

Guía para la ELABORACIÓN del PLAN SANITARIO de CALIDAD AMBIENTAL en INTERIORES





© 2026. Esta publicación está sujeta a los derechos de autor correspondientes a ANECPLA y FEDECAI. Ninguna parte de esta publicación puede ser objeto de reproducción por ningún medio físico y/o electrónico sin el previo consentimiento expreso de ANECPLA y FEDECAI.

A efectos de referenciación bibliográfica, el presente manual debe ser citado como: Guía para la elaboración del plan sanitario de calidad ambiental en interiores.

Coautoría:

Asociación Nacional de Empresas de Sanidad Ambiental ANECPLA, Madrid 2025.

Federación de Empresas de Calidad Ambiental en Interiores, FEDECAI.

Créditos fotográficos:

Las imágenes de este documento han sido elaboradas y cedidas por el autor, Ambisalud.

Las fotografías publicadas están sujetas, asimismo, a los derechos de copyright correspondientes.

AVISO:

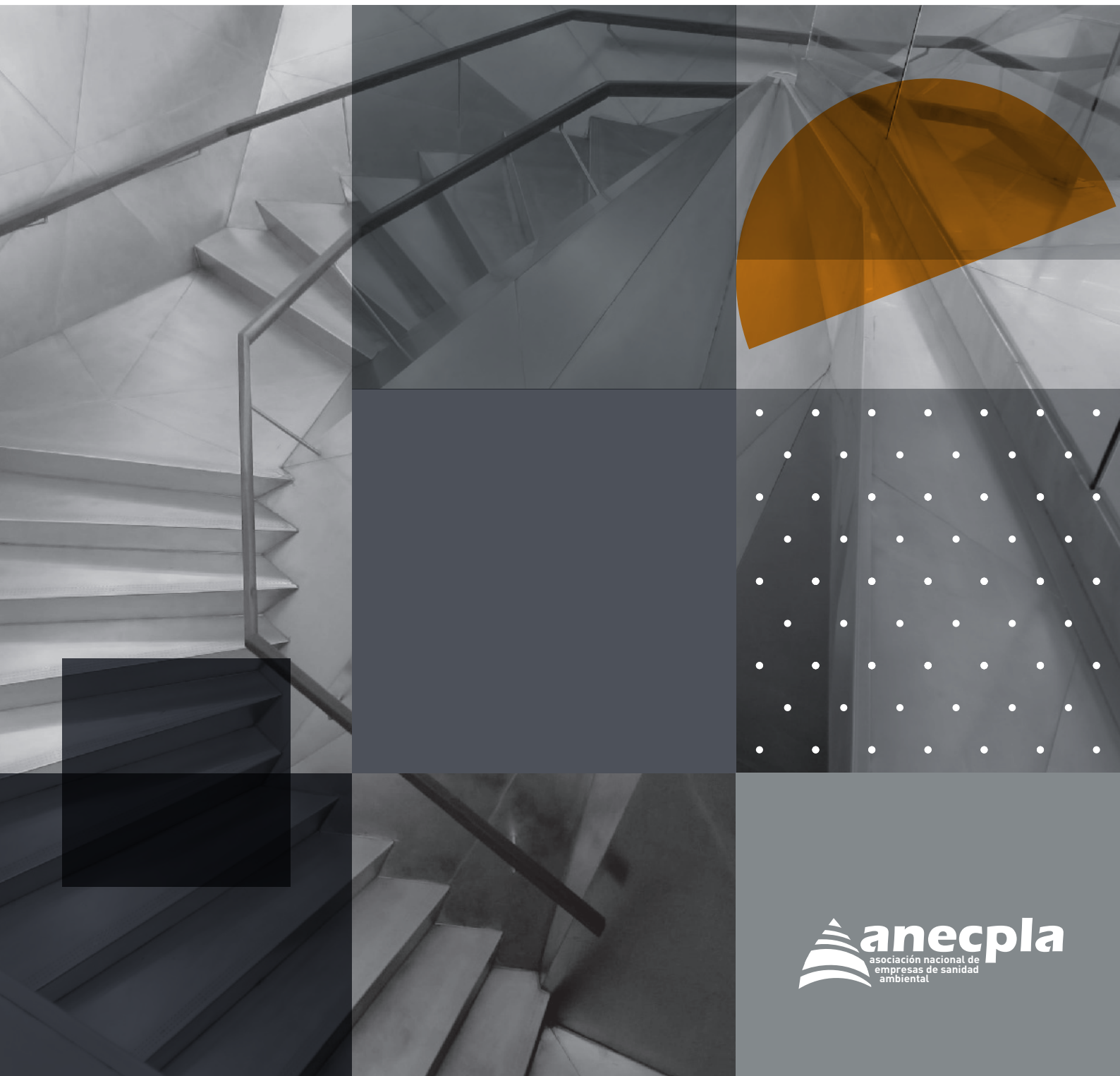
Se ha realizado el máximo esfuerzo encaminado a dotar a esta publicación del máximo rigor técnico y nivel de actualización posibles. Cualquiera de las personas vinculadas al grupo de trabajo que ha desarrollado esta guía no son responsables ante ninguna persona, institución u organización de eventuales daños o perjuicios derivados de la información contenida en el presente documento.

Asimismo, es intención de ANECPLA mantener actualizado el documento en sucesivas ediciones en base a las aportaciones y experiencias propias y/o proporcionadas por los profesionales interesados.

DEPÓSITO LEGAL: M-3129-2026

Este manual puede ser objeto de libre descarga desde el dominio institucional: www.anecpla.com

Guía para la ELABORACIÓN del PLAN SANITARIO de CALIDAD AMBIENTAL en INTERIORES





Agradecimientos

La presente Guía se ha elaborado por la
Comisión Técnica de calidad ambiental en interiores
de ANECPLA constituida por:

Belén Rodríguez
ANECPLA

Gemma Carrión Galindo
Aerobia Ambiental

Jesús Martínez Nogal
Grupo NB

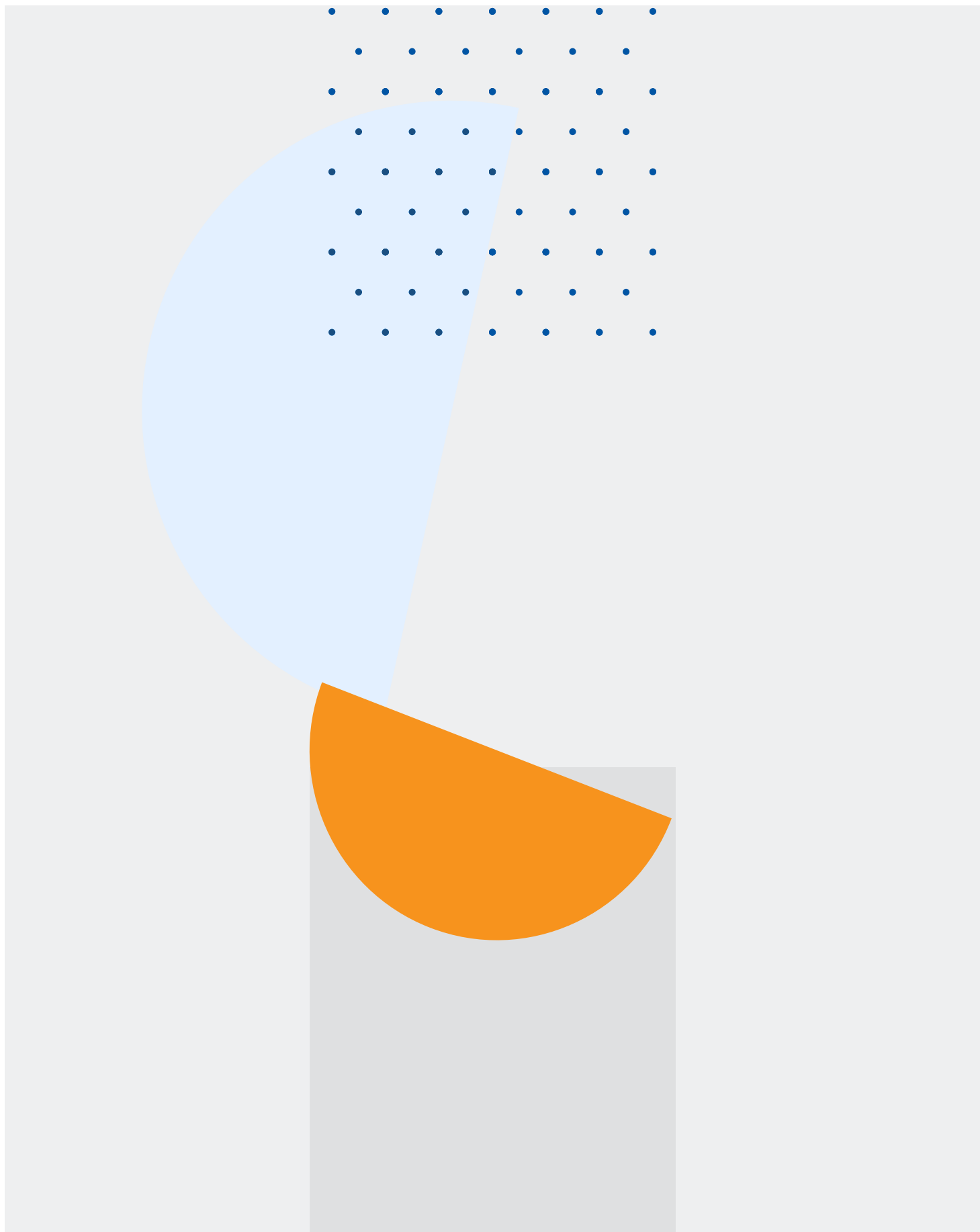
Benjamín Beltrán Benasar
Anticimex

Paulino Pastor
Ambisalud

Siro Iñiguez Bravo
Rentokil Initial España

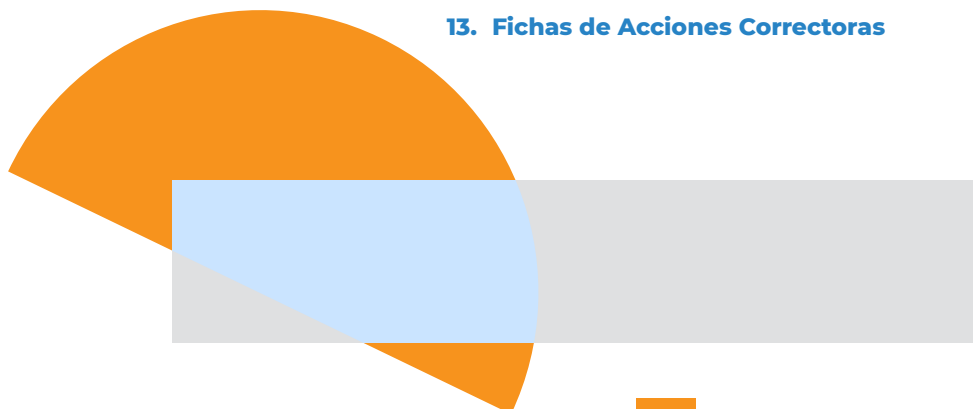
Jorge Galván
ANECPLA

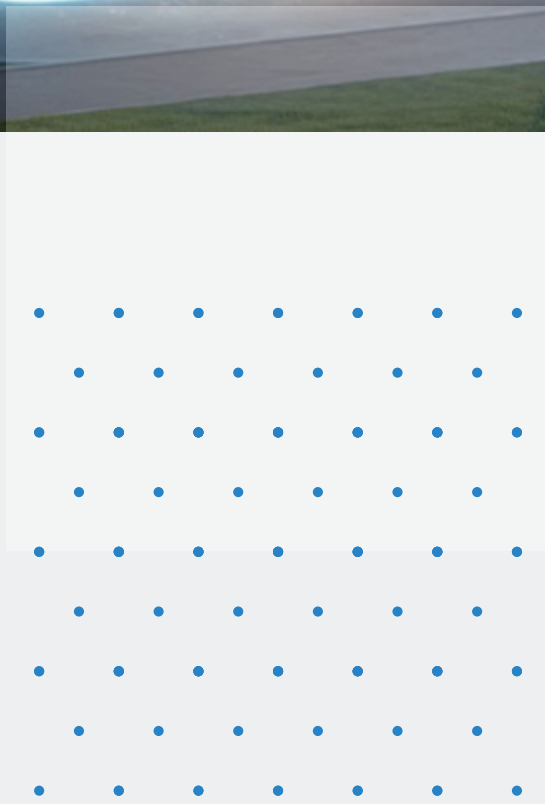




Índice

1. Introducción	7
2. Terminología	9
3. Objeto	10
4. Ámbito de actuación	11
5. Formación del equipo PSCAI	11
5.1 Creación de un equipo PSCAI	11
5.2 Formación	13
5.3 Reuniones del equipo PSCAI	14
6. Diseño del modelo de documentación: Manual-Procedimientos-Registro	15
6.1 Aspectos generales	15
6.2 Contenido y formato de la documentación	15
6.3 Gestión de la documentación	15
6.4 Control de los registros	16
6.5 Manual del PSCAI	16
7. Identificación de aspectos Críticos	17
7.1 Aspectos generales	17
7.2 Descripción de sistemas de climatización	21
7.3 La ventilación como elemento crítico	25
8. Puntos de control (PC y PCC)	28
9. Determinación de los peligros y análisis del riesgo	28
9.1 Identificación de los peligros	28
9.2 Análisis de los riesgos	29
10. Medidas de control	32
10.1 Implementación de Medidas de Control de un PSCAI	32
10.2 Mantenimiento	32
10.3 Sistemas de Monitoreo	32
10.4 Tratamientos	33
10.5 Diseño del Sistema y Controles de Ingeniería	33
10.6 Ajustes del Programa de Control	33
10.7 Documentación y Registro	33
10.8 Capacitación del Personal y Concientización	33
10.9 Procedimientos de emergencia e incidencias	33
11. Acciones preventivas/correctivas	34
11.1 Medidas correctoras	34
11.2 Medidas correctoras básicas	34
11.3 Medidas preventivas	35
12. Verificación/validación	38
13. Fichas de Acciones Correctoras	39







Introducción

Los riesgos para la salud para los ocupantes de espacios de interiores asociados a su mala calidad, en los países desarrollados, se han incrementado en los últimos años. Este hecho se asocia con cambios en la tipología constructiva de los edificios, cambios en la distribución horizontal y vertical del espacio interior, reducción y/o control mecánico de la ventilación, temperatura, humedad, luz artificial etc. También tienen peso los aspectos cognitivos, como el fomento del bienestar emocional y la salud mental, los cuales influyen en la salud humana desde el punto de vista de ambientes interiores.

La contaminación atmosférica, tanto del aire exterior como de ambientes interiores, se ha convertido en uno de los principales factores de riesgo sobre la salud de la población. Y, aunque en los países en desarrollo es mucho mayor debido a la quema de biomasa, en los países desarrollados están surgiendo otras causas de impacto que obligan a considerar a la calidad de ambientes interiores como un factor altamente importante en la salud.

Uno de los principales factores que influyen en la salud de los ocupantes de los espacios interiores es la calidad del aire, directamente relacionado con el ambiente exterior. Este aire interior se diferencia por dos hechos relevantes. Los tiempos de permanencia de las personas en interiores, que son habitualmente muy superiores a los de aire exterior, y mayores concentraciones para la mayo-

ría de los contaminantes, debido al conjunto tanto de los provenientes del exterior como los generados en el interior y una ventilación inadecuada. La suma de estos dos hechos implica un mayor nivel de exposición y, por tanto, de riesgo para la salud de los ocupantes, como se ha demostrado en la aparición de efectos sobre el sistema respiratorio a largo plazo y efectos carcinogénicos.

Desde el punto de vista de la contaminación atmosférica y de calidad del aire en ambientes interiores, es necesario incidir en las emisiones de PM2.5 y los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). En el caso de los COV, sus emisiones a nivel nacional están principalmente ligadas a factores de consumo doméstico (con una previsible tendencia creciente) como el uso de disolventes, pinturas, productos higiénicos de uso doméstico, plaguicidas domésticos o aerosoles. Por ello, es necesario fomentar el uso de productos de bajo impacto ambiental con reducido contenido en COV y el consumo sostenible de productos del uso doméstico de disolventes, tanto en pinturas, como en productos de construcción, productos para el hogar y cosméticos y otros artículos de aseo.

Otro hecho importante es que, en ambientes interiores, además de la presencia de contaminantes físicos (partículas PM10 y PM2.5), químicos (benceno, dióxido de nitrógeno, formaldehído, dióxido de carbono, monóxido de carbono, naftaleno, etc.) o biológicos (bacterias, hongos y virus), hay que tener en cuenta los aspectos de confort como son: temperatura, iluminación, ruido, humedad relativa o velocidad del aire de ventilación.

Las prioridades están en tres tipos de ambientes interiores bien diferenciados:

- Edificios de uso particular
- Edificios de pública concurrencia tipo comercial, tales como oficinas, y especialmente no sanitarios utilizados por ocupantes con mayor riesgo, como son guarderías, colegios de primaria y secundaria, etc. y residencias de ancianos.
- Edificios de uso sanitario (centros de salud, hospitales, etc.).

Cada uno de estos espacios tiene requisitos diferenciados de calidad ambiental en interiores según se especifica en el RITE:

IDA 1 > (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 > (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 > (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 > (aire de calidad baja)

La relación de la calidad ambiental en interiores con efectos adversos sobre la salud y su monitorización y comunicación son objetivos que se plantean tanto el Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente (PESMA) elaborado por el Ministerio de Sanidad, orientado a proteger la salud de la población frente a los efectos adversos para la salud derivados de una mala calidad ambiental interior, como en el llamado “The EU Environment and Health Action Plan” (EHAP). Más allá de ese documento internacional específico, la Estrategia Mundial de la OMS sobre Salud, Medio Ambiente y Cambio Climático también hace referencia a la seguridad radiológica necesaria para reducir el impacto del radón en interiores. Por otra parte, la Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du Travail (ANSES) de Francia, ha elaborado unas pautas de calidad del aire interior (Qualité de l'air intérieur - Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur) con el objetivo de abordar el impacto en salud y proporcionar información para gestionar dicho riesgo.

En España, se dispone del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) del Ministerio de Industria y Turismo y del Ministerio de la Vivienda y Agenda Urbana, que tiene como objetivo establecer las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria. En este reglamento se incluyen distintas categorías de calidad del aire en función del uso del edificio o local y diversas metodologías de cálculo de ventilación.

Por otro lado, existe el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos de Salubridad “HS3. Calidad del aire interior “con el objetivo de eliminar los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal en los edificios de viviendas. Para ello, establece varias metodologías basadas en la concentración de CO₂ y en caudales mínimos de ventilación. A su vez el documento “HS6 Protección frente a la exposición de radón” establece medidas para minimizar la entrada y acumulación del radón desde el subsuelo en el interior de los edificios, especialmente en las plantas bajas y sótanos.

Con todo lo anteriormente expuesto, se muestra la necesidad de desarrollar un Plan Sanitario de la calidad ambiental en interiores (PSCAI), que basado en un análisis y evaluación del riesgo fundamentado en las diferentes etapas que afectan al ambiente interior, permite gestionar la calidad del aire en interiores, para proteger la Salud de los ciudadanos, y poder proporcionar datos de la situación real en España.

02

Terminología

RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

PSCAI: (Plan Sanitario de Calidad Ambiental Interior): Documento que debe elaborar el titular del edificio, detallando las medidas para garantizar la calidad ambiental interior.

Evaluación del riesgo: Proceso sistemático para identificar, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar a la calidad del ambiente interior del edificio.

Valor paramétrico (VP): Es la referencia que debe mantenerse para considerar que los eventos se encuentran controlados.

Valor paramétrico aceptable (VPA): Es un valor cuyo objetivo es preservar el confort y el bienestar de los ocupantes.

Valor paramétrico límite (VPL): Representa una concentración o valor absoluto que no debe sobrepasarse nunca, ya que puede afectar gravemente a la salud de los ocupantes.

Valor de referencia: Nivel orientativo para parámetros sin valor paramétrico establecido, utilizado para evaluar la calidad del ambiente interior.

Control de rutina: Análisis periódico para evaluar la calidad del ambiente interior y la eficacia de las medidas de control aplicables. Por ejemplo, las revisiones de calidad ambiental en interiores según UNE 171330.

Control operacional: Monitoreo continuo de los parámetros críticos del ambiente interior. Por ejemplo la implantación de sondas de dióxido de carbono para la medición continua.

Medidas de control: Metodología de barreras múltiples (acciones y/o procedimientos) establecidas en el PSCAI para controlar los riesgos en la instalación. Por ejemplo, desinfección periódica de UTAS.

Medidas correctoras: Acciones implementadas para rectificar situaciones en las que la calidad del ambiente interior no cumple con los estándares establecidos. Por ejemplo, limpieza de conductos derivada de una evaluación higiénica según UNE 100012.

Plan de formación: Programa educativo para el personal encargado de la gestión y control del ambiente interior, asegurando su capacitación continua.

Etapas: cada una de las fases secuenciales del flujo del aire desde el ambiente exterior hasta su extracción, en las que se analiza el potencial de aparición de agentes contaminantes o deficiencias que puedan comprometer la Calidad Ambiental Interior (CAI).

Peligro: Condiciones que pueden suponer problemas higiénico-sanitarios o de confort asociados a CAI que pueden ocurrir en cada etapa. Se manifiestan como agentes biológicos, químicos, físicos o radiológicos presentes en el ambiente interior, u otro aspecto de su estado que pueda causar daño a la salud humana.

Evento peligroso (factor de riesgo): hecho o suceso que introduce riesgos potenciales en el ambiente interior o en las instalaciones del edificio o no los elimina. Se trata del conjunto de circunstancias que pueden afectar directamente el peligro de cada etapa.

Punto de control (PC): es el punto, operación o etapa donde se realiza un seguimiento programado en base al PSCAI.

Punto crítico de control (PCC): es el punto, operación o etapa que requiere medidas preventivas, de control o correctoras eficaces para eliminar o minimizar el riesgo hasta niveles aceptables en base al PSCAI.

Riesgo: es la combinación de la probabilidad de un evento peligroso o peligro en el ambiente interior o en las instalaciones del edificio y la gravedad de las consecuencias, si ocurriese el evento peligroso.

Verificación: confirmación inicial y continua de que el programa se desarrolla tal y como se configuró.

Validación: confirmación inicial y continua de que el programa, desarrollado tal y como se configuró, controla eficazmente las condiciones de peligro en el edificio.

Técnico superior de calidad ambiental en interiores, TSCAI: Titulado universitario con formación en calidad ambiental en interiores de acuerdo con los requisitos de la norma UNE 171330, capacitado por tanto para la realización de una revisión de calidad ambiental en interiores. Su función es coordinar, supervisar y responsabilizarse de la correcta ejecución de los trabajos de revisión.

El TSCAI es el técnico que tiene potestad para diseñar la estrategia de muestreo y firmar el diagnóstico y la declaración de conformidad de la calidad ambiental interior del edificio.

Técnico medio de calidad ambiental en interiores, TMCAI: Técnico titulado en Formación Profesional o similar y formación en calidad ambiental en interiores de acuerdo con los requisitos de la norma UNE 171330. Su función es realizar mediciones y reconocimiento visuales en la ejecución de una revisión de calidad ambiental en interiores.

Aspectos que afectan a la CAI - son el conjunto de factores físicos, químicos y biológicos, tanto internos como externos, que influyen en las condiciones del aire respirado en espacios interiores y, por tanto, en la salud, el confort y el bienestar de las personas que los ocupan.

03

Objeto

El objeto del PSCAI, es la protección de la salud y el bienestar de los usuarios de los espacios interiores a través de la evaluación del riesgo y la gestión de organismos nocivos, agentes físicos, químicos y radiológicos en el ambiente interior, mediante la adopción de un plan de medidas de control.



04

Ámbito de actuación

Las medidas contenidas en el PSCAI se aplicarán en los edificios teniendo en cuenta las indicaciones del PESMA, excepto para los edificios de uso particular.

El campo de aplicación del PSCAI son los *ambientes interiores* de todo tipo de espacios interiores con ocupación humana, exceptuando aquellos que se destinan “exclusivamente” a actividades industriales y/o agrícolas.



05

Formación del equipo PSCAI

5.1 CREACIÓN DE UN EQUIPO PSCAI

Esta etapa implica reunir a un equipo multidisciplinar de profesionales vinculados a los aspectos relacionados con la CAI, y cuando sea necesario, incorporar a un grupo más amplio de interesados que aporten conocimiento al plan. Su responsabilidad será, entre otras cosas, comprender el edificio y las instalaciones que lo componen y evaluar los riesgos que pudieran afectar a la calidad y seguridad del ambiente.

Composición del equipo PSCAI

Típicamente un equipo PSCAI estaría compuesto al menos por:

1. Titular del edificio o quien ejerza sus funciones en la explotación del mismo.
2. Consultor técnico, interno o externo.
3. Responsable de mantenimiento.

Dependiendo de la complejidad de la instalación, pueden sumarse otros perfiles que aporten conocimientos o responsabilidades específicas. Se sugiere comenzar con un equipo reducido para luego ampliarlo según se requiera. Ejemplos adicionales de integrantes:

1. Responsable de limpieza (interno o externo).
2. Responsable de la empresa instaladora/diseñadora de los sistemas de climatización y ventilación.
3. Responsables de áreas específicas como Prevención de Riesgos Laborales o mantenimiento externo.
4. En el caso de hospitales, un responsable de medicina preventiva.

Funciones del equipo PSCAI:

El equipo PSCAI deberá contar con profesionales cualificados que apoyen y participen activamente en la metodología del PSCAI. Al menos uno de los participantes debe tener formación acreditada como TSCAI.

El equipo debe tener conocimientos técnicos sobre el diseño e instalaciones del edificio y sus riesgos asociados a la CAI.

NOMBRE	EMPRESA	CARGO	FUNCIÓN EN EL EQUIPO	INFORMACIÓN DE CONTACTO	FECHA INICIO/FECHA BAJA EQUIPO PSCAI*1

Ejemplo 1: Composición de un equipo del PSCAI

Adicionalmente, se podrá completar el ejemplo 1 con el ejemplo 2: Formulario de información sobre partes involucradas, donde vendrá reflejado la relación de cada una de las entidades con el espacio interior, sean o no del equipo PSCAI. La finalidad es definir todas las entidades involucradas en la gestión de la calidad ambiental en interiores.

Sus responsabilidades específicas serán las siguientes:

- Coordinación del cumplimiento del PSCAI.
- Una tarea clave inicial es definir la metodología de aplicación y evaluación de riesgos del PSCAI.

NOMBRE DE LA ENTIDAD INVOLUCRADA	RELACIÓN CON LA INSTALACIÓN	ASPECTO CLAVE	PERSONA DE CONTACTO EN EL EQUIPO PSCAI	MECANISMO DE INTERACCIÓN
Empresa externa especialista en higiene ambiental	Contrato de servicios externos (indicar n° contrato o referencia)	Limpiezas y desinfecciones profesionales.	Responsable técnico y/o coordinador	Reunión programada y ofidiosa. Contacto mediante móvil y correo electrónico
Entidad de revisión	Contrato de servicios externos (indicar n° contrato o referencia)	Toma de muestras de aire y revisión de sistemas de aire Mantenimiento del PSCAI.	Responsable técnico y/o coordinador	Reunión programada y ofidiosa. Contacto mediante móvil y correo electrónico
Empresa Mantenedora	Contrato de servicios externos (indicar n° contrato o referencia)	Mantenimiento preventivo, conductivo, correctivo de instalaciones de ventilación	Gestor del contrato	Reunión programada y ofidiosa. Contacto mediante móvil y correo electrónico

Ejemplo 2: Formulario de información sobre partes involucradas.

* Se indicará la fecha de inicio de su participación en el equipo PSCAI así como en el caso de baja, que en éste último caso deberá ser sustituido por otra persona que cubra las funciones del equipo PSCAI.

- Gestionar y desarrollar los documentos que componen el PSCAI (manual, procedimientos y registros), implementar, verificar y validar el PSCAI y proponer medidas correctoras
- Asegurar que todos los involucrados (internos y externos) comprendan y apliquen correctamente el PSCAI
- Disponibilidad de recursos y cumplimiento legal.
- Acceso a documentación actualizada.
- Capacidad de aprobar recursos.
- Apoyo experto externo autorizado.
- Disponibilidad de personal de mantenimiento cualificado.
- Formación adecuada del equipo (ver punto de formación del PSCAI).
- Asegurar que se aplican las medidas de control.
- Seguir con diligencia los protocolos de operación y mantenimiento de las diferentes instalaciones del edificio.

Cada una de estas funciones debe estar asignada a un participante concreto del equipo. Se debe establecer un cuadro claro de funciones y responsabilidades para todos los miembros del equipo PSCAI para garantizar una implementación eficaz del sistema, tal como se indica en la tabla 1.

5.2 FORMACIÓN

El titular del edificio debe asegurar que todo el personal implicado, interno o externo, tenga la formación adecuada. Cada perfil del equipo PSCAI requiere formación específica, incluyendo formación sectorial y sensibilización en calidad del aire interior.

PERFIL/FUNCIÓN	FORMACIÓN MÍNIMA REQUERIDA
Titular del edificio o quien ejerza sus funciones en la explotación del mismo.	Formación en sensibilización en calidad ambiental en interiores
Consultor técnico, interno o externo	Formación como TSCAI
Responsable de mantenimiento	Formación en sensibilización en calidad ambiental en interiores
Personal propio o de la empresa de servicio a terceros que desempeña su actividad relativa al programa limpieza y desinfección de conductos	Cualificación profesional relativa al uso de biocidas para desinfección, servicios para control de plagas (SEA028_2).
Personal encargado de otras operaciones	Formación en sensibilización en calidad ambiental en interiores.



5.3 REUNIONES DEL EQUIPO PSCAI

	OBJETIVO DE LA REUNIÓN	PERIODICIDAD
Se debe establecer un calendario de reuniones con distintos objetivos (presentación, seguimiento, revisión, etc.) con periodicidad definida (anual, semestral o según necesidad), para asegurar el seguimiento y mejora continua del PSCAI. A modo de ejemplo, proponemos la siguiente tabla. Tipo de reunión		
Reunión inicial equipo PSCAI.	Nombrar a las personas que formarán parte del equipo PSCAI, establecer sus funciones y el periodo de implementación inicial.	Al inicio del programa
Presentación y actualización del manual PSCAI	• Presentar el manual PSCAI. • Definir objetivos del PSCAI.	Al inicio del programa
Definición de acciones correctoras y evaluación de su eficacia	Como consecuencia de no conformidades surgidas en el plan de medidas de control, se describen acciones correctoras y se evalúa su eficacia	Según aparición de no conformidades
Reunión de verificación (seguimiento) tras el periodo de implementación PSCAI	• Recopilar la información transcurrido un periodo de tiempo y valorar resultados analíticos, planes de acción, etc • Comprobar que se consiguen los objetivos marcados. • Informar en caso que se hayan detectado desviaciones periódicas relativas a la implementación del plan • Visita de inspección si aplica.	Periodo establecido previamente, por ejemplo 3 meses desde la puesta en marcha. al menos durante el primer año de la implantación
Reunión de validación (resumen anual)	• Resumen anual y planificación de nuevos objetivos para el siguiente periodo. • Análisis de la eficacia del PSCAI • Actualización del PSCAI • Revisión de la evaluación del riesgo • Presentar resultados y revisión del PSCAI (objetivos y manual).	Anual, transcurrido 1 año desde la implementación.

06

Modelo de gestión documental

6.1 ASPECTOS GENERALES

El PSCAI, es en definitiva un sistema de gestión de la calidad ambiental interior, y requiere una serie de documentación, que se desarrollará acorde con la dimensión del plan de gestión y que como mínimo debe incluir:

1. Un Manual detallado sobre el PSCAI
2. Los objetivos y procedimientos marcados en el PSCAI para lograr una correcta gestión de la calidad ambiental interior
3. Planos, diagramas, dibujos, memorandos técnicos, especificaciones técnicas de las instalaciones, etc., que serán necesarios para diseñar las acciones incluidas en el PSCAI
4. Los diferentes registros necesarios para la implantación del PSCAI

Toda la información documentada, incluidos los diferentes registros formarán parte del PSCAI, y avalará el correcto funcionamiento del plan, que se validará por los resultados obtenidos por la implantación del plan.

La documentación necesaria para completar el PSCAI puede variar de una instalación a otra, de-

pendiendo del tamaño, la complejidad, el tipo de actividades, etc.

6.2 CONTENIDO Y FORMATO DE LA DOCUMENTACIÓN

Al crear y actualizar la información incluida en el PSCAI, el equipo responsable del plan debe tener en cuenta unos requisitos mínimos en cuanto a contenido y formato de la información que se va a documentar, y debe incluir:

1. Cada documento debe contar con un número de referencia que lo identifique, así como una descripción en la que se incluyan datos como la fecha, el autor, etc.
2. En cuanto al formato hay que tener en cuenta el idioma, los gráficos a incluir, y el soporte de la información, ya sea físico o electrónico. En el caso de formato electrónico, si se usa un software específico se deberá hacer constar la versión.
3. Toda la documentación creada o revisada, deberá ser aprobada por el equipo responsable del plan, y en caso necesario, se deberá hacer constar su idoneidad y adecuación.

6.3 GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

→ **6.3.1 El PSCAI**, deberá incluir toda la información que se haya considerado necesario documentar. Este documento, se puede ir ampliando en función de las necesidades que requiera la gestión de la instalación, y debe ser aprobado por el equipo responsable del plan. Debe estar disponible tanto para su uso y consulta, como a disposición de la administración sanitaria siempre que lo solicite. Hay que tener en cuenta que debe estar protegido para mantener la confidencialidad, uso indebido o pérdida de integridad.

→ **6.3.2 Para el control de la información documentada**, el equipo responsable debe abordar las siguientes actividades, según corresponda:

- a) establecer, implantar y mantener un procedimiento para definir el control necesario;
- b) distribución, acceso, recuperación y uso:
 - b1) revisar y aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión;
 - b2) revisar, actualizar y volver a aprobar documentos cuando sea necesario;
- c) almacenamiento y preservación, incluida la preservación de la legibilidad:
 - c1) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;
- d) control de cambios (por ejemplo, control de versiones):
 - d1) asegurarse de que se identifican los cambios, así como el estado de revisión actual de los documentos;
 - d2) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso;
- e) conservación y disposición:
 - e1) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

Deben identificarse, según corresponda, y controlarse los documentos de origen externo que la organización haya determinado como necesarios para la planificación y operación del PSCAI.

6.4 CONTROL DE LOS REGISTROS

El equipo responsable PSCAI debe establecer y mantener los registros que sean necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos de este documento y los resultados logrados.

El equipo responsable PSCAI debe establecer, implantar y mantener un procedimiento para definir los controles necesarios para la identificación, almacenamiento, protección, recuperación, tiempo de retención y disposición de los registros.

Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. La documentación y registros en formato electrónico y digital deberían ser una prueba de manipulaciones no autorizadas. Se deberían realizar copias de seguridad periódicas.

6.5 MANUAL DEL PSCAI

El equipo responsable PSCAI debe establecer, implantar y mantener un manual de PSCAI, que incluya:

- a) El alcance del PSCAI;
- b) Una descripción de las acciones y actividades relacionadas con la calidad ambiental interior que tengan lugar en la organización y que sean aplicables al PSCAI;
- c) Los procedimientos establecidos para el PSCAI o referidos al mismo;
- d) Los procesos de revisión y mejora.



Identificación de aspectos que afectan a la CAI

7.1 ASPECTOS

La identificación de los aspectos que inciden en la calidad ambiental interior (CAI) es clave para su correcto control. A continuación, se presenta una lista —no exhaustiva— de los factores más relevantes que pueden influir en la CAI:

- Calidad del aire exterior del edificio.
- Actividades realizadas en el interior (oficinas, laboratorios, cocinas, etc.).
- Materiales de construcción y decoración empleados (pinturas, moquetas, mobiliario).
- Instalaciones del edificio, entre ellas:
 - Sistemas de climatización y ventilación.
 - Red de agua (caliente sanitaria, fría, sistemas contra incendios).
 - Instalaciones sanitarias y condiciones de salubridad.
 - Almacenes de combustibles o productos químicos.
 - Sistemas de transporte vertical (ascensores, montacargas).
 - Instalaciones de electricidad y telecomunicaciones.

- Garajes y zonas de estacionamiento subterráneas.
- Salas de usos especiales (laboratorios, salas técnicas, cocinas industriales).
- Mantenimiento higiénico general del edificio (limpieza, desinfección, control de plagas, etc.).
- Obras o reformas recientes realizadas en el interior del inmueble.
- Ocupantes del edificio, sus hábitos, número y tiempo de permanencia.

Se detalla una breve descripción de cada uno de estos aspectos:

7.1.1 La calidad del aire exterior del edificio

Las fuentes de contaminación ubicadas en el entorno exterior del edificio pueden afectar de forma negativa a la calidad ambiental interior. Entre estas fuentes se incluyen el tráfico rodado, actividades industriales, emisiones de calefacciones cercanas, así como partículas en suspensión o contaminantes gaseosos transportados por el viento.

Como indicador de la calidad del aire exterior, puede utilizarse la ODA (Outdoor Air Category) del entorno, de acuerdo con los criterios establecidos en la norma UNE 100718:2020, “Procedimiento para la determinación de la categoría de ODA para proyectos de climatización”. Esta clasificación permite estimar la calidad del aire exterior en función de la concentración de contaminantes y sirve como referencia para el diseño y mantenimiento de sistemas de ventilación adecuados.

Asimismo, otros factores como la climatología local (temperatura, humedad, inversión térmica) y el nivel de ruido ambiental pueden incidir de forma indirecta sobre el bienestar y la calidad ambiental interior, dificultando la renovación de aire o generando molestias para los ocupantes.

7.1.2 Actividades realizadas en interiores

Las actividades desarrolladas en el interior del edificio pueden constituir una fuente significativa de contaminación ambiental.

Determinadas zonas o usos específicos —como el almacenamiento de productos químicos de limpieza, la presencia de cocinas o comedores, o la existencia de salas de fotocopiado e impresión— pueden liberar compuestos volátiles, partículas o aerosoles que se dispersan fácilmente por el edificio, afectando la calidad del aire en otras estancias.

Estos contaminantes pueden incluir compuestos orgánicos volátiles (COVs), óxidos de nitrógeno, ozono, monóxido de carbono, partículas finas (PM2.5) o grasas en suspensión, entre otros, cuya presencia puede comprometer tanto el bienestar como la salud de los ocupantes.

Por este motivo, resulta fundamental identificar estas actividades durante la evaluación de riesgos de la CAI, e incorporar medidas preventivas o correctoras, como ventilación localizada, extracción forzada, barreras físicas o protocolos de uso.

7.1.3 Materiales de construcción y decoración

Los materiales de construcción y decoración constituyen una fuente potencial de contaminantes en los espacios interiores.

Su composición, proceso de fabricación, instalación o envejecimiento pueden dar lugar a la emisión de sustancias nocivas o molestos olores, que impactan negativamente en la calidad ambiental interior.

Entre los contaminantes más frecuentes asociados a estos materiales, se pueden destacar:

- Radón, gas radioactivo de origen natural que puede emanar de suelos y materiales pétreos.
- Formaldehído, presente en tableros aglomerados, barnices o adhesivos.
- Fibras minerales (como las de lana de vidrio o lana de roca), que pueden quedar en suspensión si no están correctamente encapsuladas.
- Esporas de hongos, que proliferan en materiales porosos en presencia de humedad.

- Compuestos orgánicos volátiles (COVs) liberados por pinturas, barnices, moquetas o mobiliario.

La norma UNE-EN 16798 establece un sistema de clasificación de los edificios según su nivel de contaminación interna, distinguiendo entre edificios no contaminantes, poco contaminantes y muy contaminantes, en función de los materiales y productos utilizados. Esta clasificación sirve como guía para el diseño, evaluación y mantenimiento de espacios saludables.

7.1.4 Instalaciones del edificio

Las instalaciones de un edificio están diseñadas para proporcionar funcionalidad, bienestar y adecuación al uso previsto de los espacios.

Sin embargo, si no están correctamente diseñadas, mantenidas o gestionadas, pueden convertirse en fuentes significativas de contaminación que comprometan la calidad ambiental interior. A continuación, se describen las más relevantes:

→ Instalaciones de climatización y ventilación

Cuando no se realiza un mantenimiento adecuado, estos sistemas pueden convertirse en reservorios de microorganismos (bacterias, hongos, virus) y en vectores de dispersión de contaminantes como partículas en suspensión, COVs o alérgenos. Un diseño deficiente o una ventilación insuficiente favorecen la acumulación de dióxido de carbono, humedad y contaminantes químicos.

→ Red de agua

Especial atención merecen aquellas instalaciones que generan aerosoles en presencia de corrientes de aire, como las torres de refrigeración, humidificadores o equipos de climatización, ya que pueden representar un riesgo para la transmisión de Legionella. Además, las fugas o condensaciones pueden deteriorar materiales constructivos y favorecer el crecimiento fúngico.

→ Instalaciones sanitarias

Incluyen los sistemas de:

- Saneamiento y vertido al alcantarillado.
- Gestión de basuras (conductos de descarga, salas de residuos).

- Evacuación de humos y gases, especialmente en cocinas, garajes o restaurantes.

Estas instalaciones pueden generar olores desagradables, así como contaminación química o microbiológica. Las bajantes mal selladas o deterioradas pueden provocar humedades ocultas, propiciando el crecimiento microbiano.

→ Almacenes de combustibles

El almacenamiento y manipulación de combustibles fósiles implica riesgo de emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs), especialmente durante recargas, labores de limpieza o en caso de fugas accidentales.

→ Instalaciones de transporte vertical

Aunque los ascensores y tiros de escalera no son contaminantes en sí, pueden actuar como vías de migración de contaminantes, permitiendo que humos, olores o partículas procedentes de garajes, sótanos o almacenes alcancen zonas ocupadas del edificio.

→ Instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones

Los centros de transformación, la red eléctrica de distribución, sistemas de alumbrado o antenas de telecomunicación pueden generar campos electromagnéticos o interferencias, y en casos puntuales, emisiones térmicas o acústicas que afecten al confort ambiental.

→ Garajes

Deben considerarse fuentes potenciales de contaminación, por la emisión de gases de combustión (CO, NOx, benceno) y partículas en suspensión derivadas del tráfico rodado, el desgaste de neumáticos y frenos o las maniobras de carga y descarga.

→ Salas de usos especiales

Zonas como talleres de mantenimiento, salas de reprografía, cocinas industriales, comedores colectivos, zonas de fumadores o almacenes de productos químicos pueden generar contaminantes físicos, químicos y biológicos. Su correcta segregación, ventilación

y gestión es esencial para evitar la contaminación cruzada con otras áreas del edificio.

7.1.5 Mantenimiento higiénico del edificio

Un mantenimiento higiénico inadecuado puede originar múltiples problemas que afectan negativamente a la calidad ambiental interior (CAI).

Cuando no se aplican buenas prácticas de limpieza, desinfección, control de plagas o gestión de productos químicos, se facilita la proliferación de contaminantes físicos, químicos y biológicos en los espacios ocupados.

Los principales factores que inciden en la calidad del mantenimiento son los siguientes:

→ Formación insuficiente del personal de mantenimiento en aspectos relacionados con la CAI.

La falta de conocimientos específicos sobre los riesgos asociados a la contaminación interior puede derivar en prácticas incorrectas, como el uso inadecuado de productos químicos, una limpieza deficiente de sistemas de climatización o la omisión de controles críticos.

→ Ausencia de procedimientos escritos y registros de mantenimiento preventivo y correctivo.

Esto incluye la falta de planificación y documentación en áreas clave como:

- Control integrado de plagas (CIP).
- Aplicación de tratamientos higiénico-sanitarios reglamentarios (como los establecidos para la prevención de Legionella).
- Limpiezas y desinfecciones periódicas de superficies, conductos, equipos y elementos constructivos.
- Gestión segura de productos químicos utilizados en el mantenimiento: pinturas, biocidas, productos de limpieza, lubricantes, etc.

Una gestión deficiente en estos aspectos puede traducirse en emisiones de COVs, acumulación de suciedad y alérgenos, proliferación microbiana, o exposición innecesaria a productos tóxicos para los ocupantes.

7.1.6 Obras o Reformas en el edificio

Las obras y reformas realizadas en edificios en uso representan un riesgo importante para la calidad ambiental interior (CAI). Estas intervenciones suelen implicar actividades que generan altas concentraciones de partículas, dispersión de esporas de hongos, y emisión de compuestos volátiles como el formaldehído, los COVs o adhesivos reactivos.

La contaminación cruzada hacia otras zonas ocupadas del edificio es un riesgo real si no se planifican adecuadamente los trabajos. Por ello, deben establecerse medidas preventivas específicas para minimizar los impactos sobre la salud y el bienestar de los ocupantes.

Los elementos más importantes a contemplar durante una reforma son:

- Formación mínima del personal implicado en materia de calidad ambiental interior.

Es fundamental que todos los trabajadores que participen en la reforma conozcan los riesgos ambientales asociados y las medidas básicas para mitigarlos.

- Procedimientos escritos para preservar la CAI durante los trabajos.

Entre las acciones recomendadas se incluyen:

- Señalización adecuada de las zonas en obras.
- Separación física de las áreas de intervención mediante cerramientos estancos.
- Uso de técnicas de depresión para evitar la dispersión de contaminantes hacia otras zonas del edificio.

- Listado y registro de los productos químicos utilizados.

Es esencial documentar y evaluar previamente los productos empleados en la obra, incluyendo pinturas, disolventes, adhesivos, sellantes y otros materiales que puedan emitir sustancias contaminantes. Esta información permite adoptar decisiones informadas para reducir la exposición.

Una adecuada gestión de estos aspectos permite compatibilizar las reformas con la salud ambiental del edificio y la protección de sus ocupantes.

7.1.7 Ocupantes del edificio

Las personas que ocupan los edificios son, en sí mismas, una fuente significativa de contaminación, tanto química como, especialmente, biológica. A través de actividades cotidianas —hablar, respirar, toser, estornudar o moverse— generamos partículas, aerosoles y vapores que pueden alterar la calidad del aire.

Uno de los aspectos más relevantes es la transmisión aérea de enfermedades infecciosas, como ocurre con virus respiratorios (gripe, SARS-CoV-2, etc.) y determinadas bacterias. Estos patógenos pueden permanecer suspendidos en el aire en forma de gotas o aerosoles, especialmente en espacios cerrados, mal ventilados o con alta densidad de ocupación.

Por tanto, la presencia, densidad y comportamiento de los ocupantes influye directamente en la calidad ambiental interior, siendo recomendable considerar medidas como:

- Control de aforos y tiempos de permanencia, en función de la capacidad de ventilación del espacio.
- Mantenimiento de una ventilación adecuada y constante, preferiblemente mecánica, para diluir contaminantes biológicos y químicos.
- Promoción de buenas prácticas higiénicas entre los usuarios (uso responsable de productos de higiene personal, ventilación cruzada, etc.).
- Evaluación de riesgos específicos en entornos sensibles (hospitales, residencias, escuelas, etc.), donde la carga biológica generada por los ocupantes puede tener mayor repercusión.

En definitiva, los ocupantes deben ser considerados tanto como beneficiarios como generadores de condiciones ambientales, siendo su gestión un factor clave en cualquier estrategia de control de la CAI.

7.2 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Para la clasificación de los sistemas de climatización se pueden utilizar diferentes criterios:

a) Que exista o no un fluido intermedio entre la producción de frío o calor y el aire del local.

a1. En los sistemas de expansión directa no hay fluido intermedio.

a2. Cuando se dispone de fluido intermedio para contrarrestar la carga térmica, este puede ser aire, agua o una combinación de ambos. Tenemos pues los sistemas todo-aire, todo-agua y aire-agua.

Los sistemas TODO-AIRE son más apropiados cuando se debe trabajar con caudales importantes de aire primario o exterior, así como para realizar la recuperación de calor con el caudal de extracción de los locales y para funcionar con enfriamiento gratuito (free-cooling).

b) Sistemas unitarios (o autónomos) o centralizados.

En los sistemas autónomos cada zona está atendida por un equipo que produce su propia energía, en cambio en los sistemas centralizados la producción de frío o calor es única y existe una red de transporte (de aire o agua) que lleva la energía a los locales tratados. Generalmente los sistemas centralizados requieren una mayor inversión inicial pero presentan menores costes de operación (mantenimiento más económico y fácil implementación de estrategias de ahorro energético).

Los sistemas unitarios ofrecen mayor flexibilidad de funcionamiento.

c) Sistemas de caudal variable o constante.

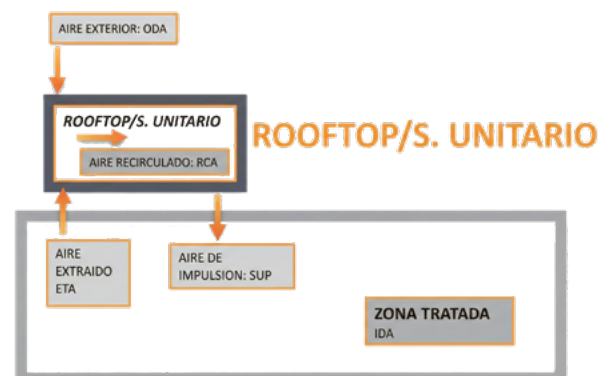
La manera de combatir la carga térmica de la zona ocupada se realiza bien con la variación del caudal impulsado, bien modificando la temperatura de impulsión (o ambas a la vez). De esta forma tenemos los

sistemas de caudal variable, generalmente asociados a ventiladores y bombas regulados mediante variadores de frecuencia (con modulación de caudales) o los sistemas de caudal constante.

Nota: Para la denominación de las etapas de filtración se ha seguido utilizando la nomenclatura de la norma EN 779 (filtros de G1 a F9). En el módulo 4, del presente curso, se explica en profundidad la nueva norma ISO 16890 (en vigor desde 2.018) sobre categorías de filtros y sus “equivalencias” con la EN 779

7.2.1 Sistemas autónomos compactos de expansión directa

- Equipos de pequeña potencia, tipo ventana, condensados por aire
- Equipos de media potencia, tipo armario, condensados por aire
- Equipos compactos de cubierta, tipo Roof-top, condensados por aire



Algunos edificios, especialmente centros comerciales o edificios de tamaño mediano/pequeño, se climatizan mediante unidades tipo rooftop (se emplea la terminología estándar especificada en la norma UNE EN 16798-3)

Equipos compactos de pequeña potencia, condensados por agua

7.2.2 Sistemas autónomos partidos de expansión directa

a) Equipos partidos con caudal refrigerante constante

Descripción:

Los equipos se suministran con el circuito frigorífico dividido ("Split") en 2 unidades (la exterior y la interior y en la instalación deben conectarse las líneas de gas y líquido refrigerante, así como las conexiones eléctricas de potencia y control. El compresor se sitúa en la unidad exterior junto con el intercambiador refrigerante-agua que actúa como condensador en verano y como evaporador en invierno.

TIPO SUELO O CONSOLA

La unidad se instala en el suelo, a partir de la cual se distribuye el aire acondicionado.



TIPO PARED

La unidad se instala en la pared, así se consigue que se aproveche eficazmente el espacio del ambiente.



TIPO CASETE

La unidad se instala en el falso techo de tal forma que se puede utilizar totalmente el espacio del ambiente. Es mejor desde el punto de vista del diseño interior que el modelo horizontal de techo.



TIPO HORIZONTAL DE TECHO

La unidad se suspende del falso techo y distribuye horizontalmente el aire acondicionado.



TIPO HORIZONTAL DE CONDUCTOS

La unidad se instala en el falso techo y no se ve desde la zona ocupada. La distribución del aire de impulsión es a través de una red de conductos que transportan el aire filtrado y tratado hasta los diferentes difusores.



Tipos usuales de unidades interiores

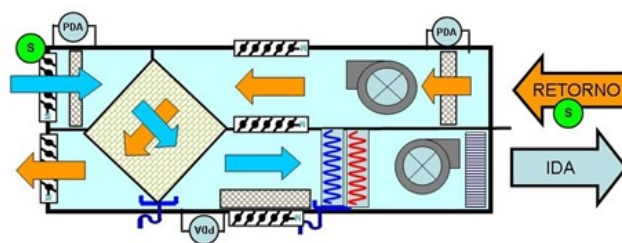
b) Sistemas centralizados

i) Sistemas TODO-AIRE con UTA y caudal de aire constante

Los sistemas de climatización TODO-AIRE se basan en la distribución de energía higrotérmica a los diversos locales, exclusivamente, mediante aire aclimatado que se impulsa desde las UTAs.

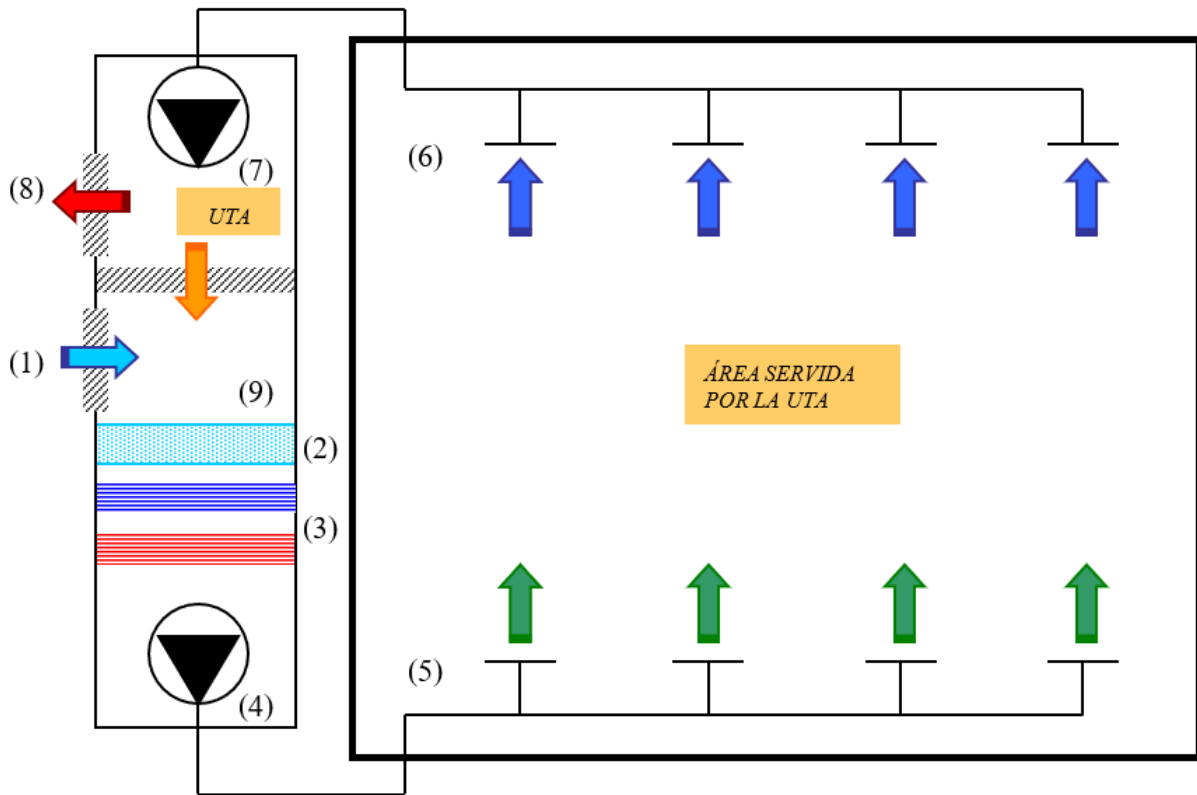
Definición de Unidad de Tratamiento de Aire, UTA:

Aparato en el que se realizan uno o más tratamientos térmicos del aire y de variación del contenido de vapor de agua, así como de filtración y/o lavado, sin producción propia de frío o calor.



Climatizador o UTA con recuperador de calor de flujos cruzados

Ejemplo de un esquema de funcionamiento de un sistema TODO-AIRE con caudal constante



El aire exterior (1) entra en la unidad a través de una compuerta regulada mecánicamente en función de la diferencia de entalpías entre el aire exterior y el aire de retorno (si funciona el free-cooling o enfriamiento gratuito). Un comparador mide la diferencia entre el aire exterior y de retorno. En función de su aproximación a las condiciones de referencia establecidas, el sistema de control envía una señal a unos actuadores de tipo servomotor que varían la apertura de las compuertas y las cantidades de aire exterior y aire de retorno, optimizando la mezcla.

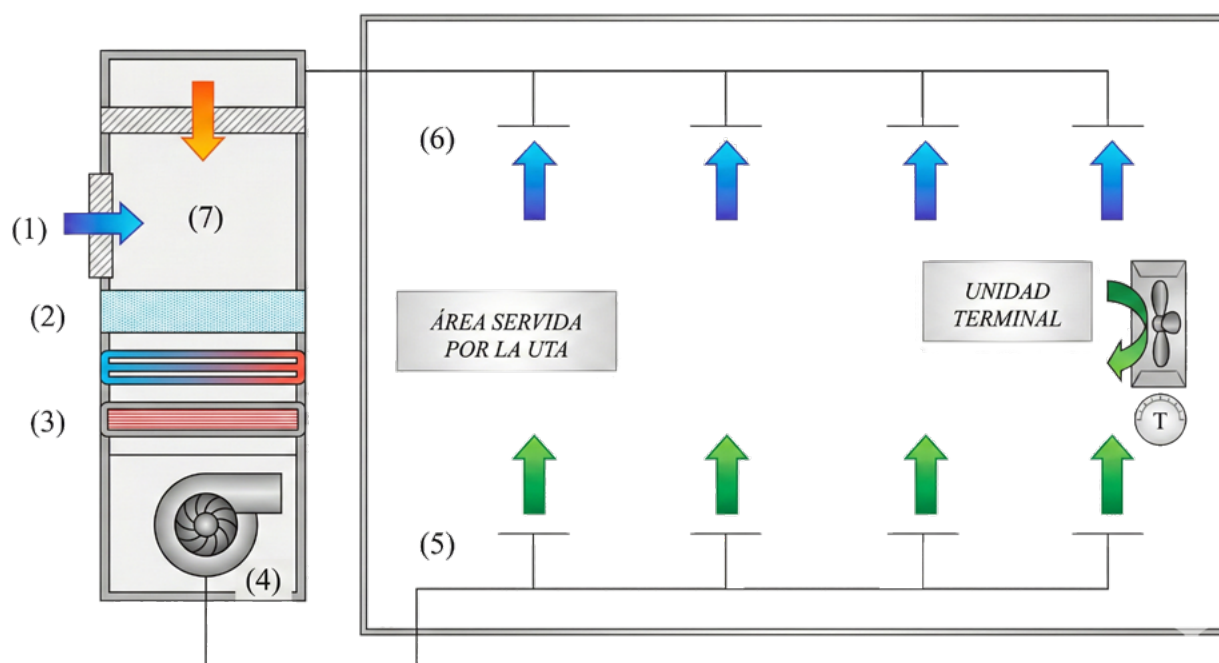
El sistema free-cooling aprovecha la energía del aire exterior para calentar o enfriar el interior del edificio. Una vez en la unidad, el aire exterior se mezcla con el aire de retorno (9) que no ha sido expulsado (8). La mezcla se hace pasar a través de un sistema de filtración

(2) formado por una o varias etapas. El aire filtrado se calienta o enfría mediante un sistema de doble batería, frío y calor, (3) y se impulsa mediante un ventilador (4).

A la salida de la unidad se puede disponer de un humidificador de vapor. El aire tratado se conduce por medio de conductos, aislados térmicamente para evitar condensaciones en verano y pérdidas de energía, bifurcándose y distribuyéndose hasta los difusores finales (5).

El aire viciado se recoge en las áreas ocupadas mediante rejillas (6) y se devuelve a la unidad mediante un ventilador de retorno (7) donde parte de él se expulsa (8) y parte se mezcla con el aire exterior, en proporción variable dependiendo del funcionamiento del sistema free-cooling en cada momento.

Esquema de funcionamiento de un sistema AIRE-AGUA con mezcla en la UTA (vista planta)



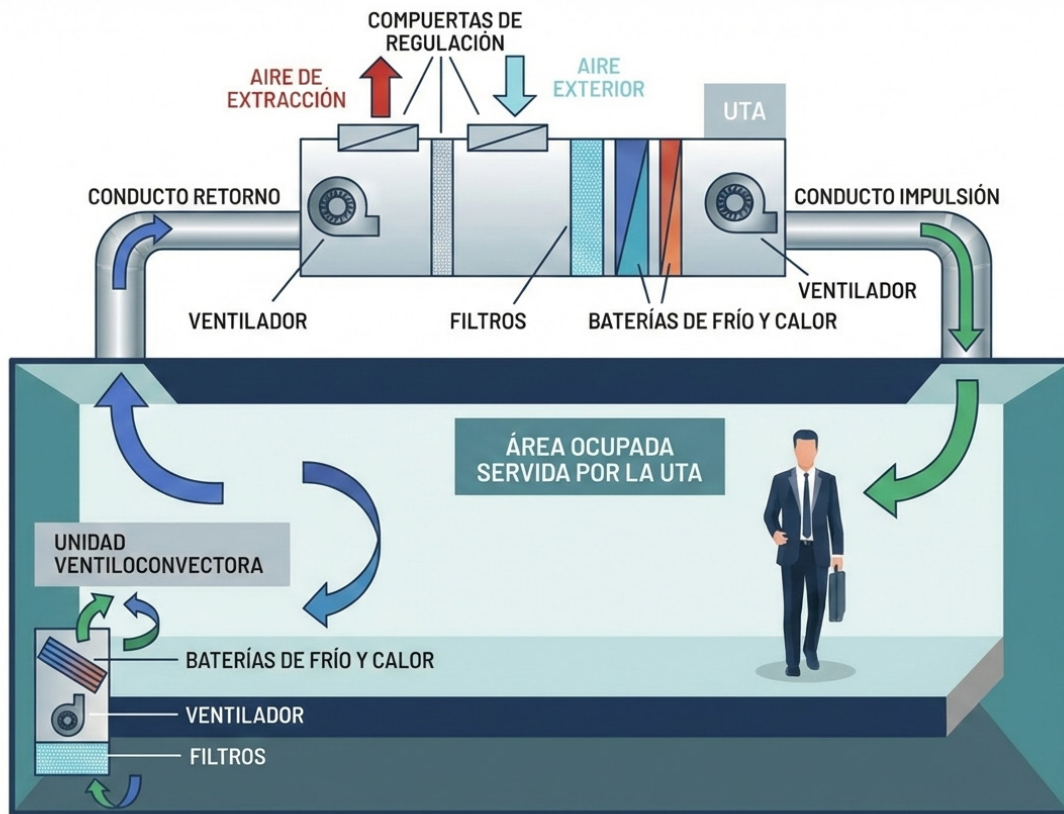
El aire exterior se introduce en la unidad a través de compuertas de ajuste manual o automático (1), entrando en la cámara de mezcla (7) donde se une con el aire de retorno (6). El aire resultante se filtra (2) mediante diferentes etapas (según requerimientos), se calienta y/o enfría según las necesidades (3) y se impulsa mediante un ventilador (4) a través de la red de conductos hasta las áreas ocupadas (5).

El ajuste de la temperatura se realiza mediante un sensor (T) situado en las áreas ocupadas que detecta la temperatura existente y la compara con el valor de consigna predefinido indicando a la unidad terminal ventilo-convectora y/o inductor la necesidad de enfriar o calentar.

El aire interior viciado es aspirado por las rejillas de retorno (6) y reenviado a la unidad donde pasa a la cámara de mezcla para reiniciar el ciclo. Parte de este aire puede ser expulsado al exterior y repuesto por una cantidad equivalente de aire exterior.



Esquema de funcionamiento de un sistema AIRE-AGUA con mezcla en la UTA (vista perfil)



7.3 LA VENTILACIÓN COMO ELEMENTO CRÍTICO

La ventilación se puede realizar mediante 2 sistemas:

- Ventilación natural
- Ventilación mecánica:
 - Extracción del aire del local
 - Impulsión de aire exterior limpio dentro del local
 - Combinando los sistemas 1 y 2.

7.3.1 Ventilación natural

La ventilación natural se produce cuando la renovación de aire de un local se efectúa aprovechando las características naturales del aire, lo que hace que la renovación de aire varíe según la velocidad del viento y la diferencia de temperatura. También forman parte

de la ventilación natural las infiltraciones y exfiltraciones de aire a través de las paredes de los edificios. Se pueden establecer como factores básicos de la ventilación natural los siguientes:

- Diferencia de altura.
- Diferencia de temperatura exterior e interior.
- Diferencia de presión.
- Acción del viento.
- Carga térmica.

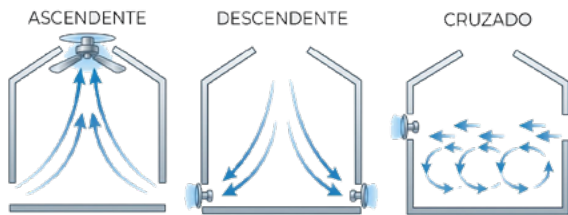
7.3.2 Ventilación mecánica

→ Ventilación mediante extracción de aire del local

Se trata de un método muy extendido por lo económico de su implantación. Consiste en disponer una serie de ventiladores en modo de extracción (extractores) en determinados lugares que aseguren una buena depresión en el local (el aire exterior accede por

rejillas habilitadas para este fin, por huecos o pequeñas rendijas), por ejemplo, en el techo del local a ventilar cuando las rejillas de entrada del aire se sitúan en la parte inferior. Los ventiladores aspiran el aire interior con la carga contaminante y lo expulsa al exterior.

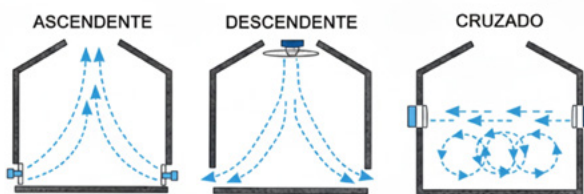
Existen diferentes configuraciones de flujo en función de dónde se encuentren el acceso de aire exterior y el ventilador de extracción:



Sistema de extracción de aire

→ Ventilación mediante impulsión de aire exterior al local

En el método por impulsión de aire, los ventiladores impulsan el aire exterior hacia el interior del recinto, creando una sobrepresión dentro del local que obliga a la salida del aire viciado por las aberturas, rendijas, rejillas específicas, etc. Este sistema impide que penetre aire del exterior incontrolado, pudiendo por ejemplo tratar el aire por filtración evitando la entrada de partículas o tratarlo higrotérmicamente. Este sistema permite controlar el flujo y la distribución del aire en diferentes locales según la demanda de estos. En la figura se muestra esta configuración:



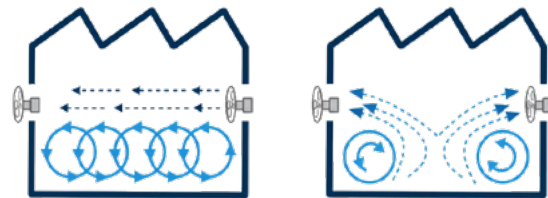
Sistema de impulsión de aire

→ Ventilación mediante impulsión de aire exterior al local y extracción localizada

El último sistema de extracción-impulsión combina las dos técnicas anteriores permitiendo realizar un

estudio de las zonas de impulsión y retornos del aire, según la geometría del local, asegurando una distribución adecuada del aire limpio y una eficacia alta de ventilación.

Se usan ventiladores para impulsar el aire limpio y para extraer el aire viciado. Habrá zonas en depresión próximas a los extractores de aire y otras en sobrepresión próximas a los ventiladores en configuración como impulsores. Es conveniente que los impulsores aporten más aire que el eliminado por los extractores para que los locales estén en sobrepresión y se eviten infiltraciones incontroladas de aire. Dos esquemas de las líneas de flujo que puede aparecer en este sistema se presentan en la figura:



Sistema de extracción-impulsión de aire

→ Estimación de la cantidad de aire exterior mediante medición de co2

El caudal de ventilación real en un local se puede estimar utilizando el dióxido de carbono existente de forma natural como gas trazador. El método que utiliza las diferencias de CO₂ para la estimación de la proporción de aire exterior, está descrito en la "Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo" (194, INSHT, 2006) y en la NTP 549 del INSHT):

Siendo:

$$\%aire_exterior = \frac{[CO_2]_{retorno} - [CO_2]_{impulsión}}{[CO_2]_{retorno} - [CO_2]_{exterior}}$$

[CO₂]_{retorno}: concentración de CO₂ en ppm en el aire de retorno.

[CO₂]_{impulsión}: concentración de CO₂ en ppm en el aire de suministro o impulsión en difusores.

[CO₂]_{exterior}: concentración de CO₂ en ppm en el aire exterior al local.

Y por lo tanto, el caudal total de aire exterior Q (Q_{exterior}), vendrá dado por el producto del caudal total suministrado por la unidad de climatización y el porcentaje de aire exterior:

$$Q_{\text{exterior}} = \frac{Q_{\text{impulsión}} \cdot \% \text{aire exterior}}{100}$$

Hay un factor crítico: el momento en que se realizan las diferentes medidas, que debe ser lo más coincidentes en el tiempo que sea posible.

Otra metodología para calcular el caudal de aire exterior por persona, mediante la medición de las concentraciones de CO_2 , es utilizar el concepto de generación de CO_2 por persona sana que viene dado por la expresión:

$$\frac{Q_{\text{CO}_2}}{\text{persona}} = 0,0042 \cdot M$$

Donde M es la actividad metabólica en met.

En un estado estacionario del sistema de ventilación y del local, la relación entre el caudal de aire exterior, las concentraciones de dióxido de carbono y la tasa

de generación de dióxido de carbono puede deducirse de un balance de masas de dióxido de carbono y resulta ser:

$$\frac{Q_{\text{exterior}}}{\text{persona}} = \frac{0,0042 \cdot M}{[\text{CO}_2]_{\text{interior}} - [\text{CO}_2]_{\text{exterior}}} \cdot 10^6$$

siendo:

$Q_{\text{exterior}}/\text{persona}$: caudal de aire exterior por persona en l/seg.

$[\text{CO}_2]_{\text{interior}}$: concentración media de CO_2 en ppm en el aire en el local.

En la norma UNE 171330:2024 (al igual que en el RITE 2.013), se indica que el diferencial máximo entre la concentración de CO_2 en ppm del local y el exterior, en ambiente de oficinas (IDA 2), debe ser de 500.

Considerando una actividad metabólica típica en oficinas de 1,2 met, obtendríamos de la fórmula anterior un caudal de aire exterior mínimo de ventilación por persona de 10,08 l/seg, 36 m³/h por persona, (ligera-mente superior al valor técnico legal indicado en el anexo III del RD 486/97 de 8,3 l/seg, 30 m³/h, por trabajador).



08

Puntos de control (PC y PCC)

Para determinar los puntos de control (PC) y los puntos críticos de control (PCC) del PSCAI, tenemos que tener en cuenta la evaluación de riesgos y los eventos peligrosos.

Los puntos de control están asociados a los diferentes eventos peligrosos. En la tabla adjunta, se muestra un listado de los eventos peligrosos que podemos encontrar en un edificio, y todos ellos son susceptibles de convertirse en puntos de control.

Una vez llevada a cabo la evaluación del riesgo, obtendremos los puntos de control y puntos críticos de control, y esto dependerá tanto de la probabilidad de que se produzca el riesgo, como de la gravedad del mismo.

09

Determinación de los peligros y evaluación del riesgo

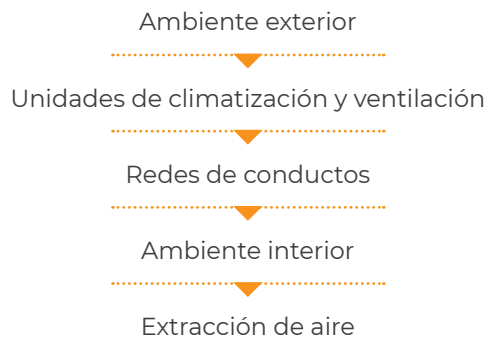
La gestión de Calidad Ambiental en Interiores basada en PSCAI requiere una evaluación del riesgo de las diferentes etapas que afectan al ambiente interior.

La base del PSCAI es la metodología de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC-HACCP). Este tipo de sistemas de gestión APPCC se basan en la evaluación de riesgos y el control de los peligros en cada una de las etapas del proceso que en este caso se han adaptado a las peculiaridades del control de la CAI.

9.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

El diagrama de flujo genérico de una instalación representa las diferentes etapas que se han de considerar en un PSCAI:





Sobre la base del diagrama de flujo el equipo responsable debe identificar los eventos peligrosos en cada una de las etapas.

En general la tipología de los eventos peligrosos (contaminantes) será:

- Microbiológico (M)
- Químico (Q)
- Físico o físico-químico. (F)

La determinación de los eventos peligrosos se debe realizar sobre la base de la experiencia del equipo PS-CAI y recurriendo a bibliografía, memorias de proyecto, información de los suministradores e instaladores de los equipos, guías de buenas prácticas, normas técnicas y requisitos legales, así como referencias históricas

asociadas a la instalación objeto del estudio u otras similares.

A modo de ejemplo, no exhaustivo, los típicos peligros asociados a cada etapa del diagrama de flujo podrían ser los siguientes:

9.2 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

Para llevar a cabo la evaluación de los riesgos se puede emplear la metodología clásica de gravedad/probabilidad tal como se especifica en la norma UNE 171330. Se trata de identificar, para cada peligro, la probabilidad de que se materialice y estimar la gravedad de este si es que ocurre.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado (TSCAI). Se debe realizar siempre cuando se diseña e implanta el PSCAI y después cuando se realicen cambios importantes o reformas estructurales en la instalación o bien cuando se detecten fallos o no conformidades relevantes. Como mínimo se deberá actualizar la evaluación del riesgo anualmente.

El método está constituido por los siguientes elementos (ver terminología):



- Etapa
- Peligro
- Evento peligroso (factor de riesgo)
- Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo, se basa en la metodología clásica de probabilidad/gravedad.

La determinación de la probabilidad de que algo ocurra se basa en experiencias previas, datos históricos, datos de las instalaciones, y las actividades llevadas a cabo, datos ambientales previos, tanto interiores como exteriores, datos de fiabilidad de los sistemas, datos de calidad de los programas de control y mantenimiento del edificio, etc.

La gravedad, de acuerdo con este documento, se pueden calificar como sigue:

- **Gravedad ligera:** Implica alteraciones que, por el tipo de factores de diseño, deterioro de los materiales, tipo de contaminantes implicados y/o valores esperables, no supondrán daños graves ni desequilibrios importantes de la calidad ambiental en el interior del edificio, ni tendrían repercusión inmediata en los usuarios. Requeriría acciones correctoras a medio/largo plazo, uno o incluso varios años. Se recomienda no superar un plazo superior a 3 años.
- **Gravedad considerable:** Supondría graves daños a la calidad ambiental en el interior del edificio y/o produciría alteración en el bienestar de los usuarios. Requeriría acciones correctoras a corto plazo, uno o

varios meses. Se recomienda no superar un plazo de más de 6 meses.

- **Gravedad elevada:** Supondría graves daños a la calidad ambiental interior del edificio y alteraciones severas de la salud de los usuarios. Requeriría acciones correctoras inmediatas. Se recomienda no superar un plazo de más de 1 mes.

En la evaluación de los efectos también se deben tener en consideración cuestiones relativas al tipo de personas potencialmente expuestas, el tiempo esperable de exposición, la toxicidad de los contaminantes implicados, el impacto económico, etc.

La priorización sirve para definir si un evento peligroso es PC, PCC o no requiere medidas de control específicas.

Prioridad menor o igual a 2 indica que el riesgo es bajo y que por tanto podría resultar que no es preciso hacer nada adicional, o bien, si se desea mejorar plantear actuaciones a largo plazo.

En el caso de prioridad 3 o 4, indica que el nivel de riesgo es medio, se implementarán medidas de control periódicas. Queda a criterio del TSCAI si se establece un PC o un PCC.

En el caso de prioridad mayor o igual a 6, indica que el riesgo es alto, y se implementarán medidas de control periódicas. Se ha de establecer un PCC.

- **Acciones correctoras:** El método incluye asimismo un listado de acciones correctoras que deberían aplicarse en el caso de que un evento se encuentre fuera del VPA o bien VPL.

MATRIZ DE RIESGO: PROBABILIDAD / GRAVEDAD: PRIORIZACIÓN (NIVEL DE RIESGO)

PROBABILIDAD GRAVEDAD	BAJA (1) (nunca ocurrió)	MEDIA (2) (ocurrió alguna vez)	ALTA (3) (ocurrió el último año)	MUY ALTA (4) (ocurrió en los últimos 6 meses)
LIGEROS (1)	1	2	3	4
CONSIDERABLES (2)	2	4	6	8
GRAVES (3)	3	6	9	12

Determinación del riesgo global de la instalación

La situación específica de cada evento peligroso (factor de riesgo) aporta un nivel de riesgo concreto, que se manifiesta finalmente en un grado de prioridad. El valor promedio de prioridad nos daría el valor de riesgo global de la instalación.

El valor de riesgo global de la instalación sirve para tener una valoración de conjunto de la situación de la instalación valorada, y permite conocer el grado de control de la CAI en el edificio.

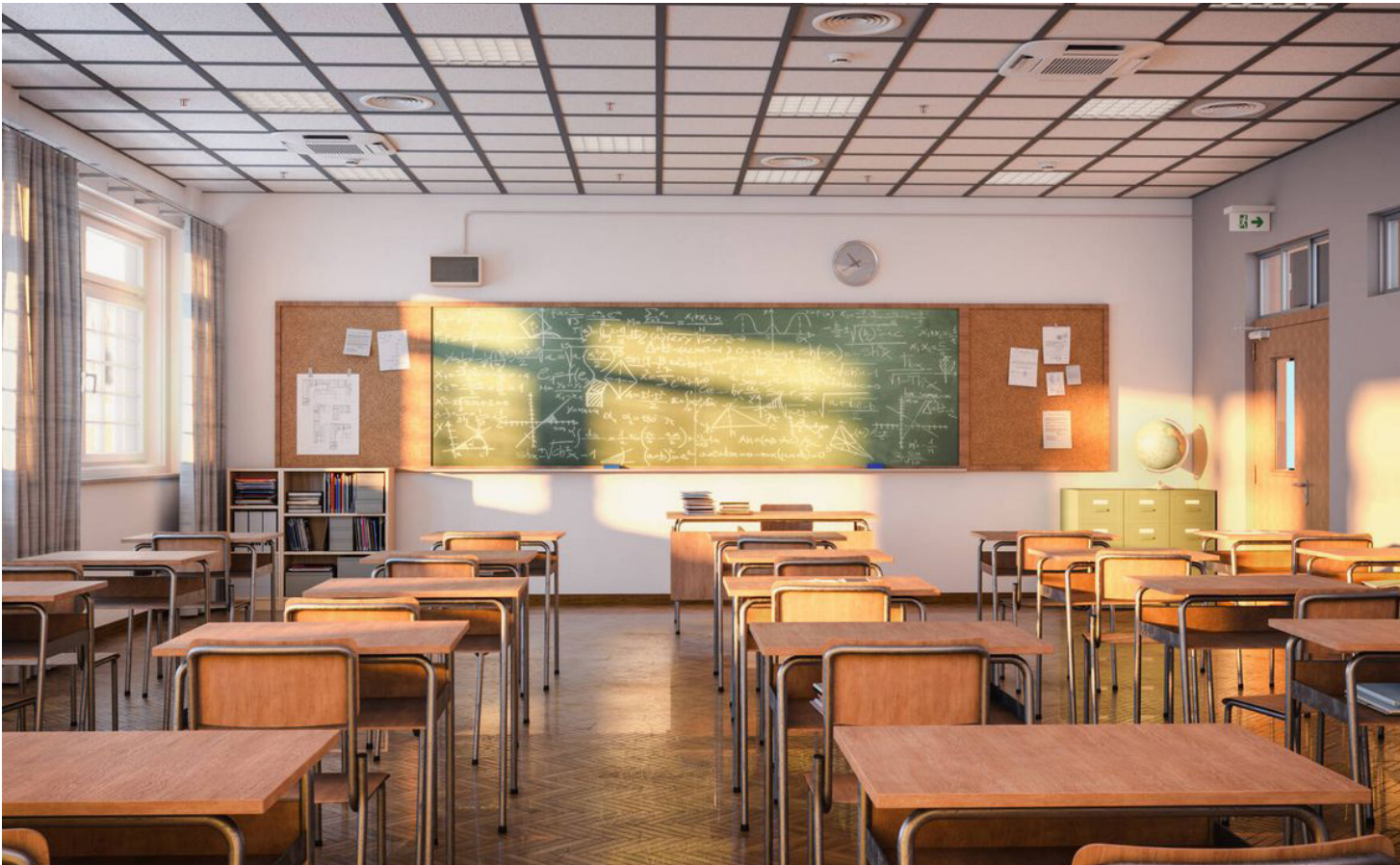
El método incluye una guía de actuación, en la hoja de cálculo, basada en estos tres niveles globales de riesgo:

NIVEL DE RIESGO		ACCIÓN CORRECTORA
Riesgo bajo	≤ 1	Mantener: situación aceptable - posibles mejoras opcionalmente
Riesgo tolerable	1 - 2	Debe mejorar: aplicar medidas a medio plazo (entre 6 meses y 12 meses según valor del riesgo)
Riesgo elevado	> 2	Debe mejorar: aplicar medidas a corto plazo (antes de 30 días)

Las acciones correctoras definitivas no son siempre viables, los aspectos que no pueden ser modificados y se mantienen en riesgo elevado, siempre deben llevar aparejado un plan de control exhaustivo.

La actuación se debe basar en acciones concretas en una u otra etapa o evento. Por ello, el desglose de aportación de riesgo de cada etapa y evento y la ponderación asociada, será la base para priorizar las acciones correctoras a llevar a cabo.

En el caso de que una etapa o evento presente un nivel de riesgo elevado, independientemente del riesgo global se deberán tomar acciones correctoras.



10

Medidas de control

10.1 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL DE UN PSCAI

Para implementar efectivamente las medidas de control en un PSCAI, a modo de ejemplo, ya que las medidas deben ser específicas según las características de cada instalación, se pueden contemplar algunos de los siguientes aspectos, :

Los eventos peligrosos pueden ser de tipo físico, químico o microbiológico, así como situaciones o circunstancias concretas que ponen de manifiesto el correcto o incorrecto estado de la instalación. El valor paramétrico se refiere a la referencia que debe mantenerse para considerar que los eventos se encuentran controlados. Por ejemplo, en el caso del dióxido de carbono, el valor paramétrico aceptable será 500 ppm por encima del valor exterior. Los valores paramétricos vendrán definidos por la legislación vigente y por la norma UNE 171330.

Según dicha norma hay valores paramétricos aceptables (VPA) (enfoque bienestar) y valores paramétricos límite (VPL) (enfoque salud).

EJEMPLOS

→ Control de Dióxido de carbono:

El valor paramétrico aceptable para el CO₂ en interiores es 500 ppm por encima del valor exterior, pero para trabajar con un margen de seguridad y al mismo tiempo salvaguardando el ahorro energético se puede trabajar con un valor objetivo de control de 300 ppm, este valor puede también ser cambiante, dado que en las épocas en las que se pueda usar el free-cooling esta valor puede ser más bajo sin penalizar el consumo energético y eso redundará en mejor CAI.

→ Control de Temperatura:

La temperatura también es un factor crítico para el confort en los espacios cerrados, de nuevo es preciso buscar un punto de equilibrio entre confort y ahorro energético. En este aspecto es importante concienciar a los usuarios que tengan en cuenta que parte del confort también depende de cada uno, se debe aceptar un enfoque adaptativo, usar la vestimenta adecuada y entender que puede haber momentos puntuales de calor o frío ligero hasta que los sistemas se estabilizan, o incluso los usuarios, recién llegados de la calle en momento de mucho calor en el exterior requieren tiempo para adaptarse a las temperaturas interiores.

10.2 MANTENIMIENTO

Inspecciones anuales del estado higiénico sanitario de los sistemas de ventilación mecánica:

Redes de conductos, unidades de tratamiento de aire primarias y secundarias según requisitos de la norma UNE 171330:2024.

10.3 SISTEMAS DE MONITOREO

Monitoreo Continuo: Usar sensores para el monitoreo en tiempo real de parámetros críticos como dióxido de carbono, partículas, VOCs, etc.

Los sensores deben ser calibrados/verificados periódicamente.

10.4 TRATAMIENTOS

→ Procedimientos de higienización de sistemas de ventilación y climatización:

Cada instalación tiene sus propias características, es útil definir claramente cómo proceder a la realización de limpiezas y desinfecciones de los sistemas de tratamiento, puede actuarse de forma planificada preventiva o correctiva en función de resultados.

Estos pueden ser preventivos, planificados periódicamente, o correctivos como consecuencia de una no conformidad. El plan de medidas de control solo contempla los preventivos.

10.5 DISEÑO DEL SISTEMA Y CONTROLES DE INGENIERÍA

→ Diseño del Sistema:

- Analizar las características de los sistemas de tratamiento de aire e identificar posibles mejoras estructurales que pudieran mejorar la calidad ambiental en interiores.
- Planificar su implantación y analizar el resultado por la mejora de los valores medidos.

10.6 AJUSTES DEL PROGRAMA DE CONTROL

- **Análisis de Datos:** Revisar regularmente los datos de monitoreo y pruebas para identificar tendencias y ajustar las medidas de control en consecuencia.
- **Respuesta a Incidentes:** Implementar acciones correctivas inmediatas en respuesta a resultados negativos o quejas de los usuarios.

10.7 DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO

→ Registros y Reportes:

- Registros de Inspección: Mantener registros detallados de todas las inspecciones, actividades de mantenimiento y reparaciones, incluyendo la ubicación y fecha de recolección de muestras
- Registros de Monitoreo: Documentar todos los datos de monitoreo de los diferentes parámetros, incluyendo lecturas manuales y automatizadas.

10.8. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL Y CONCIENTIZACIÓN

→ Programas de Capacitación:

- Capacitación Inicial: Proporcionar capacitación integral para el nuevo personal sobre el PSCAI.
- Cursos de Refresco: Realizar capacitaciones periódicas de actualización para mantener al personal informado sobre las mejores prácticas y cualquier cambio en el programa.

→ Campañas de Concientización:

- Materiales Educativos: Distribuir materiales educativos como folletos y carteles para aumentar la concientización entre los ocupantes del edificio.
- Canales de Comunicación: Utilizar canales de comunicación interna para actualizar regularmente al personal sobre las actividades y hallazgos relacionados con el control de la calidad ambiental en interiores.

10.9 PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA E INCIDENCIAS

→ Planes de Respuesta en caso de incendios

Los incendios especialmente si se trata solo de conatos, contaminan por partículas de humo todos los

espacios, podría ocurrir que si no se dispone de protocolos adecuados, partes ocultas como los plenum o algunas redes de conductos pudieran quedar contaminados generando partículas que afectarían a los usuarios.

→ **Planes de respuesta frente a fugas, infiltraciones o derrames de agua:**

- Los materiales de construcción, a medida que pasa el tiempo se van contaminando con esporas de hongos, la humedad permite que esas esporas se desarrollen dando lugar a crecimientos, en algunos casos de especies muy dañinas.
- Es importante disponer de protocolos de remediación fúngica que incluyan la identificación de los hongos y la extensión del daño, así como las líneas generales de acción (desinfección, retirada de materiales, protección de la zona y de los usuarios y trabajadores, etc.)

→ **Revisión y Actualización:**

Revisión Post-Incidente: Realizar una revisión exhaustiva después de cualquier incidente para identificar causas y prevenir recurrencias.



Acciones preventivas/ correctivas

11.1 MEDIDAS CORRECTORAS

Según el resultado del diagnóstico y evaluación de la CAI en los edificios, se establecerán las posibles actuaciones correctivas. Siempre con un enfoque preventivo.

Dada la amplia casuística que nos podemos encontrar en los resultados de la evaluación CAI, es difícil “estandarizar” acciones concretas más allá de las básicas.

Ej. Un mal diseño del sistema de climatización puede requerir reformas estructurales del propio sistema (redimensionamiento...etc) y así en los diferentes aspectos a analizar.

11.2 MEDIDAS CORRECTORAS BÁSICAS

→ **Higienización de sistemas de ventilación**

- Norma UNE 100012 (En revisión)
- Norma UNE EN 15780
- ACR NADCA 2021

→ **Sistemas de filtración**

- Filtros HEPA
 - Virus, alérgenos
- Filtros de carbón activo
 - Eliminación de COVs

→ **Purificadores**

- Ultravioleta
- Ionización catalítica radiante

→ **Equipos purificación**

- HEPA-CARBÓN ACTIVO-LUZ ULTRAVIOLETA

11.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

→ **Monitorización de parámetros según necesidades**

- Medidores CO2
- Medidores Radón...

ETAPA	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	POSIBLES ACCIONES A DETERMINAR Y/O AMPLIAR POR EL RESPONSABLE
Ambiente exterior	Entrada de contaminantes	Focos de contaminantes industriales	Q M	Estudio sistema de filtración. Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.
		Contaminación por tráfico	Q	Estudio sistema de filtración. Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.
		Contaminación histórica previa del terreno	Q	Descontaminación del suelo.
		Características geológicas del terreno (radón)	F	Extracción o presurización. Establecer barreras de entrada. Sistemas de ventilación, generar presión positiva.
		Contaminación por hongos	M	Valoración higiénica de instalaciones según origen de focos potenciales de hongos. Estudio sistema de filtración. Higienización sistema climatización.
		Contaminación por aerobios	M	Higienización sistemas según origen y nivel de contaminación de aerobios.
		Presencia de Legionella en ambiente	M	Revisión de PPCL o PSL para eliminación de riesgos. Establecer barreras de entrada al sistema climatización o ventilación natural (si proviene de torres de refrigeración).
		Contaminación por polen	M	Estudio sistema de filtración.
		Contaminación transportada (calima)	Q	Estudio sistema de filtración y revisión periodicidad de cambio de filtros.
	Climatología	Efecto de las condiciones termohigrométricas exteriores	F	Ajuste del sistema de climatización. Control de temperatura, humedad relativa, corrientes de aire. Potenciar el enfoque adaptativo.
	Impacto de factores físicos	Contaminación acústica	F	Establecer sistemas de aislamiento acústico.
		Equipamiento telecomunicaciones	F	Barreras tipo "jaula de Faraday".

ETAPA	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	POSIBLES ACCIONES A DETERMINAR Y/O AMPLIAR POR EL RESPONSABLE
Unidades de climatización y ventilación	Entrada de contaminantes	Transporte de contaminantes químicos desde el exterior	Q	Estudio de sistema de filtración. Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.
		Transporte de contaminantes químicos desde el interior	Q	Instalación de equipos de purificación de aire.
		Transporte de contaminantes microbiológicos desde el exterior	M	Estudio de sistema de filtración. Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.
		Transporte de contaminantes microbiológicos desde el interior	M	Instalación de equipos de purificación de aire.
		Acumulación y arrastre de contaminantes	M Q	Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.
		Contaminantes químicos	Q	Higienización periódica de sistemas de climatización según normas. Revisar protocolos, procedimientos y productos en los procesos de limpieza.
	Proliferación microbiana	Proliferación de hongos	M	Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.
		Proliferación de aerobios	M	Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.
		Proliferación de Legionella	M	Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.

ETAPA	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	POSIBLES ACCIONES A DETERMINAR Y/O AMPLIAR POR EL RESPONSABLE
Redes de conductos	Proliferación microbiana	Acumulación y arrastre de contaminantes	M	Higienización periódica de sistemas de climatización según normas.
		Arrastre de fibras	Q	Valorar sustitución de conductos A/A. Sellado interior de conductos de fibra. Higienización de conductos de A/A según normas.

ETAPA	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	TIPO DE RIESGO	POSIBLES ACCIONES A DETERMINAR Y/O AMPLIAR POR EL RESPONSABLE
Ambiente interior	Emisiones interiores de contaminantes	Entrada de contaminantes por ventilación natural	Q	Sustituir ventilación natural por ventilación mecánica.
		Generación de contaminación por acumulación de personas	Q M	Aumento de ventilación (renovaciones de aire). Instalaciones de equipos de purificación de aire. Reestructuración de espacios para personas.
		Generación de contaminación por materiales o productos de decoración y mobiliario	Q	Sustitución de materiales contaminantes. Sistemas de purificación de aire.
		Generación de contaminación por materiales o productos de mantenimiento o construcción	Q	Seleccionar materiales de baja emisión de contaminación. En edificio existente, sustituir materiales, mejorar purificación y/o ventilación.
		Generación de contaminación por focos de combustión interiores (parking, cocinas, etc.)	Q	Establecer sistemas de filtrado. Zonas de sobrepresión. Higienización de sistemas de climatización.
		Generación de contaminación por almacenes o usos y actividades en el interior	Q	Establecer sistemas de filtrado. Zonas de sobrepresión. Higienización de sistemas de climatización.
		Olores molestos	Q	Analizar el origen y actuar sobre el foco o el camino de transporte de los químicos.
		Presencia de amianto en materiales el edificio	Q	Plan de gestión o eliminación de amianto según riesgo. UNE 171320. Localización y diagnóstico de materiales con amianto.
	Falta de confort	Falta de confort térmico	F	Revisión del diseño sistema de climatización.
		Molestias por corrientes de aire	F	Revisión de funcionamiento sistema de climatización, caudales y dirección corrientes de aire. Establecer barreras de protección contra flujo directo de aire.
		Falta de confort acústico	F	Aislamiento acústico.
		Falta de confort lumínico	F	Adecuación del sistema de iluminación.

12

Verificación / validación

12.1 VERIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL

Comprobaciones operativas: Se trata de verificar y documentar lo siguiente:

Que el PSCAI está correctamente implantado, es decir que se han desarrollado procedimientos de actuación y que estos se llevan a cabo correctamente, los protocolos incluyen al menos:

Medidas de control: Inspecciones periódicas (RITE 2013) y opcionalmente monitorización en continuo de CAI.

Ejecución y documentación de las acciones correctoras precisas (p. ejem. desinfecciones, mejoras de ventilación/filtración, higienización de conductos, etc.)

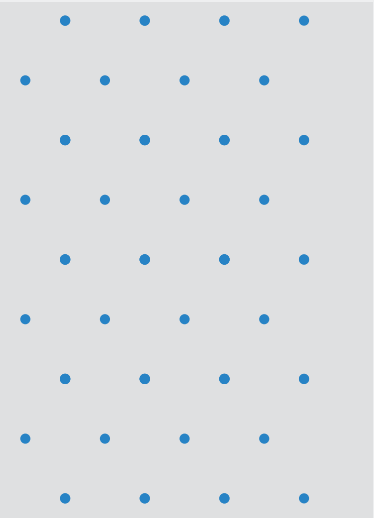
La verificación puede ser una actuación puntual o bien un proceso continuo de revisión de documentación.

12.2 VALIDACIÓN DEL PROGRAMA

Validación de la eficacia de los protocolos de inspección y control, sobre la base de evidencia científica, normas de entidades de reconocido prestigio, etc.

Análisis comparativo de los resultados de las mediciones de calidad ambiental en interiores para validar la eficacia de las medidas de control.

Revisión del desempeño: Revisar periódicamente el desempeño del PSCAI, incluido el análisis de datos y la comparación con la línea de base y los límites de control.



Fichas de Acciones Correctoras





Ficha de acción correctora

Higienización de sistemas de climatización según normas

▶ **Acción correctora:**

Higienización de los sistemas de climatización, conforme a las normativas vigentes sobre calidad del aire interior.

▶ **Objetivo:**

Garantizar la calidad del aire interior y evitar el transporte y la proliferación de agentes patógenos, hongos y otros contaminantes que puedan afectar la salud y el confort de los ocupantes.

▶ **Descripción de la acción:**

Realizar un mantenimiento y limpieza de los sistemas de climatización (HVAC) siguiendo las normativas nacionales e internacionales aplicables (ej. UNE-100012, ISO 16890, UNE-EN 15780, etc.). Este proceso incluye la limpieza de conductos, baterías y cualquier componente que pueda acumular suciedad y agentes patógenos, así como en su caso la sustitución de los filtros.

▶ **Normativa Aplicable:**

- ▶ UNE-100012: Higiene de los sistemas de climatización.
- ▶ ISO 16890: Filtros de aire para sistemas de ventilación.
- ▶ UNE-EN 15780: Limpieza de sistemas de ventilación

▶ **Responsable:**

Equipo de mantenimiento de instalaciones o personal cualificado en limpieza de equipos de climatización, en el caso de utilizar biocidas o productos desinfectantes en el proceso se deberá contar con una empresa ROESB, de acuerdo con la normativa vigente.

▶ **Frecuencia de realización:**

La frecuencia de realización vendrá definida por los resultados de las evaluaciones de CAI realizadas.

▶ **Procedimiento**

Según protocolo indicado en la norma UNE 100012.

▶ **Materiales y Equipos Necesarios:**

- ▶ Productos de limpieza y desinfección aprobados para sistemas HVAC.
- ▶ Equipos de protección personal (EPI) adecuados para los técnicos.
- ▶ Herramientas específicas para limpieza de conductos y equipos.

▶ **Indicadores de Cumplimiento:**

- ▶ Certificados de limpieza y/o desinfección facilitados por la empresa especializada.
- ▶ Inspección y comprobación del estado del sistema de climatización después de la acción correctora.
- ▶ Informes de inspecciones anteriores y posteriores a la limpieza.

▶ **Plazo de Implementación:**

El plazo vendrá definido por el nivel de riesgo derivado de los resultados de las evaluaciones de CAI realizadas.

▶ **Riesgos Asociados:**

- ▶ Daños al sistema de climatización si no se llevan a cabo correctamente los protocolos.
- ▶ Exposición a productos químicos durante el proceso de desinfección.
- ▶ Emisión de contaminantes durante el proceso de limpieza si no se aplican las protecciones adecuadas.

▶ **Beneficios esperados:**

- ▶ Mejora de la calidad del aire interior.
- ▶ Reducción de enfermedades respiratorias y alergias.
- ▶ Mayor eficiencia energética del sistema de climatización.
- ▶ Incremento de la vida útil de los equipos.
- ▶ Minimización de impactos estéticos (suciedad alrededor de difusores y rejillas).



Ficha de acción correctora

Estudio del Sistema de filtración y revisión de la periodicidad de cambio de filtros

▶ **Acción correctora:**

Revisión integral del sistema de filtración de la climatización (HVAC) y evaluación de la periodicidad óptima para el cambio de filtros, en base a condiciones de uso, tipo de filtros y normativas vigentes.

▶ **Objetivo:**

Optimizar el rendimiento del sistema de climatización, garantizar la calidad del aire interior y asegurar que la sustitución de filtros se realice de forma eficaz y en el momento adecuado.

▶ **Descripción de la acción:**

Realizar un estudio técnico del sistema de filtración instalado en el sistema HVAC, incluyendo el tipo de filtros utilizados (según ISO 16890 u otras referencias), condiciones del entorno y carga contaminante habitual. A partir de ello, establecer una periodicidad de cambio adecuada y documentada.

▶ **Normativa Aplicable:**

- ▶ UNE-100012: Guía para la higiene de los sistemas de climatización.
- ▶ ISO 16890: Filtros de aire para sistemas de ventilación.
- ▶ Recomendaciones del fabricante del sistema de climatización.
- ▶ Regulaciones locales sobre calidad del aire interior.

▶ **Responsable:**

Departamento de mantenimiento o personal técnico especializado en sistemas de climatización y calidad del aire.

▶ **Frecuencia de realización:**

Inicialmente como acción puntual. Revisión anual de la periodicidad recomendada y su adecuación al entorno y condiciones operativas.

▶ **Procedimiento**

1. Inspección del sistema de filtración actual: Identificación del tipo de filtros instalados, su eficiencia y estado.
2. Evaluación de condiciones ambientales y carga contaminante: Medición de partículas en suspensión u otros indicadores relevantes.
3. Determinación de frecuencia óptima de sustitución: Basada en normativa, datos del fabricante y evidencia técnica.
4. Actualización de protocolos de mantenimiento: Inclusión de los nuevos plazos de cambio en los planes de mantenimiento preventivo.

▶ **Materiales y Equipos Necesarios:**

- ▶ Equipos de medición de calidad del aire o partículas
- ▶ Fichas técnicas de filtros
- ▶ Documentación técnica del sistema HVAC
- ▶ EPI si se requiere acceso a los equipos

▶ **Indicadores de Cumplimiento:**

- ▶ Informe técnico del estudio realizado
- ▶ Registro actualizado de periodicidad de cambio de filtros
- ▶ Verificación de que los nuevos plazos han sido incorporados al plan de mantenimiento

▶ **Plazo de Implementación:**

Inmediato, con revisión y ajuste anual o si se detectan cambios en las condiciones ambientales o de uso.

▶ **Riesgos Asociados:**

- ▶ Cambios de filtros prematuros o tardíos que afectan al rendimiento del sistema
- ▶ Costes innecesarios si la periodicidad no está optimizada
- ▶ Pérdida de eficiencia en la filtración si no se respetan los nuevos plazos.

▶ **Beneficios esperados:**

- ▶ Mejora en la eficiencia energética del sistema
- ▶ Mayor durabilidad de los componentes del sistema HVAC
- ▶ Reducción de contaminantes en el aire interior
- ▶ Optimización de costes de mantenimiento

AC3

Instalación de sistemas de presurización y barreras de entrada para ventilación controlada

► Acción correctora:

Implantación de sistemas de presurización positiva en áreas críticas mediante ventilación mecánica controlada, con regulación automática de caudal y presión diferencial, acompañada de barreras físicas o técnicas (como esclusas, cortinas de aire o compuertas de sobrepresión, etc) que impidan la infiltración de aire potencialmente contaminado desde el exterior o desde zonas con menor nivel higiénico, garantizando así la protección del ambiente interior y el cumplimiento de los estándares de calidad del aire.

► Objetivo:

Garantizar la protección higiénico-sanitaria de áreas sensibles mediante el control activo del gradiente de presión del aire, evitando la entrada de contaminantes desde el exterior o desde zonas con menor clasificación higiénica. Con ello, se busca preservar la calidad del aire interior, minimizar riesgos de contaminación cruzada y cumplir con los requisitos técnicos y normativos aplicables (como laboratorios, salas blancas, quirófanos u oficinas técnicas, etc).

► Descripción de la acción:

Diseñar e implementar un sistema de presurización basado en el principio de presión positiva, asegurando que el aire fluya desde el área limpia hacia áreas menos limpias. Para ello, se realizará previamente un estudio del flujo de aire y del diseño arquitectónico para definir los gradientes de presión requeridos. El sistema de presurización debe incluir la revisión de los sistemas de extracción, instalación de compuertas, ventiladores específicos, filtros de aire adecuados y controles automáticos de presión diferencial.

► Normativa Aplicable:

- ISO 14644 : Salas limpias y locales anexos controlados
- ISO 16890: Filtros de aire utilizados en ventilación general
- UNE-EN 16798-3 Eficiencia energética en los edificios. Ventilación de los edificios.
- UNE 171340 Salas de ambiente controlado en hospitales
- UNE 100713: Climatización de Hospitales
- RITE RD-1027
- CTE
- Normativas regionales o sectoriales relacionadas con salas presurizadas o ambientes controlados

► Responsable:

Área de mantenimiento técnico o especialistas en ingeniería de climatización y ventilación de espacios controlados.

► Frecuencia de realización:

Instalación inicial con revisión funcional y de rendimiento cada 6 meses o según normativa específica del sector.

► Procedimiento

1. Diagnóstico – Identificar puntos de infiltración, medir presiones actuales y revisar estanqueidad.
2. Diseño – Dimensionar caudales, seleccionar ventiladores VAV/Fans, definir rutas de aire limpio y filtros (ePM1 $\geq$ 80 % + HEPA opcional).
3. Implantación – Instalar compuertas motorizadas, válvulas Venturi, sellados, esclusas y sensores de presión; ajuste y equilibrado de redes.
4. Verificación inicial (IQ/OQ/PQ) – Ensayos de presión diferencial, test de sentido de flujo del aire mediante humo trazador.
5. Mantenimiento – Monitorización continua y recalibración semestral.
6. Documentación y formación: Registro técnico de la instalación y formación al personal sobre la operativa del sistema.

► Materiales y Equipos Necesarios:

- Ventiladores con capacidad regulable
- Filtros de alta eficiencia (según necesidad del entorno)
- Sensores y medidores de presión diferencial y caudal, variadores de frecuencia etc.
- Barreras físicas o compuertas herméticas
- Conductos y accesorios.
- Sellado y aislamiento
- Instrumentos de medición y control
- Equipos de protección personal para instalación

► Indicadores de Cumplimiento:

- Certificados de instalación del sistema de presurización
- Informes de validación de presión positiva
- Registros de mantenimiento y pruebas periódicas de funcionamiento

► Plazo de Implementación:

Implementación inmediata en caso de ambientes críticos; en otros casos, planificación a corto plazo con validaciones semestrales.

► Riesgos Asociados:

- Funcionamiento incorrecto del sistema que genere presión negativa
- Sobrecarga del sistema HVAC si no se dimensiona adecuadamente
- Filtraciones por puntos no sellados correctamente

► Beneficios esperados:

- Prevención de la entrada de partículas contaminantes
- Protección de procesos, personas o productos sensibles
- Mejora de la eficiencia de climatización y ventilación en áreas técnicas
- Cumplimiento de normativas sectoriales de calidad del aire interior

ACC4

Control de Presencia de Hongos en Suspensión y en Superficies e Instalaciones en Ambientes Interiores

► Acción correctora:

Realizar una inspección técnico-higiénica exhaustiva que permita localizar, categorizar y registrar los focos potenciales de proliferación fúngica en superficies e instalaciones, así como identificar, controlar y reducir la contaminación por esporas en el aire y en superficies de ambientes interiores. Para ello se aplicará un conjunto de medidas técnicas y organizativas que incluyen protocolos específicos de limpieza y desinfección en sistemas de climatización y ventilación (HVAC) y en superficies, junto con la utilización de sistemas de filtración de aire y control higrotérmico. Todas las actuaciones se ajustarán al origen y grado de contaminación detectado, en base a resultados de análisis microbiológicos acreditados.

► Objetivo:

Prevenir la aparición, diseminación y persistencia de hongos en ambientes interiores mediante la identificación y control de las condiciones que favorecen su desarrollo (humedad elevada, condensaciones, materiales orgánicos o ventilación deficiente, filtraciones de agua de lluvia o fugas de instalaciones, etc.), garantizando al mismo tiempo que las concentraciones de hongos y levaduras aerobias en aire y superficies se mantengan por debajo de los umbrales normativos de referencia.

Proteger la salud y confort de los ocupantes, reducir riesgos de biodeterioro en infraestructuras y asegurar el cumplimiento de la UNE 171330 y demás normativa aplicable.

► Descripción de la acción:

Inspección de elementos constructivos, equipos de climatización, falsos techos, espacios confinados, almacenes, y zonas con limitada renovación de aire. La actuación incluirá, si procede, toma de muestras de aire y superficies con técnicas normalizadas y elaboración de informe técnico, propuesta de intervención y jerarquización de riesgos según impacto higiénico-sanitario.

Identificar la presencia de contaminación fúngica, incluyendo las fuentes de contaminación, mediante inspección visual, muestreo y análisis de laboratorio.

► Normativa Aplicable:

- UNE 100012: Higienización de sistemas de climatización
- UNE 171330 Revisión de la Calidad Ambiental en Interiores
- ISO 16000-17 / ISO 16000-18: Calidad del aire interior. Determinación de esporas fúngicas
- RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios)
- ISO 16890: Filtros de aire utilizados en ventilación general.
- Legislación autonómica y municipal sobre higiene ambiental
- Documentos técnicos del Ministerio de Sanidad sobre calidad ambiental interior y de la OMS

► Responsable:

Personal técnico cualificado en mantenimiento higiénico-sanitario y/o técnico de sistemas HVAC, Técnico de Calidad Ambiental Interior (TS/MCAI), con conocimientos en microbiología.

► Frecuencia de realización:

Evaluación inicial y revisiones anuales, o tras reformas estructurales, aparición de olores, aparición visible de colonias, o ante alertas por parte del personal usuario o servicio de prevención de riesgos laborales.

Si derivado de la evaluación inicial y/o revisiones periódicas dieran valores por encima del umbral establecido en la normativa de referencia, se intervendría de manera inmediata (inferior a un mes). Y en caso de realizar una remediación fúngica:

- Seguimiento semanal durante el mes posterior
- Revisión trimestral bajo condiciones normales o según PSCAI.

► Procedimiento

1. Evaluación inicial
 - Inspección visual y técnica: Revisión de elementos estructurales, climatización, puntos de humedad o condensación...
 - Toma de muestras microbiológicas de hongos (superficie y ambiente), recuento de esporas.
2. Identificación de focos de riesgo: Zonas con ventilación deficiente, materiales porosos, filtraciones o antecedentes de moho.
3. Informe técnico con diagnóstico: Clasificación de riesgos, grado de afectación y propuesta de acciones correctoras.
4. Plan de intervención: Definición del plan de higienización con productos, equipos y zonas a tratar. Al mismo tiempo, implantar medidas para mejorar la ventilación, la filtración y el control de humedad
5. Validación post-intervención mediante análisis microbiológico y registro documental.
6. Comunicación de resultados y planificación de medidas preventivas.

► Materiales y Equipos Necesarios:

- Cámara termográfica y sondas de humedad ambiental y estructural.
- Kits y equipos de muestreo (captadores de esporas, torundas, placas de cultivo, muestreador de aire...).
- Filtros de alta eficiencia (HEPA, ISO ePM1 80 %).
- Purificadores HEPA.
- Productos y equipos de limpieza/desinfección fungicida.
- EPIs (guantes, mascarillas FFP3, gafas, monos desechables...)
- Equipos de medición ambiental, registro fotográfico/termográfico y trazabilidad de riesgos.

► Indicadores de Cumplimiento:

- Informes técnicos y analíticos (pre y post-intervención).
- Registro fotográfico/termográfico de focos y actuaciones.
- Registro de productos aplicados, filtros sustituidos y certificados de intervención.
- Historial actualizado de valoraciones higiénicas y acciones correctoras.
- Informe de conformidad según normativas aplicables.

► Plazo de Implementación:

- Inmediato ante hallazgos graves, superación de niveles de referencia o en zonas críticas.
- Resto de medidas integradas en el cronograma anual de mantenimiento preventivo.

► Riesgos Asociados:

- Riesgo para la salud especialmente afectación a la salud de personas vulnerables (alergias, asma, infecciones respiratorias...)
- Daños en infraestructuras por biodeterioro y humedad persistente.
- Recontaminación si no se eliminan causas estructurales o funcionales.
- Incumplimiento normativo en sectores regulados.

► Beneficios esperados:

- Eliminación de focos activos y prevención de nuevos brotes.
- Mejora de la salud y confort, limpieza y percepción de bienestar.
- Reducción de absentismo y enfermedades respiratorias.
- Cumplimiento legal, refuerzo de la reputación institucional y mejora de la calidad ambiental interior.

AC5

Higienización de Sistemas Según Origen y Nivel de Contaminación de Microorganismos Aerobios

▶ **Acción correctora:**

Aplicación de protocolos específicos de limpieza y desinfección en sistemas de climatización y ventilación (HVAC), ajustados al origen y grado de contaminación por microorganismos aerobios detectados mediante análisis microbiológicos acreditados.

▶ **Objetivo:**

Reducir la carga microbiológica presente en los sistemas HVAC causada por microorganismos aerobios, minimizando los riesgos para la salud de los ocupantes y garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad del aire interior establecidos.

▶ **Descripción de la acción:**

Tras la identificación de focos de contaminación y la cuantificación de la carga microbiana, se llevarán a cabo procedimientos específicos de higienización con métodos y productos compatibles con cada tipo de sistema, asegurando la reducción eficaz de los aerobios detectados. El proceso incluirá limpieza mecánica, aplicación de desinfectantes específicos, si fuera necesario, y verificación de resultados.

▶ **Normativa Aplicable:**

- ▶ UNE 100012: Higienización de sistemas de climatización
- ▶ UNE 171330 Revisión de la Calidad Ambiental en Interiores
- ▶ ISO 16000-17 / ISO 16000-18: Calidad del aire interior. Determinación de esporas fúngicas
- ▶ RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios)
- ▶ ISO 16890: Filtros de aire utilizados en ventilación general.
- ▶ Legislación autonómica y municipal sobre higiene ambiental
- ▶ Documentos técnicos del Ministerio de Sanidad sobre calidad ambiental interior y de la OMS

▶ **Responsable:**

Personal técnico cualificado en mantenimiento higiénico-sanitario de sistemas HVAC, con formación en bioseguridad, microbiología ambiental y uso seguro de biocidas.

▶ **Frecuencia de realización:**

- En función de los resultados del análisis microbiológico:
- ▶ Contaminación por encima del valor normativo (UNE 171330): intervención inmediata y seguimiento mensual
 - ▶ Contaminación baja o preventiva: revisión anual o según PSCAI

▶ **Procedimiento**

1. Evaluación microbiológica inicial: Toma de muestras en puntos críticos del sistema HVAC.
2. Identificación del origen de la contaminación: Humedad, suciedad, mantenimiento deficiente, etc.
3. Definición del plan de higienización con productos, equipos y zonas a tratar
4. Ejecución de la higienización: Limpieza mecánica y aplicación de desinfectantes adecuados, si procede. Registro fotográfico y documental.
5. Validación con análisis microbiológico post intervención y registro documental

▶ **Materiales y Equipos Necesarios:**

- ▶ Desinfectantes de amplio espectro autorizados para uso en sistemas de climatización
- ▶ Equipos de aplicación: nebulizadores, espumadores, pulverizadores etc. según necesidad
- ▶ Kits de muestreo microbiológico (placas, hisopos, medidores)
- ▶ EPI: guantes, mascarilla, gafas, mono desechable
- ▶ Sistema de registro fotográfico y/o documental

▶ **Indicadores de Cumplimiento:**

- ▶ Informes analíticos pre y post intervención
- ▶ Certificados de intervención higiénico-sanitaria
- ▶ Plan actualizado de control higiénico-microbiológico

▶ **Plazo de Implementación:**

- ▶ De forma inmediata si se detecta contaminación por encima de los valores normativos.
- ▶ En otros casos, según priorización del PSCAI.

▶ **Riesgos Asociados:**

- ▶ Riesgo para la salud si no se actúa a tiempo
- ▶ Daños en los sistemas por uso inadecuado de productos o técnicas
- ▶ Re contaminación si no se eliminan las causas estructurales y funcionales

▶ **Beneficios esperados:**

- ▶ Reducción efectiva de la carga biológica del sistema
- ▶ Mejora de la calidad del aire interior y confort ambiental
- ▶ Prevención de brotes ambientales y reducción del absentismo por causas respiratorias

ACC6

Control de Concentraciones Elevadas de CO₂ en Ambientes Interiores

► Acción correctora:

Aplicación de medidas correctoras para la reducción de los niveles de dióxido de carbono en espacios interiores, a fin de asegurar una adecuada ventilación y renovación del aire.

El dióxido de carbono es un indicador de la calidad de la ventilación, ya que al ser exhalado por los ocupantes se acumula si el aire interior no está correctamente renovado.

► Objetivo:

Disminuir la concentración de CO₂ en el ambiente interior a niveles aceptables para la salud y el confort de los ocupantes, asegurando la correcta ventilación y la calidad del aire interior conforme a los límites normativos.

► Descripción de la acción:

Tras la detección de niveles de CO₂ superiores a los valores de referencia, se analizarán las causas (deficiencia de ventilación, sobreocupación, etc.) y se implementarán medidas técnicas y organizativas para mejorar la ventilación natural o mecánica. Las acciones podrán incluir ajustes en los sistemas HVAC, aumento del caudal de aire exterior, instalación de sistemas de ventilación forzada o redistribución del uso de espacios.

► Normativa Aplicable:

- UNE-EN ISO 16890 Niveles de ventilación
- UNE 171330 Revisión de la calidad de aire interior:
- RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios)

► Responsable:

Técnico especialista en calidad del aire interior (TS/MCAI), con formación en ventilación y normativa de salubridad ambiental.

► Frecuencia de realización:

- Intervención inmediata si los niveles superan 1000 ppm de forma persistente.
- Seguimiento semanal hasta estabilización de niveles.
- Revisión periódica cada 3-6 meses, en función de la ocupación y condiciones del espacio

► Procedimiento

1. Evaluación inicial: Monitorización continua o puntual del CO₂ en los espacios afectados.
2. Diagnóstico de causas: Análisis de caudal de ventilación, uso del espacio, ocupación y sistemas existentes.
3. Plan de mejora: Implementación de medidas técnicas (ajustes HVAC, aumento de ventilación natural, purificadores con renovación de aire).
4. Ejecución de las acciones: Intervenciones en sistemas y/o cambios organizativos (aforo, horarios).
5. Comprobación: Revisión de niveles post-intervención mediante sensores o campañas de medición.

FICHA DE ACCIÓN CORRECTORA

► **Materiales y Equipos Necesarios:**

- Medidores de CO₂ portátiles o sensores fijos
- Equipos de ventilación mecánica (ventiladores, recuperadores de calor)
- Sistemas de purificación con aporte de aire exterior
- EPI básicos para intervención en equipos (guantes, mascarillas...)

► **Indicadores de Cumplimiento:**

- Informes de medición de CO₂ pre y post intervención
- Registro documental de ajustes en sistemas
- Validación de confort ambiental mediante encuestas o registros de uso

► **Plazo de Implementación:**

De forma inmediata si los niveles superan los 1000 ppm de forma persistente. En otros casos, según el calendario de mantenimiento y prioridades de confort.

► **Riesgos Asociados:**

Riesgo de malestar, somnolencia o baja productividad por acumulación de CO₂

► **Beneficios esperados:**

- Mejora del confort y bienestar de los ocupantes
- Reducción del riesgo de contagios por mejora de ventilación
- Optimización del uso de los espacios
- Cumplimiento normativo y reputación institucional

► **Seguimiento y Evaluación:**

Se llevará a cabo una revisión periódica de los niveles de CO₂ y del estado de los sistemas de ventilación, con ajustes programados en función de la ocupación, estacionalidad y uso del edificio.



Control de Niveles Elevados de Partículas en Suspensión (PM) en Ambientes Interiores

► Acción correctora:

Aplicación de medidas correctoras para reducir las concentraciones de partículas en suspensión (PM10, PM2.5, PM1) en espacios interiores, garantizando una calidad del aire interior conforme a los valores guía establecidos por normativa.

► Objetivo:

Reducir las concentraciones de partículas en suspensión a niveles que no representen riesgos para la salud de los ocupantes, especialmente en zonas sensibles como hospitales, oficinas o centros educativos.

► Descripción de la acción:

Tras la detección de niveles elevados de partículas en suspensión, se realizará un diagnóstico de las posibles fuentes internas y externas. Se implementarán medidas técnicas como la mejora de la filtración en los sistemas HVAC, reducción de fuentes de emisión, y optimización de la ventilación y presurización del aire interior.

► Normativa Aplicable:

- OMS: Guías de calidad del aire
- UNE 171330 Revisión de calidad de aire interior
- Real Decreto 102/2011 sobre calidad del aire y atmósfera
- UNE-EN ISO 16890: Clasificación de filtros de aire para ventilación general

► Responsable:

Técnico en calidad del aire interior (TS/MCAI), especialista en ventilación.

► Frecuencia de realización:

- Intervención inmediata si los valores superan los umbrales establecidos.
- Revisión de efectividad a la semana y seguimiento mensual hasta estabilización.
- Control periódico trimestral o según condiciones del entorno.

► Procedimiento

1. Monitorización inicial: Medición de niveles de PM en distintos puntos del espacio interior.
2. Identificación de fuentes: Análisis de fuentes internas (materiales, procesos, ocupación) y externas (contaminación exterior).
3. Plan de control: Sustitución o mejora de filtros HVAC (como referencia ePM1 $\geq$ 80%), sellado de entradas no controladas, en casos graves, instalación de purificadores HEPA.
4. Intervención: Ajustes y limpieza de conductos, incremento de renovación de aire, control de acceso de partículas y cambio de filtros.
5. Verificación: Nueva medición y comparación con valores guía.

FICHA DE ACCIÓN CORRECTORA

▶ **Materiales y Equipos Necesarios:**

- ▶ Medidores de partículas en suspensión (contadores láser, sensores PM...)
- ▶ Filtros HVAC de alta eficiencia (ISO ePM1 80% o superior)
- ▶ Purificadores de aire con filtros HEPA
- ▶ Equipos de medición y control ambiental
- ▶ EPI básicos para intervención

▶ **Indicadores de Cumplimiento:**

- ▶ Informes analíticos pre y post intervención
- ▶ Registro de sustitución de filtros y mantenimiento
- ▶ Certificación de calidad del aire interior conforme a norma

▶ **Plazo de Implementación:**

Inmediato si los niveles superan los valores guía. En otros casos, dentro de los 15 días hábiles desde la detección.

▶ **Riesgos Asociados:**

- ▶ Problemas respiratorios, alergias o empeoramiento de patologías existentes
- ▶ Mayor frecuencia de problemas cardiovasculares

▶ **Beneficios esperados:**

- ▶ Reducción de enfermedades y síntomas respiratorios
- ▶ Mejora del confort y productividad
- ▶ Cumplimiento normativo y mejora de imagen institucional

▶ **Seguimiento y Evaluación:**

Se programará un control mensual durante los 3 primeros meses post-intervención y un plan de mantenimiento preventivo basado en el historial de calidad del aire y uso del edificio.



Control de Concentraciones Elevadas de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs) en Ambientes Interiores

► **Acción correctora:**

Implementación de medidas técnicas y organizativas para reducir las concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs) (ver listado de especies químicas en Anexo) en espacios interiores, mediante mejoras en la ventilación, eliminación de fuentes emisoras y uso de materiales de baja emisión.

► **Objetivo:**

Reducir las concentraciones de VOCs en ambientes interiores a niveles seguros para la salud humana, mejorando la calidad del aire y cumpliendo con los valores guía establecidos por organismos internacionales.

► **Descripción de la acción:**

Ante la detección de niveles elevados de VOCs, se evaluarán las fuentes internas (materiales, productos de limpieza, mobiliario, etc.) y se diseñará un plan de actuación. Este incluirá la ventilación forzada, sustitución de materiales emisores, uso de purificadores específicos con filtros de carbón activo y ajustes en procesos operativos.

En casos extremos se aplicarán técnicas bake-out: calentamiento intenso durante 24/48 horas con máxima ventilación disponible.

► **Normativa Aplicable:**

- OMS: Guías de calidad del aire para VOCs
- UNE 171330 Revisión de calidad de aire interior TVOC
- UNE-EN 16516: Emisión de contaminantes de productos de construcción

► **Responsable:**

Técnico en Calidad de Aire Interior (TS/MCAI)

► **Frecuencia de realización:**

- Intervención inmediata si se superan los valores normativos.
- Verificación post-intervención a la semana.
- Seguimiento mensual durante tres meses.
- Evaluaciones semestrales en condiciones normales.

► **Procedimiento**

1. Medición inicial: Monitorización de VOCs mediante muestreo activo con tubos captadores (TENAX, Carbón activo, etc.) o sensores de lectura directa (preferible PID o técnica de sensibilidad equivalente).
2. Análisis de fuentes: Identificación de materiales, productos y procesos emisores.
3. Plan de reducción: Eliminación o sustitución de fuentes, mejora de ventilación, uso de purificadores con filtros de carbón activo.
4. Aplicación de medidas: Intervenciones técnicas y formación al personal sobre buenas prácticas.
5. Verificación: Nueva medición para validar el cumplimiento de los niveles de referencia.

► **Materiales y Equipos Necesarios:**

- Equipos de muestreo de VOCs (detectores PID, tubos sorbentes, sensores TVOC)
- Sistemas de purificación con filtros de carbón activo
- Materiales de baja emisión certificados (pinturas, adhesivos, mobiliario)
- Equipos de ventilación o extracción forzada
- Equipos de protección individual (EPI)

► **Indicadores de Cumplimiento:**

- Informes de medición antes y después de la intervención
- Registro de cambios en materiales y productos utilizados
- Reducción sostenida de los niveles de TVOC en el tiempo

► **Plazo de Implementación:**

Inmediato si se superan los valores guía. En otros casos, dentro del plazo de 15 días naturales desde la detección.

En cualquier caso, realizar un análisis de VOC mediante captador y análisis de laboratorio por cromatografía si se superan los valores límite en más del 25% de las lecturas.

► **Riesgos Asociados:**

- Irritación ocular y respiratoria, cefaleas y efectos neurológicos
- Problemas crónicos si la exposición persiste

► **Beneficios esperados:**

- Mejora de la salud y el confort de los ocupantes
- Reducción del absentismo y mejora del rendimiento
- Cumplimiento de estándares internacionales
- Mejora de la imagen y compromiso ambiental de la organización

► **Seguimiento y Evaluación:**

Se realizará una campaña de medición mensual durante el primer trimestre tras la intervención, y un seguimiento semestral con ajustes preventivos en caso de repunte de emisiones.

► **Anexo:**

Algunas de las especies químicas más comunes en espacios interiores son las siguientes:

Compuesto:

- Acetona
- Benceno
- Tolueno
- Xileno
- Estireno
- Etilenglicol
- Cloruro de metileno
- Sulfuro de hidrógeno
- Acetaldehído
- Acroleína
- Metanol
- Ácido fórmico
- Ácido acético
- n-Butano
- i-Pentano
- Etano
- Etileno



Control de radón en edificios

► **Acción correctora:**

Controlar la concentración de gas radón en las zonas ocupadas con potencial de exposición elevado para las personas.

► **Objetivo:**

Garantizar que los niveles de concentración de radón en el interior del edificio se mantengan por debajo del umbral de referencia (300 Bq/m³ según el Real Decreto 1029/2022), minimizando los riesgos para la salud de los ocupantes.

► **Descripción de la acción:**

Realizar mediciones de radón mediante dispositivos pasivos o monitores en continuo (según el uso del edificio y accesibilidad).

En caso de detectar concentraciones superiores al umbral normativo:

- Evaluación de causas (filtraciones desde el subsuelo, ventilación deficiente, etc).
- Aplicación de medidas correctoras: incremento de ventilación natural o forzada, sellado de fisuras, instalación de sistemas de despresurización subterránea, etc

► **Normativa Aplicable:**

- Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- Instrucción IS-47 del CSN, de 9 de abril de 2025, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se aprueba el listado de términos municipales de actuación prioritaria contra el radón y se establecen directrices para las mediciones de radón en el aire interior de los centros de trabajo ubicados en ellos.
- Recomendaciones del CSN (Consejo de Seguridad Nuclear) y de organismos internacionales (OMS, ICRP).

► **Responsable:**

Técnico en calidad del aire o empresa especializada en medición y mitigación de radón. Coordinación con el responsable de mantenimiento y prevención de riesgos laborales.

► **Frecuencia de realización:**

- Inicialmente: Medición de diagnóstico (mínimo 3 meses si es método pasivo, o continua si es urgente).
- Posteriormente: Verificación tras aplicar medidas correctoras y seguimiento periódico.

► Procedimiento

1. Evaluación previa del riesgo: según el municipio y características del edificio (planta baja, sótano, tipo de suelo).
2. Instalación de medidores: pasivos o en continuo (en estancias representativas y zonas de uso prolongado).
3. Análisis de resultados: comparación con valores límite.
4. Plan de mitigación (si procede): definir y aplicar medidas constructivas o de ventilación.
5. Verificación post-corrección: repetir las mediciones y validar su eficacia.

► Materiales y Equipos Necesarios:

- Detectores de radón (tipo pasivo o monitor en continuo)
- Equipos de ventilación o depresión del terreno (si procede)
- Fichas técnicas, planos del edificio
- Equipos de protección personal (EPI) para intervenciones en sótanos, huecos técnicos, etc

► Indicadores de Cumplimiento:

- Informe técnico con resultados de medición
- Registro de medidas correctoras aplicadas
- Validación post-corrección con niveles $< 300 \text{ Bq/m}^3$
- Incorporación al plan de mantenimiento y seguimiento

► Plazo de Implementación:

Medición inicial: de inmediato.

Medidas correctoras: en un plazo máximo de 1-3 meses tras la detección.

Seguimiento: anual en caso de niveles altos iniciales y mediciones cada cinco años en el resto de casos.

► Riesgos Asociados:

- Riesgo de cáncer por exposición prolongada a concentraciones elevadas de radón.
- Costes elevados en la remediación si no se aplica la medida más adecuada

► Beneficios esperados:

- Reducción del riesgo para la salud.
- Cumplimiento normativo y mejora de la CAI.
- Mejora en la imagen y responsabilidad de la gestión del edificio ante ocupantes o clientes.



Control de Condiciones de Confort Térmico en Ambientes Interiores

▶ **Acción correctora:**

Tras evaluar las condiciones termohigrométricas (temperatura seca, temperatura radiante, humedad relativa, velocidad del aire, actividad metabólica y nivel de vestimenta) en los espacios ocupados, aplicar un conjunto de medidas técnicas y operativas para ajustar y mantener dichos parámetros dentro de los rangos de confort definidos por la normativa, garantizando un ambiente térmico adecuado para los usuarios.

▶ **Objetivo:**

Asegurar que los espacios interiores se mantengan dentro de los rangos térmicos aceptables para los ocupantes según los criterios de la norma UNE 171330, garantizando el bienestar, la productividad y la salud.

▶ **Descripción de la acción:**

Se realizará una inspección y medición de los parámetros de confort térmico y se implementarán acciones correctoras que pueden incluir, entre otras, el ajuste y reprogramación de los puntos de consigna del sistema HVAC, el equilibrado de los caudales de aire, la revisión y sellado de infiltraciones en la envolvente, colocación de barreras térmicas, o dispositivos de regulación de humedad y temperatura, así como programas informativos a los usuarios para que adopten comportamientos adaptativos.

▶ **Normativa Aplicable:**

- ▶ UNE 171330 – Revisión de la Calidad Ambiental en Interiores
- ▶ UNE-EN ISO 7730 – Ergonomía del ambiente térmico
- ▶ RITE - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
- ▶ Código Técnico de la Edificación (CTE)
- ▶ Guías técnicas del INSST sobre confort térmico en lugares de trabajo.

▶ **Responsable:**

Personal técnico cualificado en climatización y calidad ambiental interior (TS /MCAI), con conocimientos específicos en evaluación de confort térmico.

▶ **Frecuencia de realización:**

- ▶ Evaluación periódica según lo establecido en el Plan de Calidad Ambiental Interior (PSCAI), con una frecuencia mínima anual.
- ▶ Intervención inmediata ante quejas recurrentes y documentadas mediante mediciones fuera de rango.
- ▶ Revisión continua en estaciones críticas (verano/invierno).

► Procedimiento

1. Medición inicial: mediante sondas de lectura directa en zonas representativas. Utilizar sondas con calibración en vigor.
2. Contrastar los datos obtenidos con los rangos de referencia de la normativa aplicable (UNE 171330, RITE).
3. Diagnóstico: Analizar el funcionamiento del sistema HVAC, la distribución de aire, la existencia de fuentes de calor/frío no controladas, o deficiencias en el aislamiento.
4. Intervención: Definir y planificar las acciones correctoras a ejecutar (ajustes de consignas, reparación de aislamientos, equilibrado de redes de aire y agua, etc.).
5. Verificación: Realizar una nueva medición tras la intervención para verificar que los parámetros se encuentran dentro del rango de confort y documentar los resultados.

► Materiales y Equipos Necesarios:

- Termohigrómetro y anemómetro.
- Sondas multiparamétricas de lectura directa.
- Sistemas de control HVAC.
- Material de sellado, aislamiento o regulación térmica.
- Equipos de humidificación/deshumidificación.
- Todos los equipos de medida deben estar con calibración en vigor

► Indicadores de Cumplimiento:

- Registros de mediciones antes y después de la intervención.
- Informe técnico de medidas aplicadas y verificación posterior.
- Conformidad acorde a UNE 171330 y EN ISO 7730.

► Plazo de Implementación:

En un plazo máximo de 15 días desde la detección del incumplimiento o recepción de queja documentada. El resto de mejoras se integrarán en el plan de mantenimiento preventivo.

► Riesgos Asociados:

- Malestar térmico, reducción del rendimiento cognitivo.
- Incremento del absentismo, quejas frecuentes de los usuarios.
- Riesgo de condensaciones o problemas estructurales por inadecuada humedad.
- Consumo energético ineficiente del sistema de climatización.

► Beneficios esperados:

- Mejora del confort, productividad y satisfacción de los ocupantes.
- Reducción de quejas e incidencia de problemas de salud asociados al estrés térmico
- Cumplimiento con normativas y estándares de calidad ambiental.
- Optimización del consumo energético y mejora de la eficiencia del sistema HVAC.



Control de Concentración de Monóxido de Carbono (CO) en Ambientes Interiores

▶ **Acción correctora:**

Implementación de un protocolo de actuación técnico para el control de los niveles de monóxido de carbono (CO) en espacios interiores, mediante la monitorización continua o periódica de su concentración, la identificación y corrección de las fuentes de emisión (equipos de combustión), y la optimización de los sistemas de ventilación y extracción para garantizar que las concentraciones se mantengan por debajo de los umbrales de seguridad establecidos por la normativa.

▶ **Objetivo:**

Prevenir efectos adversos para la salud derivados de la exposición a monóxido de carbono, especialmente en espacios con combustión interna o ventilación deficiente, garantizando el cumplimiento de los criterios establecidos en UNE 171330.

▶ **Descripción de la acción:**

Evaluación de las fuentes de combustión, así como de la eficacia de los sistemas de ventilación y renovación del aire. La acción puede incluir la instalación o recalibración de detectores, mejora de extracción mecánica, sustitución o reparación de equipos emisores (calderas, motores), y purga inmediata del aire interior.

▶ **Normativa Aplicable:**

- ▶ UNE 171330 – Revisión de la Calidad Ambiental en Interiores
- ▶ Real Decreto 102/2011 sobre calidad del aire
- ▶ OMS – Directrices de calidad del aire para Europa
- ▶ RITE- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
- ▶ Código Técnico de la Edificación (CTE)

▶ **Responsable:**

Personal técnico (TS / MCAI), con conocimientos específicos en instalaciones térmicas, análisis de combustión y calidad ambiental interior.

▶ **Frecuencia de realización:**

- ▶ Control continuo en zonas con fuentes potenciales de CO.
- ▶ Medición puntual tras quejas o tras inspección rutinaria.
- ▶ Mantenimiento semestral de equipos de combustión y sistemas de ventilación.

▶ Procedimiento

1. Diagnóstico y Medición: Medición de CO en zonas críticas mediante sensores electroquímicos con calibración en vigor, a la altura de la zona de respiración.
2. Identificación de Fuentes: Localización de equipos o procesos emisores y evaluación de la eficacia de los sistemas de ventilación y extracción asociados.
3. Plan de Intervención: Definir y ejecutar las acciones correctoras necesarias: ajuste de combustión, purga de aire, reparación de sistemas de extracción, etc.
4. Sistemas de Detección: Instalación o revisión de detectores de CO con alarmas acústicas y visuales, asegurando su correcto funcionamiento y calibración en vigor.
5. Verificación: Realizar una nueva medición tras la intervención para validar la eficacia de las medidas y documentar la conformidad.

▶ Materiales y Equipos Necesarios:

- ▶ Medidor portátil de monóxido de carbono (sensor electroquímico), con calibración en vigor.
- ▶ Detectores de CO fijos con alarma.
- ▶ Sistemas de ventilación mecánica y extracción localizada.
- ▶ Equipos de purga o renovación rápida de aire.
- ▶ Registros y documentación técnica de los equipos de combustión (calderas, etc.).
- ▶ EPIs básicos (guantes, gafas de seguridad ...) para la revisión de equipos.

▶ Indicadores de Cumplimiento:

- ▶ Medición inferior al límite establecido en todas las zonas críticas.
- ▶ Informes de revisión técnica de fuentes emisoras.
- ▶ Certificados de calibración de los equipos de medida y confirmación del funcionamiento de detectores de CO.

▶ Plazo de Implementación:

De forma inmediata si se detectan valores por encima de umbrales de alarma o fallo en los detectores. En otros casos, según priorización del PSCAI

▶ Riesgos Asociados:

- ▶ Riesgo grave de intoxicación, cefaleas, fatiga, mareos y en casos extremos, muerte.
- ▶ Riesgos legales por incumplimiento normativo en espacios laborales o públicos.

▶ Beneficios esperados:

- ▶ Mejora de la seguridad y salud ocupacional.
- ▶ Prevención de intoxicaciones y reclamaciones sanitarias.
- ▶ Cumplimiento con normativas de salud ambiental y PRL

AC12

Control de Concentraciones Elevadas de Formaldehído en Ambientes Interiores

▶ Acción correctora:

El formaldehído es un compuesto volátil, especialmente relevante por su ubicuidad, ha sido ampliamente empleado en materiales de construcción y decoración, y por su gravedad dado que ha sido declarado cancerígeno probado en humanos. Las técnicas de control son similares a las de los VOCs en general.

Implementación de medidas técnicas y organizativas para reducir las concentraciones de formaldehído en espacios interiores, mediante mejoras en la ventilación, eliminación de fuentes emisoras y uso de materiales de baja emisión.

▶ Objetivo:

Reducir las concentraciones de formaldehído en ambientes interiores a niveles seguros para la salud humana, mejorando la calidad del aire y cumpliendo con los valores guía establecidos por organismos internacionales.

▶ Descripción de la acción:

Ante la detección de niveles elevados de formaldehído, se evaluarán las fuentes internas (materiales de construcción, muebles, productos de limpieza, etc.) y se diseñará un plan de actuación. Este incluirá:

1. Mejora de la ventilación o instalación de sistemas de extracción forzada.
2. Sustitución de materiales emisores de formaldehído por otros de baja emisión (madera tratada, productos sin resinas, etc.).
3. Uso de purificadores de aire con filtros especializados para formaldehído.
4. Ajustes en los procesos operativos para minimizar las emisiones.

▶ Normativa Aplicable:

- ▶ OMS: Guías de calidad del aire para formaldehído
- ▶ UNE 171330 Revisión de calidad de aire interior
- ▶ UNE-EN 16516: Emisión de contaminantes de productos de construcción

▶ Responsable:

Técnico en Calidad de Aire Interior (TS/MCAI).

▶ Frecuencia de realización:

- ▶ Intervención inmediata si se superan los valores normativos.
- ▶ Verificación post-intervención a la semana.
- ▶ Seguimiento mensual durante tres meses.
- ▶ Evaluaciones semestrales en condiciones normales.

▶ Procedimiento

1. Medición inicial: Monitorización de formaldehído mediante muestreo activo con tubos captadores impregnados.
2. Análisis de fuentes: Identificación de materiales, productos y procesos emisores de formaldehído.
3. Plan de reducción: Eliminación o sustitución de fuentes, mejora de ventilación, uso de purificadores de aire.
4. Aplicación de medidas: Intervenciones técnicas y formación al personal sobre buenas prácticas.
5. Verificación: Nueva medición para validar el cumplimiento de los niveles de referencia.

► **Materiales y Equipos Necesarios:**

- Equipos de muestreo de formaldehído (detectores, tubos sorbentes, sensores específicos)
- Sistemas de purificación de aire con filtros para formaldehído
- Materiales de baja emisión certificados (pinturas, adhesivos, mobiliario)
- Equipos de ventilación o extracción forzada
- Equipos de protección individual (EPI)

► **Indicadores de Cumplimiento:**

- Informes de medición antes y después de la intervención
- Registro de cambios en materiales y productos utilizados
- Reducción sostenida de los niveles de formaldehído en el tiempo

► **Plazo de Implementación:**

Inmediato si se superan los valores guía. En otros casos, dentro del plazo de 15 días naturales desde la detección.

► **Riesgos Asociados:**

- El formaldehído ha sido clasificado por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) como **cancerígeno para los seres humanos** (grupo 1). Se ha demostrado que la exposición crónica al formaldehído puede aumentar el riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer, particularmente el **cáncer nasofaríngeo** y el **cáncer de las vías respiratorias superiores**.
- Irritación ocular, respiratoria y de la piel
- Cefaleas, mareos y problemas neurológicos

► **Beneficios esperados:**

- Mejora de la salud y el confort de los ocupantes
- Reducción del absentismo y mejora del rendimiento
- Cumplimiento de estándares internacionales
- Mejora de la imagen y compromiso ambiental de la organización

► **Seguimiento y Evaluación:**

- Se realizará una campaña de medición mensual durante el primer trimestre tras la intervención, y un seguimiento semestral con ajustes preventivos en caso de repunte de emisiones.



NOTAS





Guía para la ELABORACIÓN
del PLAN SANITARIO de CALIDAD
AMBIENTAL EN INTERIORES



www.anecpla.com

C/ Cruz del Sur, 38.

28007 Madrid

T: 91 380 76 70

anecpla@anecpla.com



www.fedecai.org

C/ Poeta Joan Maragall, 56.

2ª Planta, Tetuán. 28020 Madrid

T: 91 425 18 55 / 91 425 18 54

info@fedecai.org