**Energy label class designed for wet conditions.



La pérdida de carga de filtros en este informe se fija según norma UNE 13053. La pérdida de carga final (mostrada) ha de ser respetada para asegurar el rendimiento y la eficiencia energética de la unidad.

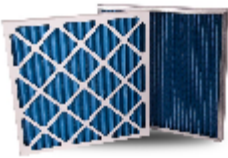


Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V2
 Dibujo: CL-02
 Posición: CL-02
 Responsable:
 Pieza: 2
 Fecha: 20/07/2021
 Página: 2 / 7

Aire de impulsión

Definición de la unidad

Presión externa [Pa]	300	Esesor	Mineralwool 50	45,0 mm	Largo [mm]	2.740,0	
Presión total [Pa]	927	Panel Interno	Galvanizado	0,50 mm	Ancho [mm]	1.450,0	
Class DIN EN 13053	V2	Panel externo	Galvanizado pintado	White	1,00 mm	Altura [mm]	890,0
Ext. leakage -400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Panel Interno (suelo)	Galvanizado	1,00 mm	Peso [kg]	~971,00	
Ext. leakage +400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Perfiles	Aluminio				
Max. Fuga Interna [%]	1,08	Mat. Interior	Galvanizado				
Construcción de la unidad P 150-45							

Compact Filter section with Prefilter		Aire de Impulsión	475,0 mm	2,46 m2	83,00 kg	333 Pa
Fabricante	Camfil	Longitud del filtro [mm]	48,0			
Tipo	ECOPLEAT-M6-48	Superficie de filtro [m2]	12,00			
Clase	M6	Celdas Pzs x Tamaño	2 x 592,0x 592,0			
PdC Limpio [Pa]	96					
PdC Diseño [Pa]	146					
PdC Sucio [Pa]	196					
Caudal [m³/h]	6.550					
Clasif. energética de filtro						
Filter class (EN-16890)	ePM10 70%					
	Fabricante	Camfil	Longitud del filtro [mm]	98,0		
	Tipo	ECOPLEAT-F8-98	Superficie de filtro [m2]	22,00		
	Clase	F8	Celdas Pzs x Tamaño	2 x 592,0 x 592,0		
	PdC Limpio [Pa]	137				
	PdC Diseño [Pa]	187				
	PdC Sucio [Pa]	237				
	Caudal [m³/h]	6.550				
	Extracción de filtro	Lateral				
Clasif. energética de filtro						
Filter class (EN-16890)	ePM1 70%					
Puerta extraíble		Dimensiones [mm]	450,0 x 790,0			
Módulo vacío	Aire de Impulsión	200,0 mm	0,63 m2	13,00 kg	Pa	

Plugfan	Aire de impulsión	725,0 mm	2,27 m2	115,00 kg	Pa																																				
INFORMACIÓN DEL VENTILADOR			INFORMACIÓN DE MOTOR																																						
Ventilador	1xGR35I-ZID.DG.CR	Motor	1xECblue-IE5-50-116-0-3.																																						
Proveedor	Ziehl-Abegg	Protección	IP55																																						
Caudal [m³/h]	6.550	Clase de aislamiento	F																																						
Internal pressure [Pa]	571	Potencia [kW]	1x3,300																																						
Presión adicional [Pa]		RPM [1/min]	3.410																																						
Presión externa [Pa]	300	Corriente +5% [A]	1x3,99																																						
Presión dinámica [Pa]	56	Eficiencia	IE5																																						
Presión estática total [Pa]	871	Tensión	3x400 V / 50 Hz																																						
Presión total [Pa]	927	Tipo de motor	EC																																						
RPM [1/min]	3.172																																								
El efecto del sistema está considerado en el rendimiento del ventilador																																									
INFORMACIÓN DEL SISTEMA			Señal de Control (0-10V)	9,30																																					
Potencia absorbida (Selección) [kW]	2,560		K factor	140																																					
Potencia específica (Selección) [w/(m³/s)]	1.407	SFP3																																							
Potencia absorbida (Validación) [kW]	2,180																																								
Potencia específica (Validación) [w/(m³/s)]	1.200	SFP2																																							
Max. temperature increase [°C]	1,00																																								
Nivel sonoro. Banda de octavas del ventilador Lw / dB <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ot. Freq. Hz</th> <th>63</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1000</th> <th>2000</th> <th>4000</th> <th>8000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aspiración</td> <td>83,0</td> <td>77,0</td> <td>82,0</td> <td>80,0</td> <td>75,0</td> <td>70,0</td> <td>68,0</td> <td>68,0</td> </tr> <tr> <td>Salida</td> <td>85,0</td> <td>80,0</td> <td>86,0</td> <td>84,0</td> <td>84,0</td> <td>81,0</td> <td>76,0</td> <td>74,0</td> </tr> <tr> <td>Potencia sonora [dB (A)]</td> <td colspan="8" style="text-align: center;">88,4</td> </tr> </tbody> </table>			Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Aspiración	83,0	77,0	82,0	80,0	75,0	70,0	68,0	68,0	Salida	85,0	80,0	86,0	84,0	84,0	81,0	76,0	74,0	Potencia sonora [dB (A)]	88,4										
Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000																																	
Aspiración	83,0	77,0	82,0	80,0	75,0	70,0	68,0	68,0																																	
Salida	85,0	80,0	86,0	84,0	84,0	81,0	76,0	74,0																																	
Potencia sonora [dB (A)]	88,4																																								
Toma de presión en el oído			1	Set																																					
Puerta con bisagras y cerres			Dimensiones [mm] 600,0 x 790,0																																						
Mirlilla Circular			Diámetro [mm] 218,0																																						



Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V2
 Dibujo: CL-02
 Posición: CL-02
 Responsable:
 Pieza: 2
 Fecha: 20/07/2021
 Página: 4 / 7

Recuperador rotativo		Aire de Impulsión	625,0 mm	3,98 m2	267,00 kg	
Modelo ED1350x1350-1300V-020-2B000-6BR0-A (Adsorción)						
Modo de calentamiento Impulsión [m³/h] 6.550 Dp [Pa] 129 Entrada [°C] -3,00 Humed. [%] 89,0 Salida [°C] 17,30 Humed. [%] 63,5 Extracción [m³/h] 6.550 Dp [Pa] 135 Entrada [°C] 24,00 Humed. [%] 50,0 Salida [°C] 3,90 Humed. [%] 85,0			Modo de enfriamiento Impulsión [m³/h] 6.550 Dp [Pa] 151 Entrada [°C] 36,20 Humed. [%] 28,4 Salida [°C] 27,90 Humed. [%] 43,5 Extracción [m³/h] 6.550 Dp [Pa] 148 Entrada [°C] 25,00 Humed. [%] 50,0 Salida [°C] 33,40 Humed. [%] 32,2			
Capacidad de recup. tot. [kW]			72,98		Capacidad de recup. tot. [kW] 21,34	
Capacidad sensible [kW]			44,48		Capacidad sensible [kW] 18,43	
Ef. en Temp. Flujo seco balanceado [75,00	RPM rotor [RPM]	17		
Ef. en Temperatura. EN 308 [%]		75,50	Clase energética	H1		
Ef. en temperatura (Calor) [%]		75	Regulación	C3X380		
Ef. en humedad (Calor) [%]		76,9	Potencia Nom. [kW]	0,090		
Ef. en temperatura (Frio) [%]		74,2	Corriente nominal [A]	0,80		
Ef. en humedad (Frio) [%]		58				
Puerta extraíble			Dimensiones [mm]		550,0 x 790,0	
Connection box for wheel motor			1 Set			
Enfriamiento		Aire de Impulsión	430,0 mm	1,34 m2	93,00 kg	87 Pa
Caudal [m³/h]		6.550	Fluido		Agua	
Velocidad del aire [m/s]		2,43	Caudal de fluido [l/s]		1,4500	
Aire de entrada [°C]		28,00	Velocidad del fluido [m/s]		0,94	
Aire de salida [°C]		16,00	Fluido de entrada [°C]		7,00	
Potencia [kW]		30,32	Fluido de salida [°C]		12,00	
Perda de pres.del aire [Pa]		87	Pérdida de carga del fluido [kPa]		16,84	
		Seco [Pa] 69	Volumen Int. [l]		18,800	
Modo de calentamiento				Caudal de fluido [l/s]		0,8500
Aire de entrada [°C]				Velocidad del fluido [m/s]		0,55
Aire de salida [°C]		36,37		Fluido de entrada [°C]		50,00
Potencia [kW]		43,46		Fluido de salida [°C]		37,66
				Pérdida de carga del fluido [kPa]		8,54
Cu-Al-FeZn P40AR 4R-16T-1170A-2.Spa 8C 1 1/4" (.11-.4-1.5)				Materiales:		
Filas		4		Aletas		Aluminio
Circuitos		8		Filas		Cobre
Separación de aletas [mm]		2,50		Colector		Cobre
Conexión entrada		DN 32		Marco		Galvanizado
Conexión salida		DN 32		Protección de la aleta		-
Bandeja de condensados		Calidad	Acero Inoxidable 304		Conexión de drenaje	1 0/0"
Módulo vacío		Aire de Impulsión	285,0 mm	2,11 m2	54,00 kg	Pa
Bandeja de condensados		Calidad	Acero Inoxidable 304		Conexión de drenaje	1 0/0"





Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V2
 Dibujo: CL-01
 Posición: CL-01
 Responsable:
 Pieza: 2
 Fecha: 20/07/2021
 Página: 5 / 7

Cálculo del nivel sonoro												
Potencia sonora [dB]												
Frc. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Suma [dB(A)]			
Aspiración	78,0	77,0	82,0	77,0	71,0	68,0	66,0	65,0	78,8			
Salida	81,0	78	84	82,0	83,0	81,0	78,0	76,0	87,7			
Carcasa	73,0	61,0	62,0	53,0	54,0	56,0	54,0	44,0	61,8			
Nivel de presión sonora [dB]												
Frc. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Suma [dB(A)]	Punto de medición	2 m	Distancia
Aspiración	64,0	63,0	68,0	63,0	57,0	54,0	52,0	51,0	64,8			
Salida	67,0	64,0	70,0	68,0	69,0	67,0	64,0	62,0	73,7			
Carcasa	59,0	47,0	48,0	39,0	40,0	42,0	40,0	30,0	47,8			
Tolerancia +/- 4 dB												

Aire de extracción							
Definición de la unidad							
Presión externa [Pa]	250	Esesor	Mineralwool 50	45,0 mm	Largo [mm]	2.490,0	
Presión total [Pa]	655	Panel interno	Galvanizado	0,50 mm	Ancho [mm]	1.250,0	
Class DIN EN 13053	V1	Panel externo	Galvanizado pintado	White	1,00 mm	Altura [mm]	840,0
Ext. leakage -400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Panel interno (suelo)	Galvanizado	1,00 mm	Peso [kg]	~	
Ext. leakage +400 Pa (RU-EN 1886) [%] L3(R)		Perfiles	Aluminio				
Max. Fuga Interna [%]	1,10	Mat. Interior	Galvanizado				
Construcción de la unidad P 150-45							

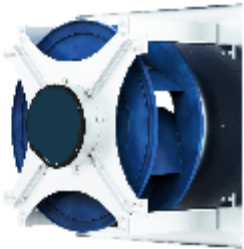
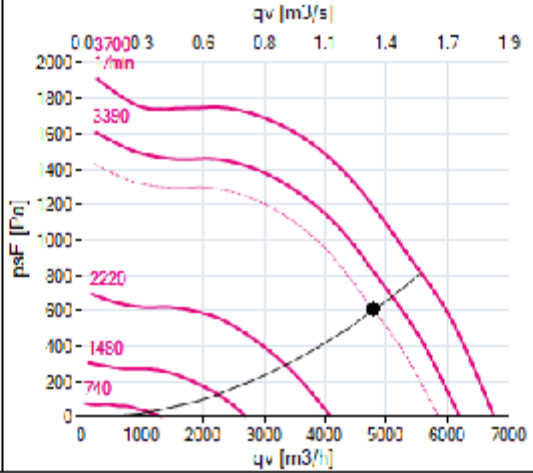
Módulo vacío	Aire de extracción	285,0 mm	2 m2	46,00 kg	Pa
--------------	--------------------	----------	------	----------	----

Filtro	Aire de extracción	400,0 mm	1,43 m2	52,00 kg	144 Pa
Fabricante	Camfil	Longitud del filtro [mm]	48,0		
Tipo	ECOPLEAT-M6-48	Superficie de filtro [m2]	9,00		
Clase	M6	Celdas Pzs x Tamaño	1 x 592,0x 592,0		
PdC Limpio [Pa]	94		1 x 292,0x 592,0		
PdC Diseño [Pa]	144				
PdC Sucio [Pa]	194				
Caudal [m³/h]	4.800				
Clasif. energética de filtro					
Filter class (EN-16890)	ePM10 70%				
Puerta extraíble		Dimensiones [mm]	350,0 x 740,0		
Toma de medición		1	Set		

Recuperador rotativo	Aire de extracción	575,0 mm	3,31 m2	215,00 kg	
----------------------	--------------------	----------	---------	-----------	--

Módulo vacío	Aire de extracción	575,0 mm	2,4 m2	54,00 kg	Pa
--------------	--------------------	----------	--------	----------	----

CONTROL SYSTEM / ELECTRIC PANEL:
 La especificación de control no se incluye en este documento técnico.
 El precio del control no está incluido en el precio de la unidad, se ha de incluir de forma adicional en el presupuesto.

Plugfan	Aire de extracción	655,0 mm	3,56 m2	125,00 kg	Pa																																									
INFORMACIÓN DEL VENTILADOR			INFORMACIÓN DE MOTOR																																											
Ventilador	1xGR311-ZID.DC.CR	Motor	1xECblue-IE5-50-116-0-2.																																											
Proveedor	Ziehl-Abegg	Protección	IP55																																											
Caudal [m³/h]	4.800	Clase de aislamiento	F																																											
Internal pressure [Pa]	356	Potencia [kW]	1x2,400																																											
Presión adicional [Pa]		RPM [1/min]	3.700																																											
Presión externa [Pa]	250	Corriente +5% [A]	1x2,85																																											
Presión dinámica [Pa]	49	Eficiencia	IE5																																											
Presión estática total [Pa]	606	Tensión	3x400 V / 50 Hz																																											
Presión total [Pa]	655	Tipo de motor	EC																																											
RPM [1/min]	3.200																																													
El efecto del sistema está considerado en el rendimiento del ventilador																																														
INFORMACIÓN DEL SISTEMA			Señal de Control (0-10V) 8,60																																											
Potencia absorbida (Selección) [kW]	1,430		K factor 106																																											
Potencia específica (Selección) [w/(m3/s)]	1,073	SFP3																																												
Potencia absorbida (Validación) [kW]	1,280																																													
Potencia específica (Validación) [w/(m3/s)]	963	SFP2																																												
Max. temperature increase [°C]	0,76																																													
																																														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">Nivel sonoro. Banda de octavas del ventilador Lw / dB</th> </tr> <tr> <th>Ot. Freq. Hz</th> <th>63</th> <th>125</th> <th>250</th> <th>500</th> <th>1000</th> <th>2000</th> <th>4000</th> <th>8000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aspiración</td> <td>77,0</td> <td>75,0</td> <td>81,0</td> <td>78,0</td> <td>72,0</td> <td>68,0</td> <td>65,0</td> <td>66,0</td> </tr> <tr> <td>Salida</td> <td>81,0</td> <td>77,0</td> <td>84,0</td> <td>82,0</td> <td>82,0</td> <td>80,0</td> <td>76,0</td> <td>75,0</td> </tr> <tr> <td>Potencia sonora [dB (A)]</td> <td colspan="8" style="text-align: center;">87,0</td> </tr> </tbody> </table>				Nivel sonoro. Banda de octavas del ventilador Lw / dB							Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Aspiración	77,0	75,0	81,0	78,0	72,0	68,0	65,0	66,0	Salida	81,0	77,0	84,0	82,0	82,0	80,0	76,0	75,0	Potencia sonora [dB (A)]	87,0					
Nivel sonoro. Banda de octavas del ventilador Lw / dB																																														
Ot. Freq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000																																						
Aspiración	77,0	75,0	81,0	78,0	72,0	68,0	65,0	66,0																																						
Salida	81,0	77,0	84,0	82,0	82,0	80,0	76,0	75,0																																						
Potencia sonora [dB (A)]	87,0																																													
Toma de presión en el oído		1 Set																																												
Puerta con bisagras y cerres		Dimensiones [mm] 550,0 x 740,0																																												
Mirlilla Circular		Diámetro [mm] 218,0																																												



Proyecto Nr.: PRY_1475_21_V2
 Dibujo: CL-02
 Posición: CL-02
 Responsable:
 Pieza: 2
 Fecha: 20/07/2021
 Página: 7 / 7

Calculo del nivel sonoro

Potencia sonora [dB]									
Frc. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Suma [dB(A)]
Aspiración	79,0	78,0	74,0	75,0	70,0	65,0	56,0	61,0	75,6
Salida	79,0	80	86	84,0	84,0	80,0	76,0	75,0	88,0
Carcasa	71,0	63,0	64,0	55,0	55,0	55,0	52,0	43,0	61,8

Nivel de presión sonora [dB]												
Frc. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Suma [dB(A)]	Punto de medición	2 m	Distancia
Aspiración	65,0	64,0	60,0	61,0	56,0	51,0	42,0	47,0	61,6			
Salida	65,0	66,0	72,0	70,0	70,0	66,0	62,0	61,0	74,0			
Carcasa	57,0	49,0	50,0	41,0	41,0	41,0	38,0	29,0	47,8			

Tolerancia +/- 4 dB

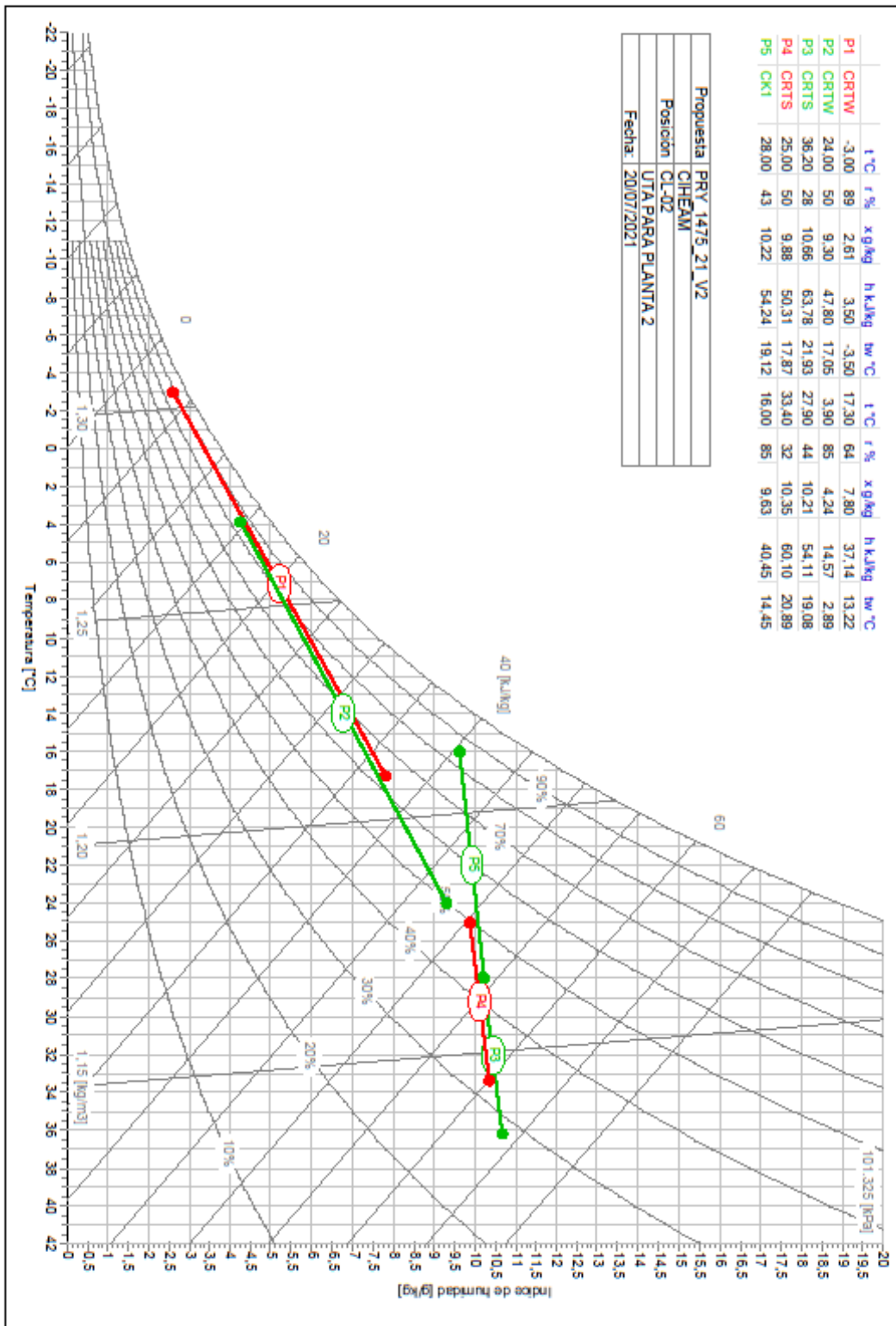
Bancada	0411	Material	Galvanizado	Aislado	No
Agujeros [mm]	40,0	Altura [mm]	100,0	Soldado	No
Silentblocks de caucho			1	Set	

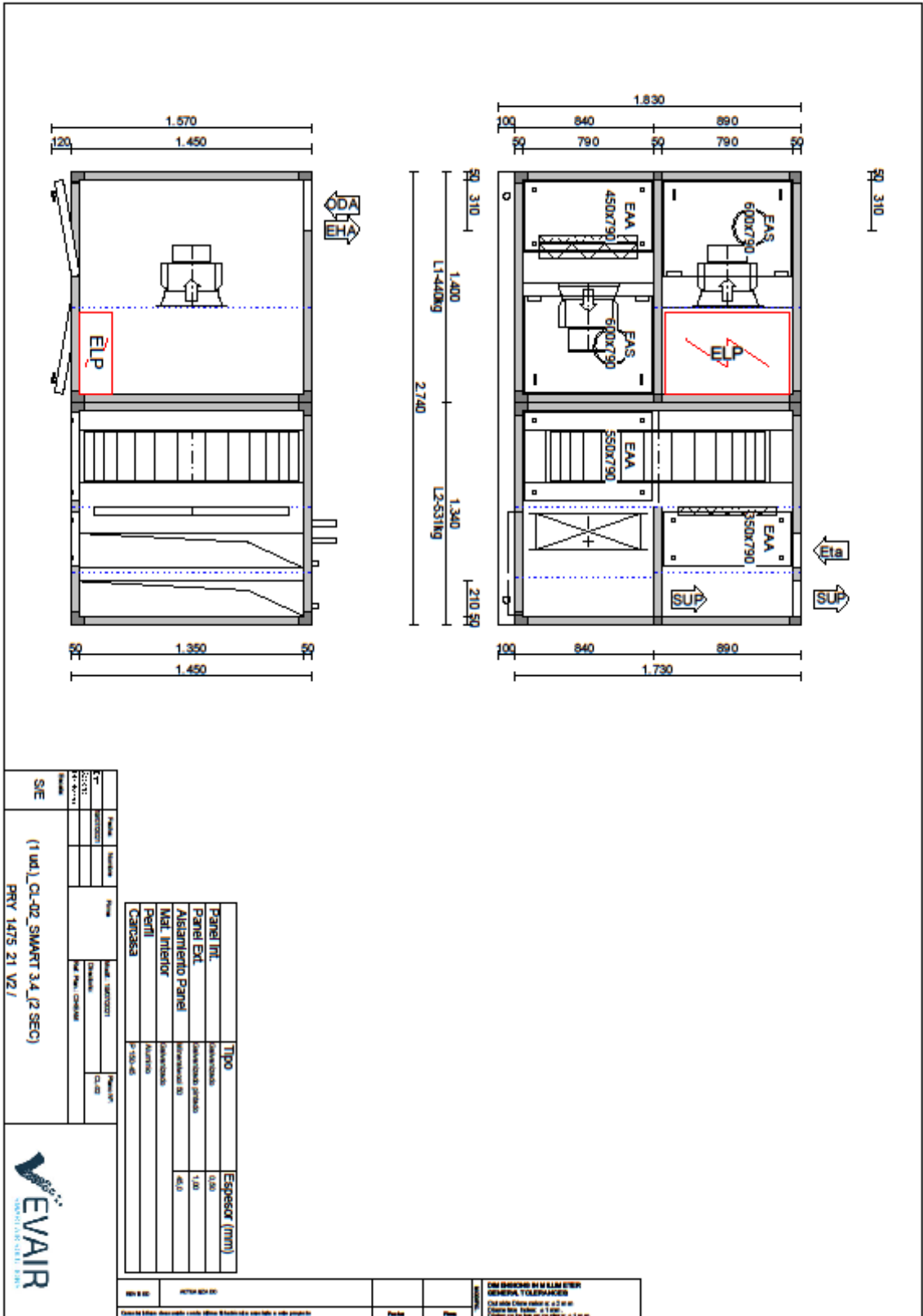
Los componentes que aparecen en este informe pueden ser reemplazados por marcas equivalentes en función del stock existente y el tiempo de entrega requeridos para esta unidad.

Módulos para transporte	Nr	Ancho	Altura	Largo	Peso
A confirmar.	1	1.450,0	1.730,0	1.400,0	440,00
A confirmar.	2	1.450,0	1.730,0	1.340,0	531,00

	t °C	r %	x g/kg	h kJ/kg	tw °C	t °C	r %	x g/kg	h kJ/kg	tw °C	
P1	CRTW	-3,00	89	2,61	3,50	-3,50	17,30	64	7,80	37,14	13,22
P2	CRTW	24,00	50	9,30	47,80	17,05	3,90	85	4,24	14,57	2,89
P3	CRTS	36,20	28	10,66	63,78	21,93	27,90	44	10,21	54,11	19,08
P4	CRTS	25,00	50	9,88	50,31	17,87	33,40	32	10,35	60,10	20,89
P5	CK1	28,00	43	10,22	54,24	19,12	16,00	85	9,63	40,45	14,45

Propuesta	PRY_1475_21_V2
Posición	CIHEAM
	UTA PARA PLANTA 2
Fecha:	20/07/2021





Partida	Descripción	Tipo	Especificaciones	Espesor (mm)
Panel Int.	Panel Interior	Panel	1.50	1.50
Panel Ext.	Panel Exterior	Panel	1.50	1.50
Asistimiento Panel	Asistimiento Panel	Panel	1.50	1.50
Mat. Interior	Material Interior	Material	1.50	1.50
Panel	Panel	Panel	1.50	1.50
Cerradura	Cerradura	Cerradura	1.50	1.50

SE	(1 un.) CL-Q2 SMART 3.4 (2 SEC)	PRY 1475 21 VZ/
----	---------------------------------	-----------------



CONSEJO DE ALM. ENER
 GENERAL TOLERANCIAS
 Cód. más chico vale a 2 m m
 Cód. más chico a 1 m m
 Cód. más chico a 1 m m

FUNCIONES BÁSICAS	PAQUETE DE CONTROL - PCB1-V	REF- 959104
CONTROL PARA EQUIPO BIDIRECCIONAL CON 100% AIRE EXTERIOR CON RECUPERACIÓN DE CALOR: - Control de VENTILADORES mediante CAUDAL CTE. - Monitorización de temperatura. - Comunicación con BMS mediante protocolo MODBUS TCP/IP. - Control de recuperación de calor y freecooling térmico. - Monitorización del estado de colmatación de filtros (DI única).	<p>(*) Dibujo genérico conforme a componentes estándar según manual.</p>	

COMPONENTES BÁSICOS			
CONTROLADOR	Ud.	LECTURA TEMPERATURA	Ud.
pCOS+ Small	1	IMPULSION + RETORNO + EXTERIOR	3
INTERFAZ	Ud.	LECTURA HUMEDAD	Ud.
LCD PIC	1	NINGUNA	0
ACTUADORES DE COMPUERTA PROPORCIONALES	Ud.	LECTURA CO2	Ud.
NINGUNO	0	NINGUNA	0
ACTUADORES DE COMPUERTA TODO/NADA	Ud.	LECTURA PRESIÓN	Ud.
NINGUNO	0	IMPULSION + RETORNO	2
COMUNICACIÓN	Ud.	LECTURA FILTRO SUCIO	Ud.
MODBUS RTU	1	2 IMPULSION + RETORNO	3
ACCESORIOS ESPECÍFICOS		ACCESORIOS GENERALES	
DESCRIPCIÓN	Ud.	DESCRIPCIÓN	Ud.
BAT - CONTROL DE BATERIAS	1	PW - pCOWeb para Bacnet/IP y Modbus TCP/IP	1
RR - APARAMENTA ELECTRICA REC. ROTATIVO	1		

SENALES DE CONTROL	AI	DI	AO	DO
VENTILADORES				
ALARMA	0	2	0	0
CONTROL VENTILADORES	0	0	2	0
MARCHA/PARO	0	0	0	2
SONDAS DE PRESIÓN				
IMPULSION + RETORNO	2	0	0	0
COMPUERTAS TODO/NADA				
NINGUNA	0	0	0	0
SONDAS IMPULSION				
TEMPERATURA	1	0	0	0
SONDAS RETORNO				
TEMPERATURA	1	0	0	0
SONDAS EXTERIOR				
TEMPERATURA	1	0	0	0
BATERIAS (**Ver Notas Anexas bajo esta tabla***)				
BATERIA 1	0	0	1	0
NINGUNA	0	0	0	0
PRESOSTATO FILTRO SUCIO				
2 IMPULSION + RETORNO	0	1	0	0
GENERALES				
ON/OFF EXTERNO	0	1	0	0
CAMBIO INV/VER	0	1	0	0
ALARMA EXTERNA	0	1	0	0
CONTACTO FRIO	0	0	0	1
CONTACTO CALOR	0	0	0	1
ESTADO	0	0	0	1
ACCESORIOS ESPECÍFICOS				
BAT - CONTROL DE BATERIAS	0	0	0	0
RR - APARAMENTA ELECTRICA REC. ROTATIVO	0	0	0	1
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
ACCESORIOS GENERALES				
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
TOTAL	5	6	3	6

- El cuadro de fuerza y control incluye interruptor de corte general, protecciones eléctricas de líneas y motores, aparamenta eléctrica y elementos de maniobra.
 - El cuadro de fuerza y control no incluye elementos en el frontal del cuadro tales como pilotos o selectores manuales. El cuadro de fuerza y control no incluye interruptores diferenciales salvo pedido expreso.
 - El precio no incluye puesta en marcha ni integración en el sistema BMS. El precio no incluye válvulas ni sus actuadores salvo pedido expreso.
 - Sondas instaladas en la máquina salvo que no fuera posible por motivos físicos o de regulación, en ese caso se suministrarán a parte para su instalación en obra por parte de terceros.
 - La acometida general deberá estar protegida por interruptores diferenciales Tipo B, B+ o A.SI. El instalador tendrá la responsabilidad de asegurar que tanto la unidad como la instalación se lleven a cabo según las normativas locales.