

**ANTEPROYECTO
DE NORMA
TÉCNICA
SALVADOREÑA**

ANTS 13.17.34:23

Higiene ocupacional. Calidad del aire en los lugares de trabajo

CORRESPONDENCIA: Este documento no tiene correspondencia con ninguna norma internacional.

Publicado por el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN), Dirección: Blvd. San Bartolo y Calle Lempa, Edif. CNC, San Bartolo, Ilopango, San Salvador, El Salvador. Teléfono:2590-5300 Sitio Web: <http://www.osn.gob.sv> Correo electrónico: normalizacion@osn.gob.sv

ICS 13.100

ANTS 13.17.34:23

Derechos Reservados



ORGANISMO SALVADOREÑO DE NORMALIZACION

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	iv
1 ALCANCE.....	5
2 REFERENCIAS NORMATIVAS.....	5
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	6
4 CALIDAD DE AIRE EXTERIOR.....	11
4.1 De la calidad del aire local.....	11
4.2 Documentación.....	11
5 SISTEMAS Y EQUIPOS.....	11
5.1 Distribución de ventilación de aire.....	11
5.2 Ubicación del ducto de escape.....	12
5.3 Controles del sistema de ventilación.....	12
5.4 Superficies de corriente de aire.....	13
5.5 Tomas de aire exterior.....	13
5.6 Captura local de contaminantes.....	15
5.7 Aire de combustión.....	15
5.8 Eliminación del material particulado.....	16
5.9 Sistemas de deshumidificación.....	16
5.10 Bandejas de drenaje.....	17
5.11 Bobinas de tubo con aletas e intercambiadores de calor.....	17
5.12 Humidificadores y sistemas de pulverización de agua.....	18
5.13 Acceso para inspección, limpieza y mantenimiento.....	18
5.14 Envoltente de edificio y superficies interiores.....	19
5.15 Edificios con estacionamientos adjuntos.....	20
5.16 Clasificación del aire y recirculación.....	20
6 PROCEDIMIENTOS.....	23
6.1 Generalidades.....	23
6.2 Procedimiento para la tasa de ventilación.....	23
6.3 Procedimiento calidad del aire interior (del inglés <i>Interior Air Quality, IAQ</i>).....	35
6.4 Procedimiento de ventilación natural.....	37
6.5 Ventilación de escape.....	39
6.6 Documentación de diseño de los procedimientos.....	41

7	CONSTRUCCIÓN Y SISTEMA DE PUESTA EN MARCHA.....	41
7.1	Fase de Construcción.....	41
7.2	Sistema de encendido	42
8	OPERACIONES Y MANTENIMIENTO.....	43
8.1	Generalidades	43
8.2	Manual de operaciones y mantenimiento.....	43
8.3	Funcionamiento del sistema de ventilación.....	44
8.4	Mantenimiento del sistema de ventilación.....	44
	Anexo A (normativo) Sistemas de múltiples zonas.....	47
	Anexo B (normativo) Separación de salidas de escape y entradas de aire exterior	52
	Anexo C (informativo) Resumen de las guías de selección de la calidad de aire	56
	Anexo D (Informativo) Fundamento para los requisitos fisiológicos mínimos del aire respirado, basado en la concentración de CO ₂	72
	Anexo E (informativo) Ecuaciones aceptadas para el uso de balance de masa con el procedimiento IAQ 75	
	Anexo F (informativo) Emisiones por fuentes fijas o estacionarias.....	78
	BIBLIOGRAFÍA.....	79

PRÓLOGO

El Organismo Salvadoreño de Normalización, OSN, es el organismo nacional responsable de elaborar, actualizar, adoptar, derogar y divulgar normas técnicas, de acuerdo con la Ley del Sistema Salvadoreño para la Calidad, la cual fue publicada en el Diario Oficial No. 158 del 26 de agosto de 2011.

Este documento Técnica Salvadoreña ha sido desarrollada de acuerdo con las reglas establecidas en la NTS ISO/IEC DIRECTIVA 2.

El Comité Técnico de Normalización de Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional. N° 17, fue el responsable del desarrollo de este documento técnico titulado NTS 13.17.34:23 “Higiene ocupacional. Calidad del aire en los lugares de trabajo”, para lo cual participaron las entidades que se mencionan a continuación:

ENTIDADES PARTICIPANTES
3M
Alfa Consultores
Asociación salvadoreña de salud ocupacional y medicina empresarial
Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos - ASIA
Cuerpo de Bomberos de El Salvador
Defensoría del Consumidor
Ministerio de Hacienda
Ministerio de Trabajo y Previsión social
Mirkha Consultores
Procuraduría General de la República
SEPROMED
Universidad Centroamericana José Simeón Cañas - UCA
Organismo Salvadoreño de Normalización - OSN

INTRODUCCIÓN

Documento en estudio

1 ALCANCE

1.1 Este documento especifica las tasas mínimas de ventilación y otras medidas encaminadas a proporcionar una calidad de aire interior aceptable para los ocupantes, minimizar los efectos negativos para la salud y está destinada a ser utilizada como una guía para mejorar la calidad del aire en el interior de edificios existentes, acondicionamientos o remodelaciones, así como para la aplicación en nuevos edificios.

1.2 Este documento define los requisitos para la ventilación y el diseño de sistemas de limpieza de aire, instalación, puesta en servicio, operación y mantenimiento.

1.3 Requisitos adicionales para laboratorios, industrias, servicios de salud y otros espacios pueden ser establecidas con base en los procesos que se desarrollen y serán definidos por el lugar de trabajo y otras normas.

1.4 Los requisitos de ventilación de este documento se basan sobre los agentes químicos, físicos y biológicos que pueden afectar a la calidad del aire. El examen o el control de confort térmico no está incluido.

1.5 Este documento además de los requisitos de ventilación, contiene aspectos relacionados con el aire exterior, los procesos de construcción, la humedad y el crecimiento biológico.

1.6 Es posible que no se pueda alcanzar una calidad de aire aceptable en todos los edificios que cumplan los requisitos de este documento, por una o varias de las siguientes razones:

- a) debido a la diversidad de fuentes y contaminantes del aire interior;
- b) debido a la gran cantidad de factores capaces de afectar la percepción y aceptación de que los ocupantes tienen de la calidad del aire, por ejemplo: la temperatura del aire, la humedad, el ruido, la iluminación y la tensión psicológica;
- c) debido a la variedad de susceptibilidades de la población; y
- d) debido a que el aire exterior llevado al interior del edificio puede ser inaceptable o no ser limpiado adecuadamente.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

En el presente documento no se citan referencias normativas. Se conserva este apartado para mantener la uniformidad con los documentos normativos publicados.

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los propósitos de este documento, aplican los términos y definiciones siguientes.

3.1

calidad aceptable del aire interior

aire en el cual no hay contaminantes conocidos en concentraciones perjudiciales, según lo determinen las autoridades competentes, con el cual una mayoría considerable de las personas expuestas (80 % o más) no expresan inconformidad

3.2

sistema de limpieza de aire

dispositivo, o una combinación de dispositivos, utilizados para reducir la concentración de contaminantes en el aire, por ejemplo, microorganismos, polvo, humo, partículas respirables, otra materia particulada, gases y/o vapores en el aire

3.3

aire acondicionado

proceso de tratamiento del aire para cumplir los requisitos de un espacio acondicionado, controlando su temperatura, humedad, limpieza y distribución

3.4

aire, medio ambiente

el aire que rodea un edificio; la fuente de aire externo conducido al interior de un edificio

3.5

aire, escape

aire removido por un escape y descargado fuera del edificio mediante sistemas de ventilación mecánicos o naturales

3.6

aire, mezcla

cualquier combinación de aire exterior y aire trasladado con la intención de reemplazar el aire del escape y el filtrado

3.7

aire, interior

el aire en un espacio cerrado ocupable

3.8

aire, exterior

aire del medio ambiente y aire del medio ambiente que entra a un edificio a través de un sistema de ventilación, mediante aperturas intencionales para ventilación natural o por infiltración

3.9

aire, primario

aire suministrado a la zona de ventilación antes de la mezcla con el aire recirculado localmente

3.10**aire, recirculado**

aire que se remueve de un espacio y se utiliza nuevamente como suministro de aire

3.11**aire, retorno**

aire removido de un espacio para recircularlo o permitir que escape

3.12**aire, suministro**

aire suministrado a un espacio, por ventilación mecánica o natural, formado por cualquier combinación de aire exterior, aire recirculado y aire transferido

3.13**aire, transferido**

aire que pasa de un espacio interior a otro

3.14**aire, ventilación**

la porción de suministro de aire que es aire exterior además de cualquier aire recirculado, el cual ha sido tratado con el fin de mantener una calidad aceptable de aire interior

3.15**zona de respiración**

región dentro de un espacio ocupado, entre los 75 mm y 1 800 mm sobre el nivel del piso y más de 600 mm de las paredes o equipos fijos de aire acondicionado

3.16**autoridad competente**

agencia u organización que tiene la experticia y la autoridad para establecer y regular la concentración límite de contaminantes en el aire

3.17**concentración**

la cantidad dispersa de uno de los constituyentes en una u otra cantidad definida (ver el Anexo A)

3.18**espacio acondicionado**

la parte de un edificio con calefacción o enfriamiento, o ambas cosas, para comodidad de los ocupantes

3.19**contaminante**

un constituyente indeseado del aire, el cual puede reducir su aceptabilidad

3.20**mezcla de contaminantes**

dos o más contaminantes que afectan el mismo sistema de órganos

3.21**demanda controlada de ventilación (DCV)**

cualquier medio por el que la zona de respiración del flujo de aire exterior (V) se puede variar para el espacio o espacios basados en el número real o estimado de ocupantes ocupado, los requisitos de ventilación de la zona ocupada, o ambas

3.22**unidad de vivienda**

una sola unidad que proporciona instalaciones completas, independientes de vida para una o más personas, incluidas las disposiciones permanentes para vivir, dormir, comer, cocinar y de saneamiento

3.23**sistema de ventilación con recuperación de energía**

un dispositivo o una combinación de dispositivos, utilizados para suministrar aire exterior para ventilación, en el cual la energía se transfiere entre los flujos de aire de entrada y de salida

3.24**pared de equipos**

área (típicamente en el techo) cerrada en tres o cuatro lados por paredes de un área menor a 75 % de área libre, y la menor longitud y anchura del recinto es inferior a tres veces la altura media de las paredes

Nota 1 a la entrada: El área libre de la pared es la relación del área de las aberturas a través de la pared, como aberturas entre láminas de persianas, dividido por el área bruta (longitud por la altura) de la pared.

3.25**área libre de HTA**

área de no fumado, separada de las áreas HTA de acuerdo a los requisitos de esta norma

Nota 1 a la entrada: Un área de no fumado no necesariamente es un área libre de HTA.

3.26**exfiltración**

fuga de aire no controlada al exterior, de espacios acondicionados, a través de aberturas no intencionales en cielo falsos, pisos o paredes, a espacios no acondicionados o al exterior causadas por diferencias de presión a través de estas aberturas debido al viento, las diferencias de temperatura en el interior-exterior (efecto chimenea), y los desequilibrios entre los caudales de aire y de escape al aire libre

3.27**espacio industrial**

un ambiente interior donde la actividad primaria es la producción o los procesos de manufactura

3.28**infiltración**

fugas de aire no controladas al interior de espacios acondicionados a través de aberturas no intencionadas en cielo falsos, pisos y paredes, desde espacios no acondicionados o del exterior causado por las mismas diferencias de presión que inducen la exfiltración

3.29**ventilación mecánica**

ventilación suministrada mediante equipos con energía mecánica, como ventiladores y sopladores eléctricos, pero no mediante dispositivos como ventiladores de turbina impulsada por aire y ventanas que funcionan mecánicamente

3.30**microorganismos**

un organismo microscópico, especialmente una bacteria, hongo o protozoario

3.31**ventilación natural**

ventilación suministrada por efectos térmicos, de viento o difusión a través de puertas, ventanas y otras aperturas intencionales del edificio

3.32**área neta ocupable**

el área del piso de un espacio ocupable se define por la superficie interior entre sus paredes, pero excluyendo los conductos, columnas, alacenas y otras áreas permanentemente cerradas, inaccesibles y no ocupables. Las obstrucciones del espacio como muebles, mostradores o anaqueles y otras obstrucciones, bien sean temporales o permanentes no se deben restar del área del espacio

3.33**no transitoria**

ocupación de una unidad habitacional o dormitorio por más de 30 días

3.34**sensor de ocupación**

dispositivo, tal como un detector de movimientos, u otros, que detecten la presencia de una o más personas dentro del espacio

3.35**modo ocupado**

cuando una zona está prevista para ser ocupada

3.36**modo de espera ocupada**

cuando una zona está prevista para ser ocupada y el sensor de ocupantes indica que no hay personas dentro de la zona

3.37**olor**

cualidad de gases, líquidos o partículas que estimula el órgano olfativo

3.38**fácilmente accesible**

espacio capaz de ser alcanzado rápidamente para la operación sin necesidad del personal de escalar o remover obstáculos o recurrir al uso de ayudas inseguras, tales como mesas o sillas

3.39**ocupaciones residenciales**

ocupaciones que no están clasificadas como institucional por la autoridad competente y que contienen provisiones permanentes para dormir

3.40**unidad para dormir**

habitación o espacio en la cual las personas duermen que incluye provisiones permanentes para vivir, comer, e instalaciones ya sea de saneamiento o para cocinar, pero no ambas. Tales habitaciones o espacios también son parte de unidades de vivienda que no son unidades para dormir

3.41**modo no ocupado**

cuando una zona no está prevista para ser ocupada

3.42**ventilación**

cualquier medio utilizado para la renovación o movimiento del aire de un local de trabajo

[Fuente Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo]

3.43**zona de ventilación**

cualquier área interna que requiere ventilación y abarca uno o más espacios con la misma categoría de ocupación (ver Tabla 3), densidad de ocupantes, zona efectiva de distribución de aire (ver apartado 6.2.2.2), y diseño de zona de aire primario (ver apartado 6.2.5.1) por unidad de área

Nota 1 a la entrada: Una zona de ventilación no es necesariamente una zona con control térmico independiente, sin embargo, los espacios que pueden ser combinados para propósitos del cálculo de la carga, muchas veces puede ser combinado dentro de una sola zona para propósitos del cálculo de la ventilación.

3.44**volumen, espacio**

volumen total de un espacio encerrado ocupable dentro del edificio, más cualquier espacio permanentemente abierto hacia la zona ocupable

4 CALIDAD DE AIRE EXTERIOR

La calidad del aire exterior debe ser evaluada de acuerdo con el apartado 4.1 antes de la finalización del diseño del sistema de ventilación. Los resultados de esta evaluación se deben documentar de acuerdo con el apartado 4.2.

4.1 De la calidad del aire local

Se debe realizar una encuesta de observación de las instalaciones y su entorno inmediato durante las horas antes que el edificio esté ocupado, para identificar los contaminantes de las instalaciones y de los locales circundantes que pueden ser de interés si estos pueden ingresar en el edificio.

4.2 Documentación

La documentación de la evaluación de calidad del aire exterior se debe revisar con los propietarios del edificio o su representante y debe incluir, como mínimo, lo siguiente:

- a) situación de cumplimiento con la legislación nacional vigente aplicable;
- b) información de la encuesta local
 - 1) fecha de observaciones
 - 2) tiempo de observaciones
 - 3) descripción del sitio
 - 4) descripción de las instalaciones en el lugar y en las propiedades colindantes
 - 5) observación de los olores o irritantes
 - 6) observación de polvos visibles o contaminantes de aire visibles
 - 7) descripción de las fuentes de gases de los vehículos en el lugar y en las propiedades colindantes
 - 8) identificación de posibles fuentes de contaminación en el sitio y de las propiedades adyacentes, incluidas las que sólo operan estacionalmente
- c) conclusión relativa a la aceptabilidad de la calidad del aire exterior y la información que apoya la conclusión.

5 SISTEMAS Y EQUIPOS

5.1 Distribución de ventilación de aire

Los sistemas de ventilación deben estar diseñados de acuerdo con los requisitos de los siguientes apartados.

5.1.1 Diseño del balance de aire

El sistema de distribución de aire de ventilación debe estar provisto de medios para ajustar el sistema, para lograr al menos el flujo de aire de ventilación mínimo requerido en el capítulo 6, bajo cualquier condición de carga.

5.1.2 Sistemas de plenos

Cuando se utilizan plenos en el techo o el suelo, para recircular aire de retorno y para distribuir aire de ventilación a las unidades de terminales montados en el techo o montadas en el suelo, el sistema debe ser diseñado de tal manera, que en cada espacio se proporcione el flujo de aire para la ventilación mínima requerida.

Nota: Los sistemas con conexión directa de los ductos de aire de ventilación de unidades terminales, por ejemplo, cumplen con este requisito.

5.1.3 Documentación

Los documentos de diseño deben especificar los requisitos mínimos para los ensayos de balance de aire o las normas nacionales de referencia aplicables para medir y equilibrar el flujo de aire. La documentación de diseño debe establecer las suposiciones que se hicieron en el diseño con respecto a las tasas de ventilación y de distribución de aire.

5.2 Ubicación del ducto de escape

5.2.1 Los ductos de escape que transporten aire Clase 4, deben estar presurizados negativamente con respecto a ductos de espacios libres o de espacios ocupables a través de los cuales pasen los ductos.

5.2.2 Los ductos de escape bajo presión positiva que transporten aire de Clase 2 o Clase 3 no se deben extender a través de ductos, espacios libres u otros espacios ocupables que no sean el espacio desde donde se extrae el aire de escape.

Nota: Lo anterior no aplica a los ductos de escape que transportan aire Clase 2 y ductos de escape que transportan aire de campanas de cocina residenciales que están selladas de acuerdo con sello SMACNA Clase A2.

5.3 Controles del sistema de ventilación

Los sistemas de ventilación mecánica deberán incluir controles de acuerdo con los siguientes apartados.

5.3.1 Todos los sistemas deben estar provistos de controles manuales o automáticos para mantener no menos que el caudal de entrada de aire exterior (V_{ot}) requerido por el capítulo 6, en todas las condiciones de carga o condiciones de reajuste dinámico.

5.3.2 Los sistemas con ventiladores que suministren aire primario variable (V_{ps}), incluido VAV (Volumen de Aire Variable) de zona única y sistemas VAV de recirculación en zonas múltiples, estarán provistos de uno o más de los siguientes elementos:

- a) entrada de aire exterior, amortiguadores de aire de retorno o una combinación de ambos para mantener no menos que el flujo de entrada de aire exterior (V_{ot});
- b) ventiladores de inyección de aire exterior que modulan para mantener no menos que el flujo de entrada de aire exterior (V_{ot});
- c) otros medios para asegurar el cumplimiento del apartado 5.3.1.

5.4 Superficies de corriente de aire

Todas las superficies de la corriente de aire de los diferentes sistemas (equipos y ductos) de la calefacción, ventilación y aire acondicionado deberán diseñarse y construirse de acuerdo con los requisitos de los apartados siguientes.

5.4.1 Resistencia al crecimiento de moho

Se debe determinar que las superficies de los materiales son resistentes al crecimiento del moho de acuerdo con un método de ensayo normalizado, tal como el ensayo de crecimiento y humedad del moho en UL 1813, ASTM C13384 o ASTM D32735.

Nota 1: Lo anterior no aplica a las superficies de chapa y cierres metálicos.

Nota 2: Incluso con esta resistencia, cualquier superficie con corriente de aire que se humedezca continuamente está sujeto al crecimiento microbiano.

5.4.2 Resistencia a la erosión

Los materiales de superficie de la corriente de aire deben ser evaluados de acuerdo con la prueba de Erosión en UL 1813 y no deben romperse, agrietarse, pelarse, desprenderse o mostrar evidencia de delaminación o erosión continua bajo condiciones de prueba.

Nota: Lo anterior no aplica a las superficies de chapa y cierres metálicos

5.5 Tomas de aire exterior

Las tomas de aire exterior del sistema de ventilación se diseñarán de acuerdo con los siguientes apartados.

5.5.1 Ubicación

Las tomas de aire exterior (incluidas las aberturas que se requieran como parte de un sistema de ventilación natural) se colocarán de manera que la distancia más corta entre la toma de aire y cualquier fuente potencial de contaminante en el exterior sea igual o mayor que la distancia de separación indicada en la Tabla 1 o en el método de cálculo del Anexo B.

Nota: Se permitirán otras distancias de separación, siempre que se pueda demostrar analíticamente que se logrará una tasa equivalente o menor de introducción de contaminantes procedentes de fuentes exteriores.

Tabla 1 - Distancia mínima de separación de la toma de aire

Objeto	Distancia mínima en metros
Escape de aire clase 2 / salida de alivio ^{a)}	3
Salida de escape clase 3 / escape de aire ^{a)}	5
Salida de escape clase 4 / escape de aire ^{b)}	10
Aberturas de fontanería (tuberías) que terminan a menos de un metro por encima del nivel de la toma de aire exterior	3
Aberturas de fontanería (tuberías) que terminen por lo menos a un 1 metro por encima del nivel de la toma de aire exterior	1
Ventilaciones, chimeneas y conductos de humos procedentes de equipos de combustión ^{c)}	5
Entrada de garaje, área de carga del automóvil o entrada de vehículos	5
Área de carga de camiones paradas, estacionamiento de autobuses	7,6
Entrada de calle o estacionamiento ^{d)}	1,5
Autopista con alto volumen de tráfico ^{e)}	7,5
Superficie directamente debajo de la toma de aire	0,30
Almacenamiento de basura/área de recogida, contenedores de basura	5
Entrada o lavabo de la torre de enfriamiento	5
Tubo de escape de la torre de refrigeración	7,5
^{a)} Este requisito se aplica a la distancia desde las tomas de aire exterior para un sistema de ventilación a las salidas de escape y salidas de alivio para cualquier otro sistema de ventilación. ^{b)} La distancia mínima indicada no se aplica a las salidas de aire de campanas de extracción de humos de laboratorio. Los criterios de separación para las campanas de extracción deben estar en conformidad con ANSI/AIHA Z9.56. El Apéndice informativo J contiene fuentes de información adicional sobre los criterios de separación. Estos incluyen el Manual de Ventilación Industrial ACGIHJ1, el Manual ASHRAE, Aplicaciones HVACJ2, la Guía de Diseño de Laboratorio ASHRAE J3 y NSF/ANSI 49 J4 ^{c)} Las distancias mínimas con respecto a los aparatos alimentados por combustible deberán ser las requeridas por la norma ANSI Z223.1/NFPA 547 para aparatos y equipos de combustión de gas, NFPA 318 para aparatos y equipos de combustión de aceite y NFPA 2119 para otros aparatos y equipos de combustión. ^{d)} Distancia medida hasta el lugar más cercano al que es probable que se encuentre el escape del vehículo ^{e)} La distancia mínima de separación no se aplicará cuando las superficies exteriores por debajo de la entrada de aire estén inclinadas más de 45 grados desde la horizontal o donde dichas superficies tengan menos de 30 mm (1 pulg.) de ancho.	

5.5.2 Consideraciones de la lluvia

Las tomas de aire de exterior que forman parte del sistema de ventilación mecánico deben estar diseñadas para manejar el arrastre de lluvia de acuerdo con uno o más de los siguientes:

- límite de ingreso de agua a través de la toma a $21,5 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h}$ ($0,07 \text{ oz/pie}^2 \cdot \text{h}$) de área de entrada cuando se pruebe usando un equipo de prueba de lluvia descrito en la Sección 58 de UL 199510;
- seleccione las rejillas que limiten el ingreso de agua hasta un máximo de 3 g/m^2 ($0,01 \text{ oz/ft}^2$) de área sin rejilla a la velocidad máxima de admisión. Esta tasa de ingreso de agua se debe determinar durante

un mínimo de 15 minutos de ensayo cuando se someta a un caudal de agua de 16 mL/s (0,25 gal/min) como se describe en el ensayo de ingreso de agua AMCA 500-L11 o equivalente. Maneje el agua que penetra la rejilla proporcionando un área de drenaje o dispositivos de eliminación de humedad;

- c) seleccione las rejillas que restrinjan el ingreso de la lluvia por el viento a menos de 721 g/m²-h (2,36 oz/pie²) cuando sean sometidas a una precipitación simulada de 75 mm (3 pulg.) por hora y una velocidad de 13 m/s (29 mph) de velocidad del viento a la tasa de admisión de aire exterior del diseño con la velocidad del aire calculada en función del área de la superficie de la rejilla;

Nota: Este rendimiento corresponde a la Clase A (99 % de efectividad) cuando se clasifica según AMCA 511J5 y ensayado por AMCA 500-LJ6

- d) utilice cubiertas de lluvia dimensionadas para una velocidad frontal de no más de 2,5 m/s (500 fpm) con una entrada orientada hacia abajo de tal manera que todo el aire de admisión pase hacia arriba a través de un plano horizontal que cruce las superficies sólidas de la campana antes de entrar en el sistema;
- e) gestione el agua que ingresa en la abertura de admisión proporcionando un área de drenaje o dispositivos de eliminación de humedad.

5.5.3 Ingreso de lluvia

El equipo de manejo y distribución de aire montado al aire libre deberá estar diseñado para evitar el ingreso de lluvia en la corriente de aire cuando se pruebe al flujo de aire de diseño y sin flujo de aire, utilizando el aparato de prueba de lluvia descrito en la Sección 58 de UL 199510.

5.5.4 Pantallas contra pájaros

Las tomas de aire exterior deben incluir un dispositivo de tamizado diseñado para evitar el ingreso por una sonda de 13 mm (1,5 pulg.) de diámetro. El material de ocultación del dispositivo será resistente a la corrosión. Se colocará el dispositivo de ocultación, o se tomarán otras medidas para evitar que las aves se aniden dentro de la toma de aire exterior.

Nota: Cualquier superficie horizontal puede estar sujeta a anidación de aves.

5.6 Captura local de contaminantes

La descarga de equipos de no combustión que capturen los contaminantes generados por el equipo se conducirá directamente al exterior.

Nota: Equipo específicamente diseñado para la descarga en interiores de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

5.7 Aire de combustión

Los aparatos de combustión, tanto ventilados como no ventilados, deberán estar provistos de aire para la combustión y eliminación de los productos de combustión de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los productos de combustión de los aparatos ventilados se ventilarán directamente al exterior.

5.8 Eliminación del material particulado

Los filtros de material particulado o filtros de aire que tengan un valor mínimo de notificación de eficiencia (MERV) de no menos de 8 cuando se clasifiquen de acuerdo con la norma 52.212 de ANSI/ASHRAE deben ser suministrados aguas arriba de todas las bobinas de enfriamiento u otros dispositivos con superficies mojadas a través de las cuales se suministra aire a un espacio ocupable.

Nota: Bobinas de enfriamiento que están diseñadas, controladas y operadas para proporcionar enfriamiento sensible solamente.

5.9 Sistemas de deshumidificación

Los sistemas mecánicos de aire acondicionado con capacidad de deshumidificación deberán estar diseñados para cumplir con los apartados siguientes.

5.9.1 Humedad relativa

La humedad relativa del espacio ocupado se limitará al 65 % o menos cuando el rendimiento del sistema se analice con aire exterior en la condición de diseño de deshumidificación (es decir, el punto de rocío de diseño y la temperatura media de bulbo seco serán coincidentes) y con las cargas interiores (sensibles y latentes) a valores de diseño de enfriamiento y cargas solares espaciales a cero.

Nota 1: Lo anterior no aplica a los espacios en los que los requisitos de proceso o de ocupación imponen condiciones de humedad más elevadas, como las cocinas; cuartos de bañera de hidromasaje que contienen agua estancada caliente; trasteros refrigerados o congelados y pistas de hielo; espacios diseñados y construidos para manejar la humedad, tales como cuartos de ducha, cuartos de la piscina, y cuartos de balneario.

Nota 2: La configuración del sistema, las condiciones climáticas o una combinación de ambas podrían limitar adecuadamente la humedad relativa del espacio en estas condiciones sin dispositivos adicionales de control de la humedad. Las condiciones especificadas desafían el rendimiento de la deshumidificación del sistema con elevada carga latente al aire libre y una relación de calor sensible al espacio reducido.

5.9.2 Construcción de la exfiltración

Los sistemas de ventilación de un edificio deberán estar diseñados de modo que la entrada total de aire exterior del edificio iguale o supere el escape total del edificio en todas las condiciones de carga y restablecimiento dinámico.

Nota 1: Lo anterior no aplica en las siguientes condiciones:

- Cuando un desequilibrio sea requerido por consideraciones de proceso y aprobado por la autoridad competente, como en ciertas instalaciones industriales;
- Cuando la temperatura de bulbo seco de aire exterior está por debajo de la temperatura de diseño del punto de rocío del espacio interior.

Nota 2: Aunque las zonas individuales dentro de un edificio pueden ser neutras o negativas con respecto al exterior u otras zonas, el flujo de aire positivo neto para el edificio en su conjunto reduce la infiltración de aire exterior no tratado.

5.10 Bandejas de drenaje

Las bandejas de drenaje, incluyendo sus salidas y sellos, deben ser diseñadas y construidas de acuerdo con este apartado.

5.10.1 Pendiente de la bandeja de drenaje

Las bandejas destinadas a recoger y drenar agua líquida deberán estar inclinadas por lo menos a 10 mm/m (0,125 pulg./pie) desde la horizontal hacia la salida de desagüe o deberán diseñarse de manera que el agua se descargue libremente desde la bandeja si el ventilador está encendido o apagado.

5.10.2 Salida de drenaje

La salida de drenaje debe estar ubicada en el punto o puntos más bajos de la bandeja de drenaje y debe dimensionarse para evitar su desbordamiento bajo cualquier condición de operación normalmente esperada.

5.10.3 Sellado del drenaje

Para las configuraciones que dan lugar a una presión estática negativa en la bandeja de drenaje con respecto a la salida de drenaje (tal como una unidad de extracción), la línea de drenaje incluirá un dispositivo de sellado tipo trampa P u otro dispositivo de sellado diseñado para mantener un sello contra la ingestión de aire ambiente, drenaje completo de la bandeja de drenaje bajo cualquier condición de funcionamiento normalmente esperada, si el ventilador está encendido o apagado.

5.10.4 Tamaño de la bandeja

La bandeja de drenaje se colocará debajo del dispositivo de producción de agua. El ancho de la bandeja de drenaje debe dimensionarse para recoger las gotas de agua a lo largo de todo el ancho del dispositivo o conjunto productor de agua. Para las configuraciones horizontales del flujo de aire, la longitud de la bandeja de drenaje comenzará en la cara delantera o borde del dispositivo o conjunto productor de agua y se extenderá aguas abajo de la cara o borde saliente a una distancia de:

- a) la mitad de la dimensión vertical instalada del dispositivo o conjunto de producción de agua; o
- b) como sea necesario para limitar la acumulación de gotitas de agua más allá de la bandeja de drenaje a 1,5 ml/m² (0,0044 oz/ft²) de área superficial por hora bajo condiciones de pico máximo y pico de punto de rocío, lo que representa tanto la carga latente como la velocidad de la cara de la bobina.

5.11 Bobinas de tubo con aletas e intercambiadores de calor

5.11.1 Bandejas de drenaje

Deberá disponerse de una bandeja de drenaje de acuerdo con el apartado 5.10 debajo de todos los conjuntos de serpentines de enfriamiento deshumidificadores y todos los intercambiadores de calor productores de condensado.

5.11.2 Selección de la bobina de tubo con aletas para la limpieza

Se deben seleccionar bobinas de tubo de aletas individuales o múltiples bobinas de tubo con aletas en serie sin espacios de acceso intermedios de 457 mm (18 pulg.) como mínimo para dar como resultado una caída de presión de bobina seca combinada de más de 187 Pa (0,75 pulg.wc) a 2,54 m/s (500 fpm) de velocidad frontal.

5.12 Humidificadores y sistemas de pulverización de agua

Los humidificadores de vapor y de evaporación directa, las arandelas de aire, los enfriadores de evaporación directa y otros sistemas de rociado con agua se diseñarán de conformidad con este apartado.

5.12.1 Calidad del agua

La pureza del agua debe cumplir o exceder las normas de agua potable en el punto en que entra en el sistema de ventilación, el espacio o el generador de vapor de agua. El vapor de agua generado no contendrá aditivos químicos distintos de los químicos en un sistema de agua potable.

Nota: Lo anterior no aplica en los sistemas de rociado con agua que utilizan aditivos químicos que cumplen con la Norma NSF/ANSI 60, Productos para el Tratamiento del Agua Potable-Efectos sobre la Salud y cuando se utilicen aditivos para agua de caldera que cumplan con los requisitos de 21 CFR 173.310, Aditivos alimentarios secundarios directos permitidos en alimentos para consumo humano, e incluyen dispositivos de dosificación automatizados.

5.12.2 Obstrucciones

Los limpiadores de aire u obstrucciones de conductos, tales como paletas giratorias, amortiguadores de volumen y compensaciones de conductos mayores de 15 grados, que se instalan aguas abajo de humidificadores o sistemas de rociado de agua, deben ubicarse a una distancia igual o mayor a la distancia de absorción recomendada por el humidificador o fabricante del sistema de pulverización de agua.

Nota: Se permitirá que los equipos tales como eliminadores, bobinas o medios de evaporación se ubiquen dentro de la distancia de absorción recomendada por el fabricante, siempre que se utilice una bandeja de drenaje que cumpla con los requisitos del apartado 5.10 para capturar y eliminar cualquier agua que caiga de la corriente de aire debido al choque en estas obstrucciones.

5.13 Acceso para inspección, limpieza y mantenimiento

5.13.1 Delimitación del espacio de trabajo del equipo

El equipo de ventilación debe ser instalado con espacio de trabajo que permita la inspección y el mantenimiento de rutina, incluyendo el reemplazo del filtro y el ajuste y reemplazo de la correa del ventilador.

5.13.2 Acceso al equipo de ventilación

Las puertas, paneles u otros medios de acceso deben estar provistos y dimensionados para permitir un acceso sin obstrucciones para la inspección, mantenimiento y calibración de todos los componentes del sistema de ventilación para los cuales se requiere inspección, mantenimiento o calibración de rutina. Los

componentes del sistema de ventilación incluyen unidades de tratamiento de aire, unidades de ventilador, bombas de calor de fuente de agua, otras unidades terminales, controladores y sensores.

5.13.3 Sistema de distribución de aire

Las puertas, paneles u otros medios de acceso deben estar provistos en los equipos de ventilación, conductos; ubicados y dimensionados para permitir el acceso conveniente y sin obstrucciones para la inspección, limpieza y mantenimiento rutinario de lo siguiente:

- a) áreas de entrada de aire exterior;
- b) aire mezclado total;
- c) superficie de corriente ascendente de cada conjunto de bobina o serpentín de calentamiento, refrigeración y recuperación de calor que tiene un total de cuatro filas o menos;
- d) tanto la superficie corriente arriba como la corriente abajo de cada bobina de calentamiento, enfriamiento y recuperación de calor tienen un total de más de cuatro filas y arandelas de aire, refrigeradores de evaporación, ruedas térmicas y otros intercambiadores de calor;
- e) limpiadores de aire;
- f) bandejas de drenaje y sellos de drenaje;
- g) ventiladores;
- h) humidificadores.

5.14 Envoltente de edificio y superficies interiores

La envoltente del edificio y las superficies interiores de la envoltente del edificio se deben diseñar de acuerdo con los siguientes apartados.

5.14.1 Envoltente del edificio

La envoltente del edificio, incluyendo techos, paredes, sistemas de ventanales y cimentaciones, debe cumplir con lo siguiente:

- a) se debe proveer una barrera contra el clima, u otros medios, para evitar la penetración de agua líquida en la envoltente;

Nota: Esto no aplica cuando la envoltente está diseñada para permitir la penetración de agua incidental que se produzca sin dañar la construcción de la misma.

- b) se debe proveer un retardador de vapor colocado apropiadamente, u otros medios, para limitar la difusión del vapor de agua para evitar la condensación en superficies frías dentro de la envoltente;

Nota: Esto no aplica cuando la envoltente está diseñada para manejar la condensación incidental sin dañar la construcción de la misma.

- c) las juntas externas, las costuras o las penetraciones en la envolvente del edificio que sean caminos para la fuga de aire deben ser provistas de una barrera continua de aire o selladas de otra manera para limitar la infiltración a través de la envolvente para reducir la entrada incontrolada de humedad de aire exterior y contaminantes.

Nota: En las localidades donde los suelos contienen altas concentraciones de radón u otros gases contaminantes del suelo, la autoridad competente podría imponer medidas adicionales, como la despresurización del subsuelo.

5.14.2 Condensación en superficies interiores

Las tuberías, conductos y otras superficies dentro del edificio cuyas temperaturas superficiales se espera que caigan por debajo de la temperatura del punto de rocío circundante deben estar aisladas. La resistencia térmica y las características del material del sistema de aislamiento deben prevenir que se formen condensados en la superficie expuesta y dentro del material aislante.

Nota: Lo anterior no aplica en donde el condensado mojará solamente superficies que serán manejadas para prevenir o controlar el crecimiento del moho y cuando la práctica local ha demostrado que la condensación no da lugar al crecimiento del moho.

5.15 Edificios con estacionamientos adjuntos

Con el fin de limitar la entrada de escape de vehículos en espacios ocupables, los edificios con estacionamientos adjuntos deben estar diseñados para:

- a) mantener la presión del estacionamiento en o por debajo de la presión de los espacios adjuntos ocupables,
- b) utilizar un vestíbulo para proporcionar una esclusa de aire entre el estacionamiento y los espacios ocupables adjuntos, o
- c) de lo contrario limitar la migración de aire desde el estacionamiento adjunto a los espacios ocupables del edificio de una manera aceptable para la autoridad competente.

5.16 Clasificación del aire y recirculación.

El aire se debe clasificar y su recirculación se debe limitar de acuerdo con los siguientes apartados.

5.16.1 Clasificación

El aire (retorno, transferencia o aire de escape) que salga de cada espacio o ubicación debe ser designado con una clasificación de calidad del aire esperada no inferior a la que se muestra en las Tablas 2, 3 o 6 o aprobada por la autoridad competente.

Los espacios o lugares de salida de aire que no se enumeran en las Tablas 2, 3 o 6 se deben designar con la misma clasificación que el aire del espacio o lugar más similar que se enumeran en términos de actividades de ocupantes y construcción de edificios.

Tabla 2 - Fuentes o corrientes de aire

Descripción	Clase de Aire
Descarga de equipos de impresión Diazo	4
Campanas extractoras de grasa de cocinas comerciales	4
Campanas extractoras de cocinas comerciales distintas de las de grasa	3
Campanas de laboratorio	4 ^a
Campanas de cocina residenciales	3
Sala de máquinas elevadoras hidráulicas	2
^a Clase de aire 4 a menos que se determine lo contrario por el profesional responsable de salud y seguridad ambiental ante el propietario o la persona designada por el propietario.	

Nota: Las clasificaciones de las Tablas 2, 3 y 6 se basan en la concentración relativa de contaminantes utilizando los siguientes criterios subjetivos:

- Clase 1: Aire con baja concentración de contaminantes, baja intensidad de irritación sensorial y olor inofensivo.
- Clase 2: Aire con concentración moderada de contaminantes, leve intensidad de irritación sensorial u olores ligeramente ofensivos (el aire de Clase 2 también incluye aire que no es necesariamente perjudicial u objetable, pero que no es apropiado para la transferencia o recirculación a espacios utilizados para diferentes propósitos).
- Clase 3: Aire con concentración significativa de contaminantes, intensidad sensorial-irritación significativa u olor ofensivo.
- Clase 4: Aire con humos o gases altamente desagradables o con partículas, bio aerosoles o gases potencialmente peligrosos, en concentraciones lo suficientemente altas como para ser consideradas nocivas.

5.16.2 Re designación

5.16.2.1 Limpieza del aire

Si el aire que sale de un espacio o lugar pasa a través de un sistema de limpieza de aire, se debe permitir re designar el aire limpio a una clasificación más limpia si se basa en los criterios subjetivos de la nota del apartado 5.16.1 y aprobado por la autoridad competente.

5.16.2.2 Transferencia

Una mezcla de aire que ha sido transferido a través o devuelto de espacios o lugares con diferentes clases de aire debe ser rediseñado con la clasificación más alta entre las clases de aire mezcladas.

Nota: Por ejemplo, el aire de retorno mixto a un sistema común que sirve tanto a un espacio de Clase 1 como a un espacio de Clase 2 se designa como aire de Clase 2.

5.16.2.3 Espacios auxiliares

Se autoriza la re designación del aire Clase 1 al aire Clase 2 para los espacios Clase 1 que sean auxiliares a los espacios Clase 2.

Nota: Por ejemplo, una oficina dentro de un restaurante puede ser designada como un espacio auxiliar de un espacio de Clase 2, lo que permite a la oficina recibir aire Clase 2.

5.16.3 Limitaciones de la recirculación

Cuando se use el procedimiento de velocidad de ventilación del capítulo 6 para determinar los valores del flujo de aire de ventilación, la recirculación de aire debe ser limitada de acuerdo con los requisitos de este apartado.

5.16.3.1 Aire clase 1

Se debe permitir la recirculación o transferencia de aire clase 1 a cualquier espacio.

5.16.3.2 Aire Clase 2

5.16.3.2.1 Se debe permitir la recirculación del aire de clase 2 dentro del espacio de origen.

5.16.3.2.2 Se debe permitir la recirculación o transferencia de aire Clase 2 a otros espacios de Clase 2 o Clase 3, siempre que los otros espacios se utilicen para el mismo propósito, uno similar o tareas que involucren fuentes de contaminantes iguales o similares a los de los espacios Clase 2.

5.16.3.2.3 Se debe permitir la transferencia de aire de Clase 2 a las salas de aseo.

5.16.3.2.4 Se debe permitir la recirculación o transferencia de aire Clase 2 a espacios Clase 4.

5.16.3.2.5 El aire de Clase 2 no debe ser recirculado o transferido a espacios de Clase 1.

Nota: Cuando se utiliza cualquier dispositivo de recuperación de energía, se permite la recirculación de fugas, transporte o transferencia desde el lado de escape del dispositivo de recuperación de energía. El aire recirculado de la Clase 2 no debe exceder el 10 % del flujo de la toma de aire exterior.

5.16.3.3 Aire clase 3

5.16.3.3.1 Se debe permitir la recirculación del aire de Clase 3 dentro del espacio de origen.

5.16.3.3.2 La Clase 3 de aire no debe ser recirculada ni transferida a ningún otro espacio.

Nota: Cuando se utiliza cualquier dispositivo de recuperación de energía, se permite la recirculación de fugas, transporte o transferencia desde el lado de escape del dispositivo de recuperación de energía. El aire recirculado Clase 3 no debe exceder el 5 % del flujo de entrada de aire exterior.

5.16.3.4 Aire clase 4

El aire de Clase 4 no debe ser recirculado o transferido a ningún espacio o recirculado dentro del espacio de origen.

5.16.4 Documentación

La documentación de diseño debe indicar la justificación para la clasificación del aire de cualquier categoría de ocupación, corriente de aire o ubicación no enumerada en la Tabla 2, 3 o 6.

6 PROCEDIMIENTOS

6.1 Generalidades

Los procedimientos para la tasa de ventilación, para la calidad del aire interior, para la ventilación natural, o una combinación de los mismos deben ser utilizados para cumplir con los requisitos de este capítulo. Además, se deben cumplir los requisitos de ventilación de escape del apartado 6.5, independientemente del método utilizado para determinar las tasas mínimas de flujo de aire exterior.

Nota: A pesar de que el flujo de aire de admisión determinado usando cada uno de estos enfoques puede diferir significativamente debido a supuestos sobre el diseño, cualquiera de estos enfoques es una base válida para el diseño.

6.1.1 Procedimiento para la tasa de ventilación

Se debe permitir el uso del procedimiento de diseño prescriptivo presentado en el apartado 6.2, en el que las tasas de entrada de aire exterior se determinan con base en el tipo de espacio/aplicación, el nivel de ocupación, y la superficie del suelo, para cualquier zona o sistema.

Nota: Las tasas mínimas del procedimiento para la tasa de ventilación se basan en fuentes de contaminación y magnitud de las fuentes que son típicos para las categorías de ocupación mencionados.

6.1.2 Procedimiento de calidad del aire interior

Se debe permitir el uso de este procedimiento de diseño basado en el desempeño presentado en el apartado 6.3, en el que las tasas de entrada de aire exterior del edificio y otros parámetros de diseño del sistema se basan en un análisis de las fuentes de contaminación, los límites de concentración de contaminantes, y el nivel de aceptabilidad del aire interior percibido, para cualquier zona o sistema.

6.1.3 Procedimiento de ventilación natural

Se debe permitir el uso del procedimiento de diseño prescriptivo presentado en el apartado 6.4, en el que se proporciona el aire exterior a través de aberturas al exterior, para cualquier zona o porción de una zona en conjunción con sistemas de ventilación mecánica, de acuerdo al apartado 6.4.

6.2 Procedimiento para la tasa de ventilación

El flujo de entrada de aire exterior (V_{ot}) para un sistema de ventilación se debe determinar de acuerdo con los apartados del 6.2.1 al 6.2.7.

Nota: Una explicación adicional de los términos utilizados a continuación está contenida en el Anexo A, junto con un esquema del sistema de ventilación (Figura A.1).

6.2.1 Tratamiento del aire exterior

Cada sistema de ventilación que proporciona aire exterior a través de un ventilador de suministro debe cumplir con los siguientes apartados.

Nota 1: Lo anterior no aplica a los sistemas que suministran aire para garajes cerrados de estacionamiento, almacenes, trasteros, armarios de conserje, salas de basura, áreas de reciclaje, zonas de expedición/recepción/distribución.

Nota 2: Espacios ocupados ventilados con aire exterior que se considera inaceptable, están sujetos a la calidad del aire reducida cuando el aire exterior no se limpia antes de la introducción en los espacios ocupados.

6.2.1.1 Partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀)

En los edificios situados en un área donde se ha superado los límites permisibles de la legislación vigente para PM₁₀, se debe proporcionar filtros de partículas o dispositivos de limpieza de aire, para limpiar el aire exterior en cualquier locación antes de su introducción en los espacios ocupados. Los filtros de partículas o filtros de aire deben tener un valor de eficiencia reportado (*Minimum Efficiency Reporting Values* MERV, por sus siglas en inglés) no menor a 6, cuando la clasificación esté de acuerdo con la norma ASHRAE 52.2.

6.2.1.2 Partículas de menos de 2,5 micrómetros (PM_{2,5})

En los edificios situados en un área donde se ha superado los límites permisibles de la legislación vigente para PM_{2,5}, se debe proporcionar filtros de partículas o dispositivos de limpieza de aire, para limpiar el aire exterior en cualquier locación antes de su introducción en los espacios ocupados. Los filtros de partículas o filtros de aire deben tener un valor de eficiencia reportado (MERV) no menor a 11 cuando una la clasificación esté de acuerdo con la norma ASHRAE 52.2.

Nota: Ver Anexo F de recursos en relación con los límites permisibles de la legislación vigente para material particulado.

6.2.1.3 Ozono

Se debe proveer dispositivos de limpieza de aire para el ozono cuando la cuarta concentración más alta en las ocho horas promedio diarias del promedio anual de los tres últimos años es superior a 0,107 ppm (209 µg/m³). Tales dispositivos de limpieza de aire deben tener una eficiencia de remoción volumétrica de ozono no menor al 40 %, cuando sea instalado, operado y mantenido de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y debe ser aprobado por la autoridad competente. Dichos dispositivos deben ser operados en donde se espera que los niveles de ozono al aire libre excedan las 0,107 ppm (209 µg/m³).

Nota: La limpieza del aire para el ozono no se debe requerir en caso de: 1) El diseño del sistema para el flujo de entrada de aire exterior es de 1,5 ACH (del inglés *Air Changes Per Hour*) o menos. 2) se disponga de controles que detecten el nivel de ozono en el exterior y reduzcan el caudal de aire de entrada a 1,5 ACH o menos, cumpliendo al mismo tiempo los requisitos de caudal de aire en el exterior del Capítulo 6, o 3) el aire exterior introducido al edificio es calentado por las unidades de aire de reposición de fuego directo.

6.2.1.4 Otros contaminantes al aire libre

En los edificios situados en una zona donde se exceden los límites permisibles de la legislación vigente para uno o más contaminantes indicados en el apartado 6.2.1, cualquier supuesto de diseño y cálculos relacionados con el impacto en la calidad del aire interior se debe incluir en los documentos de diseño.

6.2.2 Cálculos de zona

Se deben determinar los parámetros de ventilación de la zona de ventilación de acuerdo con los apartados del 6.2.2.1 al 6.2.2.3, para las zonas de ventilación abastecidas por el sistema de ventilación.

6.2.2.1 Zona de respiración del flujo de aire exterior

El flujo de aire exterior requerido en la zona de respiración (V_{bz}) del espacio ocupable o espacios en una zona de ventilación no debe ser menor que el valor determinado con la Ecuación 1.

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z \quad (1)$$

dónde

A_z = Superficie de zona, la superficie ocupable neto de la zona de ventilación, m² (pies²);

P_z = población de la zona, el número de personas en la zona de ventilación durante el uso;

R_p = tasa de flujo de aire requerido por persona determinada a partir de la Tabla 3;

Nota: Estos valores se basan en los ocupantes adaptados.

R_a = tasa de flujo de aire requerido por unidad de superficie determinada a partir de la Tabla 3.

Nota: La ecuación 1 considera las fuentes relacionadas con las personas y las fuentes relacionadas con la superficie de forma independiente en la determinación de la tasa de aire exterior requerida en la zona de respiración. El uso de la Ecuación 1 en el contexto de este documento no implica necesariamente la simple suma de los flujos de aire exterior de diferentes fuentes, se puede aplicar a cualquier otro aspecto de la calidad del aire interior.

6.2.2.1.1 Diseño de Zona Poblada

El Diseño de zona poblada (P_z) debe ser igual al mayor número (pico) de personas que vayan a ocupar la zona de ventilación durante el uso típico.

Nota 1: Cuando el número de personas que vayan a ocupar la zona de ventilación fluctúa, se debe permitir la zona poblada igual al número promedio de personas, siempre y cuando dicho promedio sea determinado de acuerdo con el apartado 6.2.6.2.

Nota 2: Cuando número mayor o el promedio de personas que vayan a ocupar la zona de ventilación no se puede establecer para un diseño específico, se debe permitir un valor estimado para la población de la zona, siempre y cuando dicho valor es el producto del área neta ocupable de la zona de ventilación y la densidad de ocupación por defecto indicada en la Tabla 3.

Tabla 3 - Tasas mínimas de ventilación en la zona respiratoria (1 de 5)

Categoría de ocupación	Tasa de aire exterior por persona R_p		Tasa de aire exterior por área R_a		Nota	Valores predeterminados			
	L/s/persona	Pie ³ /min/persona	L/s/m ²	Pie ³ /min/pie ²		Densidad de ocupación (ver Nota 4)	Tasa de aire exterior combinado (ver Nota 5)		
						100 m ²	Pie ³ /min/persona	L/s/persona	Clase de aire
Instalaciones correccionales									
Celda	2,5	5	0,6	0,12		25	10	4,9	2
Cuarto de día	2,5	5	0,3	0,06		30	7	3,5	1
Estaciones de guardia	2,5	5	0,3	0,06		15	9	4,5	1
Reserva/espera	3,8	7,5	0,3	0,06		50	9	4,4	2
Instalaciones educativas									
Guardería (hasta los 4 años)	5	10	0,9	0,18		25	17	8,6	2
Cuidado de niños	5	10	0,9	0,18		25	17	8,6	3
Aulas (edades 5-8)	5	10	0,6	0,12		25	15	7,4	1
Aulas (9 años y más)	5	10	0,6	0,12		35	13	6,7	1
Aula de clases	3,8	7,5	0,3	0,06	H	65	8	4,3	1
Sala de conferencias (asientos fijos)	3,8	7,5	0,3	0,06	H	150	8	4,0	1
Aula de arte	5	10	0,9	0,18		20	19	9,5	2
Laboratorios científicos	5	10	0,9	0,18		25	17	8,6	2
Universidad/Laboratorios universitarios	5	10	0,9	0,18		25	17	8,6	2
Tienda de madera/metal	5	10	0,9	0,18		20	19	9,5	2
Laboratorio de computación	5	10	0,6	0,12		25	15	7,4	1
Centros de entretenimiento	5	10	0,6	0,12	A	25	15	7,4	1
Música/teatro/danza	5	10	0,3	0,06	H	35	12	5,9	1
Salones multiuso	3,8	7,5	0,3	0,06	H	100	8	4,1	1

Tabla 3 - (2 de 5)

Categoría de ocupación	Tasa de aire exterior por persona R_p		Tasa de aire exterior por área R_a		Nota	Valores predeterminados			
	L/s/persona	Pie ³ /min/persona	L/s/m ²	Pie ³ /min/pie ²		Densidad de ocupación (ver Nota 4)	Tasa de aire exterior combinado (ver Nota 5)		
						100 m ²	Pie ³ /min/persona	L/s/persona	Clase de aire
Servicio de comidas y bebidas									
Restaurante de comidas	3,8	7,5	0,9	0,18		70	10	5,1	2
Cafetería/comida rápida	3,8	7,5	0,9	0,18		100	9	4,7	2
Bares, salones de cocteles	3,8	7,5	0,9	0,18		100	9	4,7	2
Cocinas	3,8	7,5	0,6	0,12		20	14	7,0	2
General									
Salas de descanso	2,5	5	0,3	0,06	H	25	7	3,5	1
Estaciones de café	2,5	5	0,3	0,06	H	20	8	4	1
Conferencias/reuniones	2,5	5	0,3	0,06	H	50	6	3,1	1
Corredores	—	—	0,3	0,06	H	—			1
Cuarto de almacenamiento para líquidos o geles	2,5	5	0,6	0,12	B	2	65	32,5	2
Hoteles, Moteles, Resorts, Dormitorios									
Dormitorio/sala de estar	2,5	5	0,3	0,06	H	10	11	5,5	1
Dormitorios	2,5	5	0,3	0,06	H	20	8	4	1
Cuartos de lavandería, centrales	2,5	5	0,6	0,12		10	17	8,5	2
Cuartos de lavandería dentro de las viviendas	2,5	5	0,6	0,12		10	17	8,5	1
Lobbies/Vestíbulos	3,8	7,5	0,3	0,06	H	30	10	4,8	1
Salas multipropósito	2,5	5	0,3	0,06	H	120	6	2,8	1

Tabla 3 - (3 de 5)

Categoría de ocupación	Tasa de aire exterior por persona R_p		Tasa de aire exterior por área R_a		Nota	Valores predeterminados			
	L/s/persona	Pie ³ /min/persona	L/s/m ²	Pie ³ /min/pie ²		Densidad de ocupación (ver Nota 4)	Tasa de aire exterior combinado (ver Nota 5)		
						100 m ²	Pie ³ /min/persona	L/s/persona	Clase de aire
Edificios de oficinas									
Salas de descanso	2,5	5	0,6	0,12		50	7	3,5	1
Lobbies de entrada principal	2,5	5	0,3	0,06	H	10	11	5,5	1
Almacenes de materiales secos	2,5	5	0,3	0,06		2	35	17,5	1
Espacio de oficina	2,5	5	0,3	0,06	H	5	17	8,5	1
Áreas de recepción	2,5	5	0,3	0,06	H	30	7	3,5	1
Teléfono/entrada de datos	2,5	5	0,3	0,06	H	60	6	3	1
Espacios misceláneos									
Bóvedas bancarias/depósitos de seguros	2,5	5	0,3	0,06	H	5	17	8,5	2
Bancos o lobbies de bancos	3,8	7,5	0,3	0,06	H	15	12	6,0	1
Computadoras (no impresoras)	2,5	5	0,3	0,06	H	4	20	10,0	1
Congelador y espacios refrigerados (<50°F)	5	10	0	0	E	0	0	0	2
Fabricación general (excluye las industrias pesadas y los procesos que utilizan productos químicos)	5,0	10	0,9	0,18		7	36	18	3
Farmacia (área de preparación)	2,5	5	0,9	0,18		10	23	11,5	2
Estudios fotográficos	2,5	5	0,6	0,12		10	17	8,5	1
Envío/recepción	5	10	0,6	0,12	B	2	70	35	2
Clasificación, embalaje, empaque ligero	3,8	7,5	0,6	0,12		7	25	12,5	2
Casetas telefónicas	—	—	0,0	0,00		—			1
Transporte en espera	3,8	7,5	0,3	0,06	H	100	8	4,1	1
Bodegas	5	10	0,3	0,06	B	—			2

Tabla 3 - (4 de 5)

Categoría de ocupación	Tasa de aire exterior por persona R_p		Tasa de aire exterior por área R_a		Nota	Valores predeterminados			
	L/s/persona	Pie ³ /min/persona	L/s/m ²	Pie ³ /min/pie ²		Densidad de ocupación (ver Nota 4)	Tasa de aire exterior combinado (ver Nota 5)		
						100 m ²	Pie ³ /min/persona	L/s/persona	Clase de aire
Espacios de reunión públicos									
Salas de estar de auditorios	2,5	5	0,3	0,06	H	150	5	2,7	1
Lugares de culto religiosos	2,5	5	0,3	0,06	H	120	6	2,8	1
Salas de tribunal	2,5	5	0,3	0,06	H	70	6	2,9	1
Cámaras legislativas	2,5	5	0,3	0,06	H	50	6	3,1	1
Bibliotecas	2,5	5	0,6	0,12		10	17	8,5	1
Lobbies	2,5	5	0,3	0,06	H	150	5	2,7	1
Museos de niños	3,8	7,5	0,6	0,12		40	11	5,3	1
Museos/galerías	3,8	7,5	0,3	0,06	H	40	9	4,6	1
Residencial									
Unidad de vivienda	2,5	5	0,3	0,06	F, G, H	F			1
Corredores comunes	—	—	0,3	0,06	H				1
Ventas al por menor									
Ventas (con excepción de las de abajo)	3,8	7,5	0,6	0,12		15	16	7,8	2
Áreas comunes de centros comerciales	3,8	7,5	0,3	0,06	H	40	9	4,6	1
Barberías	3,8	7,5	0,3	0,06	H	25	10	5,0	2
Salones de belleza y de uñas	10	20	0,6	0,12		25	25	12,4	2
Tiendas de mascotas	3,8	7,5	0,9	0,18		10	26	12,8	2
Supermercados	3,8	7,5	0,3	0,06	H	8	15	7,6	1
Lavanderías con monedas	3,8	7,5	0,6	0,12		20	14	7,0	2

Tabla 3 - (5 de 5)

Categoría de ocupación	Tasa de aire exterior por persona R_p		Tasa de aire exterior por área R_a		Nota	Valores predeterminados			
	L/s/persona	Pie ³ /min/persona	L/s/m ²	Pie ³ /min/pie ²		Densidad de ocupación (ver Nota 4)	Tasa de aire exterior combinado (ver Nota 5)		
						100 m ²	Pie ³ /min/persona	L/s/persona	Clase de aire
Deporte y entretenimiento									
Gimnasios, pistas deportivas (áreas de juego)	10	20	0,9	0,18	E	7	45	23	2
Áreas de espectadores	3,8	7,5	0,3	0,06	H	150	8	4,0	1
Natación (piscina y terraza)	—	—	2,4	0,48	C	—			2
Pistas de baile y discotecas	10	20	0,3	0,06	H	100	21	10,3	2
Club de salud/sala de aeróbicos	10	20	0,3	0,06		40	22	10,8	2
Club de salud/salas de pesas	10	20	0,3	0,06		10	26	13,0	2
Pista de bolos (asientos)	5	10	0,6	0,12		40	13	6,5	1
Casinos	3,8	7,5	0,9	0,18		120	9	4,6	1
Juegos arcade	3,8	7,5	0,9	0,18		20	17	8,3	1
Escenarios, teatro, estudios	5	10	0,3	0,06	D, H	70	11	5,4	1
<p>A Para las bibliotecas de escuelas secundarias y universitarias, se utilizarán los valores indicados para "Espacios de reunión pública-Bibliotecas".</p> <p>B La tasa puede no ser suficiente cuando los materiales almacenados incluyen aquellos que tienen una emisión potencialmente dañina.</p> <p>C La tasa no permite el control de la humedad. "Área de la terraza" se refiere al área que rodea la piscina y que puede ser mojada durante el uso de la piscina o cuando ésta está ocupada. La zona de la terraza que no se espera que se moje se designará como categoría de ocupación.</p> <p>D La categoría no incluye los escapes especiales para efectos escénicos, como los vapores de hielo seco y el humo.</p> <p>E Cuando se prevea el uso de equipos de combustión en la superficie de juego o en el espacio, se proporcionará ventilación de dilución adicional, control de la fuente, o ambos.</p> <p>F La ocupación por defecto de las unidades de vivienda será de dos personas para los estudios y las unidades de un dormitorio, con una persona más por cada dormitorio adicional.</p> <p>G El aire de una vivienda residencial no se recirculará ni se transferirá a ningún otro espacio fuera de esa vivienda.</p> <p>H Se permitirá que el aire de ventilación de esta categoría de ocupación se reduzca a cero cuando el espacio esté en modo de ocupación-espera.</p> <p>Notas:</p> <p>Nota 1. Requisitos relacionados: Las tasas de esta tabla se basan en todos los demás requisitos aplicables de este documento que se cumplan.</p> <p>Nota 2. Densidad del aire: Las tasas volumétricas de flujo de aire se basan en una densidad de aire seco de 1,2 kg_{da}/m³ a una presión barométrica de 101,3 kPa (1 atm) y una temperatura del aire de 21 °C (70 °F). Se permitirá que las tasas se ajusten a la densidad real.</p> <p>Nota 3. Densidad de ocupantes por defecto: Se utilizará la densidad de ocupantes por defecto cuando no se conozca la densidad real de ocupantes.</p> <p>Nota 4. Tasa de aire exterior combinado por defecto (por persona): La tasa se basa en la densidad de ocupantes predeterminada.</p> <p>Nota 5. Ocupaciones no listadas: Cuando la categoría de ocupación de un espacio o zona propuesta no se encuentre en la lista, se utilizarán los requisitos para la categoría de ocupación enumerada que sea más similar en cuanto a densidad de ocupantes, actividades y construcción de edificios.</p>									

6.2.2.2 Eficacia de distribución de aire de la zona

La eficacia de distribución de aire de la zona (E_z) no deber ser mayor al valor predeterminado, que se determina usando la Tabla 4.

Nota: Para algunas configuraciones, el valor predeterminado depende del espacio y la temperatura del aire suministrado.

Tabla 4 - Eficacia de distribución de aire de la zona

Configuración de distribución de aire	E_z
Techo con suministro de aire frío	1,0
Techo con suministro de aire caliente y retorno de piso	1,0
Techo con suministro de aire caliente a 8 °C (15 °F) o más por encima de la temperatura ambiente y del techo	0,8
Techo con suministro de aire caliente a temperaturas inferiores a 8 °C (15 °F) por encima de la temperatura ambiente y la de retorno por el techo, siempre que el flujo de aire de sea 0,8 m/s (150 pies/min) y llegue a 1,4 m (4,5 pies) (Ver nota 6)	1,0
El suministro de aire frío por el piso y retorno por el techo, siempre que el tiro vertical sea mayor de 0,25 m/s (50 pies/min) a una altura de 1,4 m (4,5 pies) o más sobre el piso	1,0
El suministro de aire frío por el piso y retorno de techo, siempre que la ventilación de desplazamiento a baja velocidad logre un flujo unidireccional y estratificación térmica, o sistemas de distribución de aire bajo suelo donde el tiro vertical es menor o igual a 0,25 m/s (50 pies/min) a una altura de 1,4 m (4,5 pies) sobre el piso	1,2
Suministro aire caliente por el piso y retorno de piso	1,0
Suministro de aire caliente por el piso y retorno por el techo	0,7
La fuente de ajuste es extraída en el lado opuesto de la habitación del escape, retorno, o ambos.	0,8
Suministro de ajuste estirado cerca del escape, retorno o ambos lugares.	0,5
Notas. 1. "El aire frío" es el aire más frío que la temperatura del espacio. 2. "El aire caliente» es el aire más caliente que la temperatura del espacio. 3. "Suministro de techo" incluye cualquier punto por encima de la zona de respiración. 4. "Suministro por el piso" incluye cualquier punto por debajo de la zona de respiración. 5. Como alternativa al uso de los valores anteriores, E_z puede considerarse igual a la eficacia de aire de cambio, determinado de acuerdo con la norma ASHRAE 129 para configuraciones de distribución de aire, excepto flujo unidireccional. 6. En el caso de suministro de aire de baja velocidad, $E_z = 0,8$.	

6.2.2.3 Zona de flujo de aire exterior

La zona de flujo de aire exterior (V_{oz}) proporcionado a la zona de ventilación por el sistema de distribución de aire se debe determinar de acuerdo con la Ecuación 2.

$$V_{oz} = R_p / P_z \tag{2}$$

6.2.3 Sistemas de zona única

Para los sistemas de ventilación donde uno o más controladores de aire suministran una mezcla de aire exterior y aire recirculado, a una sola zona de ventilación, el flujo de entrada de aire exterior (V_{ot}) se debe determinar de acuerdo con la Ecuación 3.

$$V_{ot} = V_{oz} \quad (3)$$

6.2.4 Sistemas de 100 % aire exterior

Para los sistemas de ventilación en el que uno o más de los controladores de aire suministran sólo aire exterior a una o más zonas de ventilación, el flujo de entrada de aire exterior (V_{ot}) se debe determinar de acuerdo con la Ecuación 4.

$$V_{ot} = \sum V_{oz} \text{ Todas las zonas} \quad (4)$$

6.2.5 Zona de múltiples sistemas de recirculación

Para los sistemas de ventilación en el que uno o más de los controladores de aire suministran una mezcla de aire exterior y el aire recirculado a más de una zona de ventilación, el flujo de entrada de aire exterior (V_{ot}) se debe determinar de acuerdo con los apartados del 6.2.5.1 al 6.2.5.4.

6.2.5.1 Fracción de aire exterior primario

La fracción de aire exterior primario (Z_{pz}) se debe determinar para las zonas de ventilación de acuerdo con la Ecuación 5.

$$Z_{pz} = V_{oz}/V_{pz} \quad (5)$$

Donde V_{pz} es la zona primaria del flujo de aire a la zona de ventilación, incluyendo el aire exterior y el aire recirculado.

- para fines de diseño de sistemas VAV, V_{pz} es la zona con el valor más bajo de flujo de aire primario esperada en la condición de los diseños analizados.
- en algunos casos, se permite determinar estos parámetros sólo para las zonas seleccionadas, como se indica en el Anexo A.

6.2.5.2 Eficiencia de ventilación del sistema

La eficiencia de la ventilación del sistema (E_v) se debe determinar de acuerdo con la Tabla 5 o el Anexo A.

Tabla 5 - Eficiencia del sistema de ventilación

Max (Z_{pz})	E_v
$\leq 0,15$	1,0
$\leq 0,25$	0,9
$\leq 0,35$	0,8
$\leq 0,45$	0,7
$\leq 0,55$	0,6
$> 0,55$	Usar el Anexo A

Notas.
 1. "Max (Z_{pz})" se refiere al mayor valor de Z_{pz} , calculado utilizando la ecuación 5, entre todas las zonas de ventilación atendidas por el sistema.
 2. Para valores de Max (Z_{pz}) entre 0,15 y 0,55 el valor correspondiente de E_v puede determinarse interpolando los valores de la tabla.
 3. Los valores de E_v en esta tabla se basan en una fracción de aire exterior promedio de 0,15 para el sistema. Para sistemas con valores más altos de la fracción de aire exterior promedio, la tabla puede resultar en valores poco realistas de E_v y el uso del Anexo A puede producir resultados más prácticos.

6.2.5.3 Entrada de aire exterior sin corregir

El flujo de entrada de aire exterior sin corregir (V_{ou}) se debe determinar de acuerdo con la Ecuación 6.

$$V_{ou} = D \sum (R_p \times R_z \text{ Todas las zonas}) + \sum (R_a \times A_z \text{ Todas las zonas}) \tag{6}$$

6.2.5.3.1 Diversidad de los ocupantes

La relación de la diversidad de los ocupantes (D) se debe determinar de acuerdo con la Ecuación 7, para considerar las variaciones en la población dentro de las zonas de ventilación abastecidas por el sistema.

$$D = P_s \sum P_z \text{ Todas las zonas} \tag{7}$$

Donde la población del sistema (P_s) es la población total en el área abastecida por el sistema.

Nota 1: Se debe permitir métodos alternativos para considerar la diversidad de los ocupantes, si el valor V_{ou} resultante no es inferior al determinado utilizando la Ecuación 6.

Nota 2: La entrada de aire exterior sin corregir (V_{ou}) se ajusta a la diversidad de los ocupantes, pero no se corrige para eficiencia de la ventilación del sistema.

6.2.5.3.2 Diseño de población del sistema

El diseño de la población del sistema (P_s) debe ser igual al mayor número (pico) de personas que vayan a ocupar todas las zonas de ventilación abastecidas por el sistema de ventilación durante el uso.

Nota: El diseño de la población del sistema es siempre igual o menor que la suma del diseño de zona, para todas las zonas en el área abastecida por el sistema, ya que todas las zonas no pueden ser ocupados simultáneamente en el diseño de la población.

6.2.5.4 Entrada de aire exterior

El flujo de entrada de aire exterior de diseño (V_{ot}) se debe determinar de acuerdo con la Ecuación 8.

$$V_{ot} = V_{ou}/E_v \quad (8)$$

6.2.6 Diseño para variar las condiciones de funcionamiento

6.2.6.1 Condiciones de carga variable

Los sistemas de ventilación deben estar diseñados para ser capaz de proporcionar no menos de las tasas mínimas de ventilación exigidas en la zona de respiración donde las zonas abastecidas por el sistema están ocupadas, incluyendo todas las condiciones de carga de tiempo completo y parcial.

Nota: El flujo de entrada de aire exterior mínimo puede ser menor que el valor de diseño en condiciones de carga parcial.

6.2.6.2 Condiciones de corto plazo

Cuando se sabe que el pico de ocupación será de corta duración, la ventilación será variada o interrumpida durante un corto período de tiempo, o ambas, se debe permitir que el diseño se base en las condiciones promedio durante un período de tiempo (T) determinado por medio de la Ecuación 9 o la Ecuación 10.

$$T = 3v/V_{bz} \text{ (I-P)} \quad (9)$$

$$T = 50v/V_{bz} \text{ (SI)} \quad (10)$$

Dónde:

T = periodo de tiempo promedio, min;

v = el volumen de la zona de ventilación, donde se está aplicando el promedio, m³ (pies³);

V_{bz} = zona de respiración de flujo de aire exterior, calculado utilizando la ecuación 1 y el valor de cálculo de la población de zona (P_z), L/s (pies³/min).

Los ajustes de diseño aceptables con base en esta disposición opcional, incluyen los siguientes:

- Zonas con ocupación fluctuante. Se debe permitir que la población de zona (P_z) se calcule a lo largo del tiempo (T).
- Zonas con interrupción intermitente del suministro de aire. El flujo de aire exterior promedio suministrado a la zona de respiración en el tiempo (T) no debe ser inferior al flujo de aire de la zona de respiración (V_{bz}) calculado utilizando la ecuación 1.
- Los sistemas con cierre intermitente de la entrada de aire exterior. La entrada de aire exterior promedio en el tiempo (T) no debe ser menor que la entrada mínima de aire exterior (V_{ot}) calculada utilizando la Ecuación 3, 4 u 8, según el caso.

6.2.7 Reinicio dinámico

Se debe permitir que el sistema sea diseñado para reiniciar el flujo de entrada de aire exterior (V_{ot}), el espacio o zona con flujo de aire de ventilación (V_{oz}), o ambos; como un cambio en las condiciones de funcionamiento.

6.2.7.1 Demanda controlada de ventila (DCV)

Se debe permitir la DCV como un medio opcional de reinicio dinámico.

Nota: La DCV a base de CO_2 no se debe aplicar en zonas con fuentes internas de CO_2 diferentes a los ocupantes o con mecanismos de eliminación de CO_2 , tales como filtros de aire gaseosos.

6.2.7.1.1 Para las zonas de DCV en el modo ocupado, la zona respirable de flujo de aire exterior (V_{bz}) se debe reiniciar en respuesta a la población actual.

6.2.7.1.2 Para las zonas de DCV en el modo ocupado, la zona respirable de flujo de aire exterior (V_{bz}) no debe ser menor que el componente de construcción ($R_a * A_z$) para la zona.

Nota: Se debe permitir reducir a cero la zona respirable de flujo de aire exterior para las zonas en modo de espera ocupado para las categorías de ocupación indicadas en la Tabla 3, siempre que se detecte ocupación el flujo de aire se restaurará a V_{bz} .

6.2.7.1.3 Documentación. Se debe disponer de una descripción escrita de los equipos, métodos, secuencias de control, puntos de ajuste y las funciones operativas previstas. Se debe proveer una tabla que muestre la mínima y máxima entrada del flujo de aire exterior para cada sistema.

6.2.7.2 Eficiencia de ventilación

Se debe permitir variaciones en la eficiencia con la que se distribuye el aire exterior a los ocupantes bajo diferentes flujos de aire y temperaturas del sistema de ventilación, como una base opcional de reinicio dinámico.

6.2.7.3 Fracción de aire exterior

Se debe permitir una fracción mayor de aire exterior en el suministro de aire debido a la entrada de aire exterior adicional para el enfriamiento libre o de reposición de aire de escape, como una base opcional de reinicio dinámico.

6.3 Procedimiento calidad del aire interior (del inglés *Interior Air Quality, IAQ*)

La zona de flujo de aire exterior respirable (V_{bz}) se debe determinar de acuerdo a los apartados del 6.3.1 hasta el 6.3.5.

6.3.1 Fuentes de contaminantes

Se debe identificar cada contaminante de interés, a los efectos del diseño. Para cada contaminante de interés, se debe identificar las fuentes interiores y exteriores, y se debe determinar la tasa de emisión para cada contaminante de interés de cada fuente. Cuando dos o más contaminantes de interés, afecten los

mismos órganos y sistemas, estos contaminantes deberán ser consideradas como una mezcla de contaminantes.

Nota: El anexo C proporciona información para algunos contaminantes potenciales de interés, incluyendo los órganos que afectan.

6.3.2 Concentración de contaminantes

Para cada contaminante de interés, se debe especificar un límite de concentración y su correspondiente periodo de exposición, además de la correspondiente referencia a una autoridad competente. Para cada mezcla de contaminantes de interés, se debe determinar la relación de la concentración de cada contaminante con su límite de concentración, y la suma de estas relaciones no debe ser mayor que uno.

Nota 1: No se debe exigir la consideración de los olores en la determinación de los límites de concentración.

Nota 2: Los olores se tratan en el apartado 6.3.4.2.

Nota 3: El anexo C incluye las pautas de concentración de algunos contaminantes potenciales de interés.

6.3.3 Percepción de la calidad del aire interior

El diseño del nivel de la aceptabilidad del aire interior se especifica en términos del porcentaje de los ocupantes del edificio, los visitantes, o ambos que expresaron satisfacción con la calidad del aire interior percibida.

6.3.4 Enfoque de diseño

La zona y el sistema de tasas del flujo de aire exterior debe ser la mayor de las determinadas de acuerdo a los apartados 6.3.4.1, 6.3.4.2 y 6.3.4.3 o, sobre la base de las tasas de emisión, los límites de concentración y otros parámetros de diseño relevantes.

6.3.4.1 Análisis de balance de masa

Para cada contaminante o de la mezcla de contaminantes de interés dentro de cada zona abastecida por el sistema, se debe determinar el uso de un estado estacionario o análisis de balance de masa dinámico, las tasas mínimas de flujo de aire exterior necesarias para alcanzar los límites de concentración especificados en el apartado 6.3.2.

Nota 1: El anexo E incluye ecuaciones de equilibrio de masa en estado estacionario que describen el impacto de la limpieza del aire en las tasas de recirculación de aire y al aire libre para los sistemas de ventilación de una sola zona.

Nota 2: En el edificio terminado, la medición de la concentración de contaminantes o mezclas de contaminantes de interés puede ser útil como un medio para comprobar la exactitud del diseño de análisis de balance de masa, pero dicha medición no es necesaria para el cumplimiento con lo establecido en este documento.

6.3.4.2 Evaluación subjetiva

Se debe determinar dentro de cada zona servida por el sistema, el uso de una evaluación subjetiva de los ocupantes en el edificio terminado, de las tasas de aire exterior mínimo requeridos para alcanzar el nivel de aceptabilidad que se especifica en el apartado 6.3.3.

Nota 1: El anexo C presenta un enfoque para la evaluación subjetiva de los ocupantes.

Nota 2: El nivel de aceptabilidad a menudo aumenta en respuesta a un aumento de las tasas del flujo de aire exterior, aumento del nivel de limpieza del aire en interiores o del aire exterior, o disminución de la tasa de emisión de contaminantes en interiores o exteriores.

6.3.4.3 Zonas similares

Las tasas mínimas de flujo de aire exterior no deben ser menores que las encontradas en conformidad con el apartado 6.3.4.2 para una zona sustancialmente similar.

6.3.5 Procedimiento combinado calidad del aire interior y el procedimiento de tasa de ventilación

Se debe permitir la aplicación del procedimiento de calidad del aire interior (IAQ) en conjunción con el procedimiento de la tasa de ventilación a una zona o sistema. En este caso, el procedimiento de tasa de ventilación se debe utilizar para determinar la zona de mínimo flujo de aire exterior requerido, y el procedimiento IAQ se debe utilizar para determinar el aire exterior adicional o el aire de limpieza necesario para alcanzar los límites de concentración de los contaminantes y mezclas de contaminante de interés.

Nota: La mejora de la calidad del aire interior a través del uso de la limpieza de aire o disposición de aire exterior adicional en relación con las tasas de ventilación mínimos se puede cuantificar usando el procedimiento de IAQ.

6.3.6 Documentación

Cuando se utilice el procedimiento de IAQ, se debe incluir la siguiente información en la documentación de diseño:

- los contaminantes y las mezclas de contaminantes de interés considerados en el proceso de diseño;
- las fuentes y las tasas de emisión de los contaminantes de interés;
- los límites de concentración y períodos de exposición y las referencias de estos límites; y
- el enfoque analítico utilizado para determinar las tasas de ventilación y los requisitos de limpieza de aire.

El seguimiento de los contaminantes y de los planes de evaluación de los ocupantes o visitantes también se deben incluir en la documentación.

6.4 Procedimiento de ventilación natural

Los sistemas de ventilación natural deben ser diseñados de acuerdo con este apartado y se deben incluir los sistemas de ventilación mecánicos diseñados de acuerdo con el apartado 6.2, el apartado 6.3, o ambos.

Nota: Lo anterior no aplica cuando: Un sistema de ingeniería de ventilación natural, donde la aprobación de la autoridad competente, no requiera el cumplimiento con los requisitos del apartado 6.4. Las aberturas de ventilación natural que cumplan con los requisitos del apartado 6.4 estén permanentemente abiertas o tienen controles que impiden que se cierren durante los períodos de ocupación esperada, o; la zona no es abastecida por equipos de calentamiento o enfriamiento.

6.4.1 Superficie que se puede ventilar

Los espacios, o porciones de espacios, para ser ventiladas de forma natural se deben encontrar dentro de una distancia con base en la altura del techo, determinada de acuerdo a los apartados 6.4.1.1, 6.4.1.2, o 6.4.1.3, a partir de aberturas en las paredes operables que cumplan con los requisitos del apartado 6.4.2. Para espacios con techos que no son paralelos al suelo, la altura del techo se debe determinar de acuerdo con el apartado 6.4.1.4.

6.4.1.1 Abertura en un solo lado

Para espacios con aberturas que se abren en un lado del espacio, la distancia máxima desde las aberturas operables no debe ser más de $2H$, donde H es la altura del techo.

6.4.1.2 Abertura lateral doble

Para espacios con aberturas que se abren en dos lados opuestos del espacio, la distancia máxima desde las aberturas operables no debe ser más de $5H$, donde H es la altura del techo.

6.4.1.3 Abertura de las esquinas

Para espacios con aberturas que se abren en dos lados adyacentes de un espacio, la distancia máxima desde las aberturas operables no debe ser más de $5H$ a lo largo de una línea trazada entre las dos aberturas que están más alejadas entre sí. La superficie fuera de esa línea debe cumplir con el apartado 6.4.1.1.

6.4.1.4 Altura de techo

La altura del techo (H) que se utiliza en los apartados del 6.4.1.1 al 6.4.1.3 debe ser la altura mínima de techo en el espacio.

6.4.2 Localización y tamaño de las aberturas

Los espacios o porciones de espacios que deben ser ventilados naturalmente deben estar permanentemente abiertos a las aberturas de pared operables directamente al exterior. La zona que se puede abrir no debe ser menor que el 4 % de la superficie neta de suelo ocupable. Cuando las aberturas estén cubiertas con rejillas u obstruidas de otro modo, el área que se puede abrir se debe basar en el área libre neta sin obstáculos a través de la abertura. Donde las habitaciones interiores, o porciones de habitaciones, sin aberturas directas al exterior son ventilados a través de las habitaciones contiguas, la apertura entre las habitaciones de estar permanentemente sin obstrucciones y tener un área libre no menor al 8 % de la superficie de la habitación interior, o menos que $2,3 \text{ m}^2$ (25 pies^2).

6.4.3 Control y accesibilidad

Los medios para abrir las aberturas operables requeridas deben ser fácilmente accesibles a los ocupantes del edificio siempre que el espacio está ocupado. Los controles deben ser diseñados para coordinar el funcionamiento de los sistemas de ventilación natural y mecánica.

6.5 Ventilación de escape

La vía de cumplimiento normativo o la vía de cumplimiento del rendimiento se debe utilizar para cumplir con los requisitos de este apartado. Se debe permitir que el aire de escape sea cualquier combinación de aire exterior, aire recirculado o aire de transferencia.

6.5.1 Vía de cumplimiento normativo

El diseño del flujo de aire de escape se debe determinar de acuerdo con los requisitos de la Tabla 6.

Tabla 6 - Tasas de escape mínimas (1 de 2)

Categoría de ocupación	Tasa de escape L/s*unidad	Tasa de escape L/s*m ²	Clase de aire	Notas
Estadios	-	-	1	B
Aula de arte	-	3,5	2	
Taller automotriz	-	7,5	2	A
Barberías	-	2,5	2	
Salones de belleza	-	3,0	2	
Celdas con aseos	-	5,0	2	
Salas de copiado e impresión	-	2,5	2	
Cuartos oscuros	-	5,0	2	
Laboratorios de ciencias de la educación	-	5,0	2	
Armarios de conserjes, cuartos de basura y reciclaje	-	5,0	2	
Cocinas	-	1,5	2	
Cocinas – comercios	-	3,5	2	
Vestuarios para instalaciones deportivas, industriales y de salud	-	2,5	2	
Todos los demás vestuarios	-	1,25	2	
Duchas	10/25	-	2	G, I
Cabinas de pintura	-	-	4	F
Cocheras de estacionamiento	-	3,7	2	C
Tiendas de animales (áreas de animales)	-	4,5	2	
Salas de máquinas de refrigeración	-	-	3	F
Cocinas residenciales	25/50	-	2	G
Depósitos de lavandería	-	5,0	3	F

Tabla 6 - (2 de 2)

Categoría de ocupación	Tasa de escape L/s*unidad	Tasa de escape L/s*m ²	Clase de aire	Notas
Cuarto de almacenamiento de químicos	-	7,5	4	F
Sanitarios – Privados	12,5/25	-	2	E, H
Sanitarios – Públicos	25/35	-	2	D, H
Taller de madera/aulas	-	2,5	2	

Notas.

A. Los puestos en los que funcionen los motores deben tener sistemas de escape que se conecten directamente al escape del motor y eviten el escape de humos.

B. Cuando el equipo de combustión esté destinado a ser utilizado en la superficie se debe proporcionar ventilación de dilución adicional, control de la fuente o ambos.

C. Cuando dos o más lados comprenden paredes con una abertura al exterior de al menos el 50 %, no se debe solicitar un escape.

D. La tasa es por el sanitario, el urinal o ambos. Proporcionar la tasa más alta donde se espera que los períodos de mayor uso ocurran. Se debe permitir el uso de la tasa más baja en otras aplicaciones.

E. La tasa es para una habitación de aseo destinada a ser ocupada por una persona a la vez. Para el funcionamiento continuo del sistema durante las horas de uso, se debe permitir el uso de la tasa más baja. De lo contrario, se debe utilizar la tasa más alta.

F. Ver otras normas aplicables para las tasas de escape.

G. Para sistemas de operación continua, se debe permitir el uso de la tasa más baja. De lo contrario se debe utilizar la tasa más alta.

H. Se debe permitir la recirculación del aire de escape que se ha limpiado para cumplir con los requisitos de aire clase 1.

I. La tasa es para la ducha (regadera).

6.5.2 Vía de cumplimiento del rendimiento

El flujo de aire de escape se debe determinar de acuerdo con los siguientes apartados.

6.5.2.1 Fuentes de contaminantes

Para propósitos de diseño, se deben identificar los contaminantes o las mezclas de contaminantes de interés. Para cada contaminante o mezcla de contaminantes de interés, se deben identificar las fuentes internas (ocupantes, materiales, actividades y procesos) y las fuentes externas, y se debe determinar la tasa de emisión de cada contaminante de interés de cada fuente.

Nota: El Anexo C proporciona información para algunos potenciales contaminantes de interés.

6.5.2.2 Concentración de contaminantes

Para cada contaminante de interés, se debe indicar una concentración límite y su correspondiente período de exposición y la correspondiente referencia a la autoridad competente.

Nota: El anexo C incluye lineamientos para la concentración de algunos potenciales contaminantes de interés.

6.5.2.3 Sistemas de control y seguimiento

Se deben proveer sistemas de seguimiento y control para detectar automáticamente los niveles de contaminantes de interés y modular el flujo de aire de escape de manera que los niveles de contaminantes sean mantenidos a no más de la concentración límite de contaminantes especificada.

6.6 Documentación de diseño de los procedimientos

Los criterios de diseño y los supuestos realizados se deben documentar y poner a disposición para la operación del sistema después de la instalación. Consultar los apartados 4.3, 5.1.3, 5.16.4, 6.3.6 y 6.2.7.1.4, con respecto a los supuestos a detallar en la documentación.

7 CONSTRUCCIÓN Y SISTEMA DE PUESTA EN MARCHA

7.1 Fase de Construcción

7.1.1 Aplicación

Los requisitos de este apartado se aplican a los sistemas de ventilación y los espacios que abastecen las nuevas construcciones y ampliaciones o alteraciones en los edificios existentes.

7.1.2 Filtros

Los sistemas diseñados con filtros de partículas no deben ser operados sin que los filtros se ubiquen en su lugar.

7.1.3 Protección de Materiales

Cuando sea recomendado por el fabricante, los materiales de construcción deben estar protegidos de la lluvia y otras fuentes de humedad mediante procedimientos adecuados en tránsito y en el lugar. No se instalarán materiales porosos con crecimiento microbiano visible. Materiales no porosos con crecimiento microbiano visible deberán ser descontaminados.

7.1.4 Protección de las zonas ocupadas

7.1.4.1 Aplicación

Los requisitos del apartado 7.1.4 se aplican cuando la construcción requiere un permiso de construcción e implica lijar, cortar, moler, u otras actividades que generan cantidades significativas de partículas suspendidas en el aire o procedimientos que generan cantidades significativas de contaminantes gaseosos.

7.1.4.2 Medidas de protección

Se deben emplear medidas para reducir la migración de contaminantes generados en la construcción hacia las zonas ocupadas.

Nota: Los ejemplos de medidas aceptables incluyen, pero no se limitan a, el sellado de la zona de construcción con paredes temporales o revestimiento de plástico, etc.

7.1.5 Construcción del sistema de ductos de aire

Los sistemas de ductos de aire deben estar contruidos de acuerdo con las normas y reglamentaciones nacionales vigentes.

7.2 Sistema de encendido

7.2.1 Aplicación

Los requisitos de este apartado se aplican a los siguientes sistemas de ventilación:

- sistemas controladores de aire recién instalados;
- sistemas controladores de aire existentes sometidos a aire de suministro o la reducción del flujo de aire exterior (Sólo los requisitos del apartado 7.2.2, se deben aplicar a estos sistemas alterados);
- sistemas de distribución de controladores de aire existentes sometidos a alteraciones que afectan a más del 25 % del área del piso servido por los sistemas (Sólo los requisitos del apartado 7.2.2 se deben aplicar a estos sistemas alterados).

7.2.2 Balance de aire

Los sistemas de ventilación deben ser balanceados de acuerdo con la norma ASHRAE 111 u otra norma nacional aplicable para medir y equilibrar el flujo de aire, a fin de verificar la conformidad con los requisitos de flujo de aire exterior total de este documento.

7.2.3 Ensayo de la bandeja de drenaje

Para minimizar las condiciones de estancamiento de agua que pueden resultar en el crecimiento microbiano, la bandeja de drenaje debe ser verificada en campo en condiciones de funcionamiento, las cuales son las más restrictivas al flujo de aire condensado para demostrar un drenaje adecuado.

Nota 1: Estas condiciones usualmente ocurren con el flujo de aire del ventilador al máximo para los ventiladores de extracción y con el flujo del ventilador mínimo para soplar a través de los ventiladores.

Nota 2: No se requieren pruebas de campo de las bandejas de drenaje si las unidades de las bandejas de drenaje instalados en fábrica han sido certificados (atestiguado por escrito) por el fabricante para un drenaje adecuado cuando se instala como se recomienda.

7.2.4 Sistema de ventilación de puesta en marcha

Los sistemas de distribución de aire de ventilación deben estar limpios de suciedad y escombros.

7.2.5 Compuertas de aire exterior

Antes de la ocupación, cada sistema de ventilación debe ser probado para demostrar que las compuertas de aire exterior operan de acuerdo con el diseño del sistema.

7.2.6 Documentación

La siguiente documentación del sistema de ventilación se debe proporcionar al propietario del edificio o su designado/a, retenido dentro del edificio, y debe estar disponible para el personal de operación de construcción:

- a) un manual de operación y mantenimiento que describe los datos esenciales relativos a la operación y mantenimiento de sistemas y equipos de ventilación, ya instalado;
- b) controles de información HVAC (del inglés *Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) que consta de diagramas, esquemas, las narrativas de secuencias de control, y el mantenimiento y/o información de calibración;
- c) un informe de balance de aire documentado del trabajo realizado por el apartado 7.2.2;
- d) planos de construcción de registro, dibujos de control, y los dibujos de diseño final;
- e) criterios de diseño y supuestos.

8 OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

8.1 Generalidades

8.1.1 Aplicación

Los requisitos de este apartado se aplican a los edificios y sus sistemas de ventilación y sus componentes construidos o renovados.

8.1.2 Alteraciones de construcción o cambio de uso

Cuando los edificios se alteran o cuando se realizan cambios en el uso del edificio, la categoría de los ocupantes, el cambio significativo en la densidad de ocupación, u otros cambios incompatibles con las hipótesis de diseño del sistema, el diseño del sistema de ventilación, funcionamiento y mantenimiento deben ser reevaluados y el manual de operación y mantenimiento (O & M) deber ser actualizado según sea necesario.

8.2 Manual de operaciones y mantenimiento.

El manual de operación y mantenimiento ya sea escrito o electrónico, deber ser desarrollado y mantenido en el sitio o en un lugar accesible de forma centralizada para la utilidad de los equipos del sistema de ventilación, así como sus componentes. Este manual se debe actualizar según sea necesario.

El manual debe incluir los procedimientos de operación y mantenimiento, los horarios de funcionamiento del sistema de ventilación y los cambios realizados a este, dibujos de diseño final, los programas de mantenimiento con base en las instrucciones del fabricante, y los requisitos de mantenimiento y frecuencias indicadas en la Tabla 7.

8.3 Funcionamiento del sistema de ventilación.

Los sistemas de ventilación mecánica y natural deben ser operados de una manera consistente con el manual de operación y mantenimiento. Los sistemas deben ser operados de tal manera que los espacios sean ventilados de acuerdo con el Capítulo 6 durante los períodos de ocupación esperada.

8.4 Mantenimiento del sistema de ventilación.

Los componentes del sistema de ventilación del edificio se deben someter al proceso de mantenimiento de acuerdo con lo establecido en el manual de operación y mantenimiento.

Tabla 7 - Frecuencia mínima de mantenimiento para equipos de ventilación y componentes asociados (1 de 3)

Inspección / Mantenimiento de tareas	Frecuencia (*)
a. Revisar el sistema por entrada de agua o su acumulación. Rectifique si es necesario	Cuando sea necesario
b. Verificar que los espacios previstos para el mantenimiento de rutina y la inspección de los sistemas de apertura y cierre de las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos, no estén obstruidos	Mensual
c. Que los sistemas de apertura y cierre de las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos puedan ser tratados para limitar el crecimiento de contaminantes biológicos, incluyendo <i>Legionella sp</i>	Mensual
d. Verificar que el espacio previsto para el mantenimiento de rutina y la inspección del equipo y componentes no esté obstruido	Trimestral
e. Comprobar la caída de presión y la fecha de sustitución programada de filtros y dispositivos de limpieza de aire. Limpie o reemplace según sea necesario para garantizar un funcionamiento correcto	Trimestral
f. Comprobar la lámpara ultravioleta. Limpie o reemplace según sea necesario para garantizar un funcionamiento correcto	Trimestral
g. Inspección visual de los dispositivos de deshumidificación y humidificación. Limpiar y mantener para limitar que se ensucie y el crecimiento microbiano. Medir la humedad relativa y ajustar los controles del sistema según sea necesario	Trimestral
h. Dar mantenimiento a los desagües del suelo y a la trampa, ubicadas en cámaras de aire o habitaciones que sirven como cámaras de aire para prevenir el transporte de los contaminantes del desagüe	Dos veces al año
i. Comprobar los sistemas de control de ventilación y de calidad del aire interior y dispositivos relacionados para su correcto funcionamiento. Limpiar, lubricar, reparar, ajustar o reemplazar cuando sea necesario para garantizar un funcionamiento correcto	Dos veces al año

Tabla 7 - (2 de 3)

Inspección / Mantenimiento de tareas	Frecuencia (*)
j. Comprobar las trampas P en los desagües de piso ubicadas en cámaras o salas que sirven como cámaras de aire. Según sea necesario para garantizar una operación adecuada	Dos veces al año
k. Comprobar la tensión de la correa del ventilador. Compruebe si hay desgaste de la correa y reemplazar si es necesario para garantizar un funcionamiento correcto. Compruebe las poleas para evidenciar una alineación incorrecta o evidencia de desgaste y corrija según sea necesario	Dos veces al año
l. Comprobar el variador de frecuencia para un funcionamiento correcto. Corrija según sea necesario	Dos veces al año
m. Comprobar el funcionamiento correcto de la bobina de refrigeración o de calefacción por daños o evidencia de fugas. Limpiar, restaurar o reemplazar según necesario	Dos veces al año
n. Inspección visual de las rejillas de entrada de aire, pantallas, separadores de gotas, y las áreas adyacentes, para ver limpieza e integridad. Limpiar cuando sea necesario; eliminar todos los residuos visibles o material biológico visible observado y reparar físicamente daños en las rejillas, pantallas, o separadores de gotas, si tales daños deterioran la necesaria entrada de aire exterior	Dos veces al año
o. Manual o automáticamente ensayar físicamente el dispositivo de apertura para determinar un funcionamiento adecuado, este será reparado o reemplazado según sea necesario	Dos veces al año
p. Verificar el funcionamiento del sistema de ventilación del aire exterior y los controles mínimos de aire exterior dinámicos	Anualmente
q. Comprobar la fijación del filtro de aire y la integridad del sellado. Corregir según sea necesario	Anualmente
r. Comprobar que la caja de control esté libre de polvo, basura, y/o terminaciones sueltas. Limpie y repare según sea necesario	Anualmente
s. Comprobar el contacto del motor en caso de rasgaduras y otros signos de daño. Reparar o reemplazar según sea necesario	Anualmente
t. Comprobar las aspas del ventilador y la caja del ventilador. Limpiar, reparar o reemplazar según sea necesario para garantizar un funcionamiento correcto	Anualmente
u. Comprobar la integridad de todos los paneles en el equipo. Sustituir las fijaciones según sea necesario para asegurar la integridad adecuada y un ajuste/acabado del equipo	Anualmente
v. Evaluar si los cojinetes se pueden reparar. Lubrique si es necesario	Anualmente
w. Comprobar las bandejas de drenaje, líneas de drenaje, y bobinas para el crecimiento biológico. Comprobar las zonas adyacentes para evidenciar zonas húmedas. Reparar y limpiar como sea necesario	Anualmente
x. Comprobar si hay evidencia de acumulación o incrustaciones en las superficies de intercambio de calor. Restaurar según sea necesario para garantizar un funcionamiento correcto	Anualmente
y. Inspeccionar la unidad para pruebas de arrastre de humedad a partir de bobinas de enfriamiento más allá de la bandeja de drenaje. Hacer correcciones o reparaciones necesarias	Anualmente
z. Comprobar el funcionamiento correcto del amortiguador. Limpiar, engrasar, reparar, sustituir o ajustar según sea necesario para garantizar la adecuada operación	Anualmente

Tabla 7 - (3 de 3)

Inspección / Mantenimiento de tareas	Frecuencia (*)
aa. Inspeccionar visualmente las áreas de acumulación de humedad para el crecimiento biológico. Si está presente, limpiar o desinfectar según sea necesario	Anualmente
bb. Comprobar la bomba de condensado. Limpiar o reemplazar según sea necesario	Anualmente
cc. Inspeccionar visualmente la integridad de conductos y tuberías externas para el aislamiento y barreras de vapor. Corregir cuando sea necesario	Anualmente
dd. Verificar la exactitud de los sensores instalados de forma permanente, cuya función principal es la vigilancia de suministro de aire exterior, la verificación de entrega de aire exterior, o el control de la dinámica mínima del aire exterior, tales como estaciones de flujo de aire en un controlador y las de control de la demanda de ventilación. Un sensor que no cumple con la precisión especificada en el manual O & M, debe ser recalibrado o reemplazado. La verificación del rendimiento debe incluir la comparación a una norma de referencia de la medida, consistente con los especificados para los dispositivos similares en la norma ASHRAE 41.2 o la ASHRAE 111	Cada 5 años
<p>ee. Verificar la cantidad total de aire exterior entregada por tratamiento de aire, en la configuración del mínimo de aire exterior. Si se mide que los caudales de aire mínimos son inferiores a la tasa mínima documentada en el manual de operación y mantenimiento, a $\pm 10\%$ de la tolerancia de equilibrio, (1) confirmar si la velocidad medida no es conforme con las disposiciones de este documento y (2) ajustar o modificar los componentes del controlador de aire para corregir la deficiencia del flujo de aire. Los sistemas de ventilación deben estar equilibrados de acuerdo con la norma ASHRAE 111 o su equivalente, al menos en la medida necesaria para verificar la conformidad con el presente documento en los requisitos de flujo total de aire externo y los requisitos de flujo de aire dado al espacio.</p> <p>Nota: Las unidades bajo 1 000 L/s (2 000 Pies³/min) de suministro de aire están exentos de este requisito</p>	Cada 5 años
(*) Frecuencias mínimas pueden aumentarse o disminuirse si se indica en el manual de operación y mantenimiento	

Anexo A
(normativo)

Sistemas de múltiples zonas

Este anexo presenta un procedimiento alternativo para el cálculo de la eficiencia de la ventilación del sistema (E_v) que debe utilizarse cuando no se utilizan los valores de la Tabla 5. En este procedimiento alternativo, E_v es igual al valor calculado más bajo de la zona de eficiencia de la ventilación (E_{vz}) (ver la Ecuación A.1).

Nota: La Figura A.1 contiene el esquema de un sistema de ventilación que representa la mayor parte de las cantidades utilizadas en este apéndice.

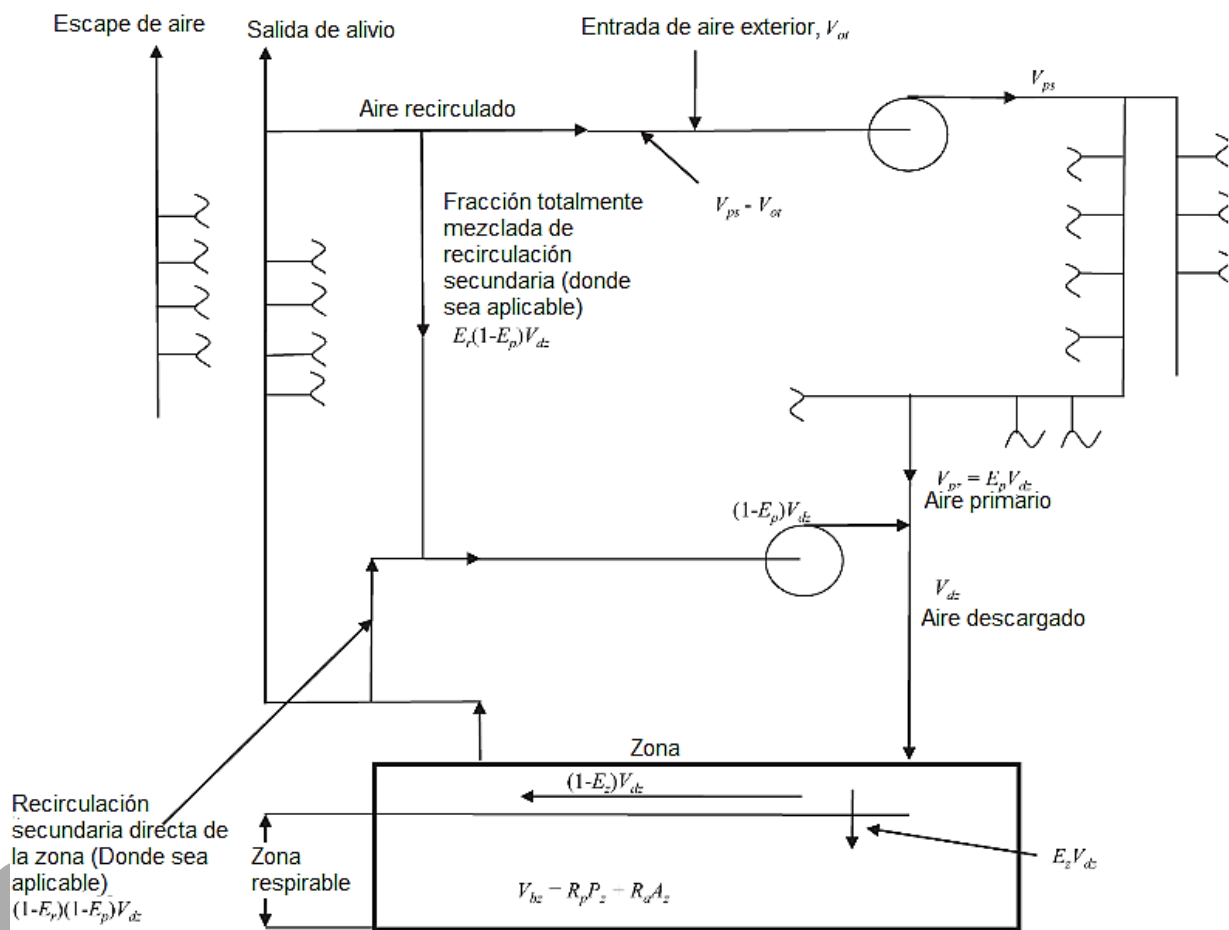


Figura A.1 - Esquema de sistema de ventilación

A.1 Eficacia del sistema de ventilación

Para cualquier sistema de recirculación de múltiples zonas, la eficiencia del sistema de ventilación (E_v) se calculará de acuerdo con los apartados A.1.1 hasta A.1.3.

A.1.1 Fracción de aire externo promedio

La fracción de aire externo promedio (X_s) para el sistema de ventilación se determinará de acuerdo con la Ecuación A.1.

$$X_s = V_{ou}/V_{ps} \quad (\text{A.1})$$

Donde la entrada de aire externa sin corregir (V_{ou}) se encuentra de acuerdo con el apartado 6.2.5.3, y el sistema de flujo de aire primario (V_{ps}) se encuentra en la condición analizada.

Nota: Para propósitos de diseño de sistemas VAV, V_{ps} es el más alto de aire primario esperado en el diseño de la condición analizada. El sistema de flujo de aire primario en el diseño, es generalmente menor que la suma de los valores de flujo de aire primario de zona porque el flujo de aire primario rara vez alcanza su máximo simultáneamente en todas zonas VAV.

A.1.2 Eficiencia de la zona de ventilación

La eficiencia de la zona de ventilación (E_{vz}) se determinará de acuerdo con los apartados A.1.2.1 y A.1.2.2.

A.1.2.1 Sistemas de suministro individual

La zona de eficiencia de ventilación (E_{vz}) se determinará de conformidad con la Ecuación A.2, para los sistemas de suministro individual, donde todo el aire suministrado a cada zona de ventilación es una mezcla de aire exterior y aire recirculado del nivel del sistema.

Ejemplos de sistemas de suministro individual incluyen recalentamiento a volumen constante, conducto único de VAV, ventilador único de doble conducto, y sistemas de múltiples zonas.

$$E_{vz} = 1 + X_z - Z_{pz} \quad (\text{A.2})$$

Donde la fracción de aire externo promedio para el sistema (X_s) se determina de acuerdo con la ecuación A.1 y la fracción de aire externo principal para la zona (Z_{pz}) se determina de acuerdo con el apartado 6.2.5.1.

A.1.2.2 Sistemas de recirculación secundarios

Para sistemas de recirculación secundarios en el que todo o parte del aire de alimentación a cada zona de ventilación consiste en aire recirculado (aire que no ha sido mezclado directamente con el aire exterior) de otras zonas, la eficiencia de zona de ventilación (E_{vz}) se determinará de conformidad con la Ecuación A.3.

Ejemplos de sistemas de recirculación secundarios pueden incluir ventiladores duales de doble conducto y sistemas de ventiladores de motor de caja mixta y sistemas que incluyen ventiladores de transferencia para habitaciones de conferencia.

$$E_{vz} = (F_a + X_s \times F_b - Z_{pz} \times E_p \times F_c) / F_a \quad (\text{A.3})$$

Donde las fracciones de aire del sistema F_a , F_b y F_c se determinan en acuerdo con la Ecuación A.4, A.5, y A.6, respectivamente.

$$F_a = E_p + (1 - E_p) \times E_r \quad (\text{A.4})$$

$$F_b = E_p \quad (\text{A.5})$$

$$F_c = 1 - (1 - E_z) \times (1 - E_r) \times (1 - E_p) \quad (\text{A.6})$$

Donde la fracción de aire primario de la zona (E_p) se determina de acuerdo con la Ecuación A.7, la fracción de recirculación secundaria de la zona (E_r) la determina el diseñador en función de la configuración del sistema, y la efectividad de distribución del aire de la zona (E_z) se determina de acuerdo con el apartado 6.2.2.2.

$$E_p = V_{pz}/V_{dz} \quad (\text{A.7})$$

Donde V_{dz} es el caudal de aire de descarga de la zona.

Nota 1: Para sistemas de retorno de cámara con recirculación secundaria (p. ej., VAV accionado por ventilador con retorno de cámara), E suele ser inferior a 1,0, aunque los valores pueden oscilar entre 0,1 y 1,2, según la ubicación de la zona de ventilación en relación con otras zonas y el controlador de aire. Para los sistemas de retorno por conductos con recirculación secundaria (p. ej., VAV alimentado por ventilador con retorno por conductos), E , es típicamente 0,0, mientras que para aquellos con recirculación a nivel del sistema (por ejemplo, sistemas de conductos dobles con ventilador doble y retorno por conductos), E , es típicamente 1,0. Para otros tipos de sistemas, E suele ser 0,75.

Nota 2: Para sistemas de una sola zona y de un solo suministro, E_p es 1,0.

A.1.3 Eficiencia de ventilación del sistema

La eficiencia de ventilación del sistema debe ser igual a la eficiencia de ventilación de la zona más baja entre las zonas de ventilación de aire servidas por el controlador de aire de acuerdo con la Ecuación A.8.

$$E_v = (E_{vz})_{\text{mínimo}} \quad (\text{A.8})$$

A.2 Proceso de diseño

La eficiencia de ventilación del sistema y, por lo tanto, el flujo de entrada de aire exterior para el sistema (V_{ot}) determinado como parte del proceso de diseño se basan en el diseño y los flujos de aire de suministro mínimos esperados para zonas de ventilación individuales, así como los requisitos de diseño de aire exterior para el sistema. Para propósitos de diseño del sistema VAV, la eficiencia de ventilación de zona (E_v) para cada zona de ventilación se debe encontrar usando el flujo de aire primario de zona mínimo esperado (V_p) y usando el flujo de aire primario de sistema esperado más alto (V_{ps}) en la condición de diseño analizada.

Nota: El aumento de los valores de flujo de aire de suministro de zona durante el proceso de diseño, particularmente en las zonas críticas que requieren la fracción más alta de aire exterior, reduce el requisito de flujo de entrada de aire exterior del sistema determinado en el cálculo.

A.2.1 Selección de zonas para el cálculo

La eficiencia de ventilación de zona (E_{vz}) se calculará para todas las zonas de ventilación.

Nota 1: Debido a que la eficiencia de ventilación del sistema (E_v) está determinada por el valor mínimo de la eficiencia de ventilación de la zona (E_{vz}) de acuerdo con la Ecuación A.8, no se requiere el cálculo de E_{vz} para ninguna zona de ventilación que tenga un valor E_{vz} igual o superior a la de la zona de ventilación para la que se ha realizado un cálculo.

Nota 2: El valor de E_{vz} para una zona de ventilación será igual o mayor que el de otra zona de ventilación si todo lo siguiente es cierto en relación con la otra zona de ventilación:

- a) La superficie construida por ocupante (A_z/P_z) no es inferior;
- b) La tasa de flujo de aire de descarga de zona mínima por unidad de área (V_{dz}/A_z) no es inferior;
- c) La fracción de aire primario (E_p) no es inferior;
- d) La eficacia de la distribución del aire por zonas (E) no es inferior;
- e) La tasa de aire exterior del área (R_a) no es mayor;
- f) La tasa de aire exterior de personas (R_p) no es superior.

A.3 Símbolos

A_z	Área de piso de la zona: el área neta de piso ocupable de la zona de ventilación, ft ² (m ²)
D	Diversidad de ocupantes: la relación entre la población del sistema y la suma de las poblaciones de la zona.
E_p	Fracción de aire primario: la fracción de aire primario en el aire de descarga a la zona de ventilación.
E_r	fracción de recirculación secundaria: en sistemas con recirculación secundaria de aire de retorno, la fracción de aire recirculado secundario a la zona que es representativa del aire de retorno promedio del sistema en lugar del aire recirculado directamente desde la zona.
E_v	eficiencia de ventilación del sistema: la eficiencia con la que el sistema distribuye el aire desde la entrada de aire exterior a la zona de respiración en la zona de ventilación crítica, que requiere la mayor fracción de aire exterior en la corriente de aire principal. E_v se determinará de acuerdo con el apartado 6.2.5.2 o el apartado A.1.
E_{vz}	Eficiencia de ventilación de zona: la eficiencia con la que el sistema distribuye el aire desde la entrada de aire exterior a la zona de respiración en cualquier zona de ventilación en particular.
E_z	eficacia de distribución de aire de zona: una medida de la eficacia de la distribución de aire de suministro a la zona de respiración. E_z se determina de acuerdo con el apartado 6.2.2.2.
F_a	fracción de aire de suministro: la fracción de aire de suministro a la zona de ventilación que incluye fuentes de aire desde fuera de la zona.
F_b	fracción de aire mezclado: la fracción de aire de suministro a la zona de ventilación procedente del aire primario completamente mezclado.
F_c	fracción de aire exterior: la fracción de aire exterior a la zona de ventilación que incluye fuentes de aire del exterior de la zona.

P_s	Población del sistema: el número simultáneo de ocupantes en el área servida por el sistema de ventilación.
P_z	Población de la zona: ver apartado 6.2.2.1.
R_a	tasa de aire exterior del área: consulte el apartado 6.2.2.1
R_p	tasa aire exterior personas: ver el apartado 6.2.2.1.
V_{bz}	flujo de aire exterior de la zona de respiración: consulte el apartado 6.2.2.1.
V_{dz}	flujo de aire de descarga de zona: el flujo de aire de descarga (suministro) esperado a la zona que incluye el flujo de aire primario y el flujo de aire recirculado secundario, cfm (L/s).
V_{ot}	flujo de entrada de aire exterior: consulte los apartados 6.2.3, 6.2.4 y 6.2.5.4.
V_{ou}	Toma de aire exterior no corregida: ver el apartado 6.2.5.3.
V_{oz}	flujo de aire exterior de la zona: consulte el apartado 6.2.2.3.
V_{ps}	flujo de aire primario del sistema: el flujo de aire primario total suministrado a las zonas de aire servidas por el sistema desde la unidad de tratamiento de aire en la que se encuentra la entrada de aire exterior.
V_{pz}	Flujo de aire primario de zona: consulte el apartado 6.2.5.1.
X_s	fracción de aire exterior promedio: en el controlador de aire primario, la fracción del flujo de entrada de aire exterior en el flujo de aire primario del sistema.
Z_{pz}	fracción de aire exterior primario: la fracción de aire exterior requerida en el aire primario suministrado a la zona de ventilación antes de la introducción de cualquier aire de recirculación secundario.

Anexo B

(normativo)

Separación de salidas de escape y entradas de aire exterior

B.1 Generalidades

Este anexo presenta un procedimiento alternativo para determinar la distancia de separación entre las entradas de aire exterior y las salidas de orificios de ventilación. Este método de análisis puede ser utilizado en lugar de la Tabla 1.

Las salidas de aire de escape y de ventilación, tal como se define en la Tabla 1, deberán ubicarse no más cerca que la distancia mínima de separación (L) que se indica en este Anexo, a las entradas de aire exteriores y ventanas abiertas, tragaluces y puertas, tanto para los de la propiedad en cuestión como para aquellas en las propiedades adyacentes. La distancia (L) es definida como la distancia más corta medida desde el punto de la abertura de salida al más punto más cercano de la abertura de entrada de aire exterior o una ventana abierta, claraboya, o una puerta de apertura, a lo largo de una trayectoria como si una cuerda se extendiera entre ellos.

B.1.1 Aplicación

Las salidas de aire de extracción de gases de laboratorio deberán estar en conformidad con la norma NFPA 45 y ANSI / AIHA Z9.5. Los que no son laboratorios con salidas de escape fuera del laboratorio y entradas de aire exterior u otras aberturas, deberán estar separados de acuerdo con lo siguiente.

B.1.2 Entradas de aire exterior

La distancia mínima de separación entre el aire de escape/orificios de ventilación, tal como se define en la tabla 1 y para los sistemas de ventilación mecánica al aire libre, se abren las ventanas, tragaluces, y puertas que se encuentran y que se requieren como parte de los sistemas de ventilación natural, que será igual a la distancia (L) determinada de acuerdo con el apartado B.2.

Nota: Las distancias de separación no se aplican cuando el escape y los sistemas de entrada de aire exterior se controlan de tal manera que no pueden operar simultáneamente.

B.1.3 Otras aberturas de edificios

La distancia de separación mínima entre el edificio y el escape salidas de aire/respiradero se define en la Tabla 1 y las aberturas operables de los espacios ocupados deberá ser la mitad de la distancia (L) determinada de acuerdo con el apartado B.2. La distancia mínima de separación entre Clase 3, Clase 4, torre de enfriamiento, o aparatos de combustión/escape de salidas de aire/respiraderos y aberturas operables de los espacios ocupados serán iguales a la distancia (L) determinada de acuerdo con el apartado B.2.

B.1.4 Limitaciones adicionales para aire nocivo o peligroso

La distancia mínima de separación entre los escapes debe estar situada verticalmente a menos de 20 m, por debajo de las entradas del aire exterior, ventanas y puertas operables, deben tener una separación

horizontal igual y puede determinarse de acuerdo con el apartado B.2; puede ser tomada para cualquier separación vertical.

B.1.5 Pozos de equipos

Las salidas de aire de escape que terminan en un pozo de equipos que también encierra una entrada de aire exterior deberá cumplir con los requisitos de separación de este apartado, adicionalmente, también deberán:

- a) terminar en o por encima de la pared más alta y descargar el aire hacia arriba a una velocidad superior a 5 m/s. o
- b) terminar a 1 m sobre la pared más alta de cerramiento (sin velocidad mínima).

Tabla B.1 - Distancia de separación mínima

Tipos de escape de aire (véase el apartado 5.16)	Distancia de separación L, m (pies)
Contaminante significativo o intensidad del olor (Clase 3)	5 (15)
Partículas nocivas o peligrosas (Clase 4)	10 (30)

Tabla B.2 - Factores de dilución mínima

Tipos de escape de aire (véase el apartado 5.6)	Factor de dilución (DF)
Contaminante significativo o intensidad del olor (Clase 3)	15
Partículas nocivas o peligrosas (Clase 4)	50*
*No se aplica a los escapes de campana de humo. Ver apartado B.1.1	

Nota: Esto no aplica al aire de salida designado como Clase 1 o Clase 2

B.1.6 Líneas de propiedad

La distancia mínima de separación entre el aire de escape/ salidas de ventilación y las líneas de propiedad serán la mitad de la distancia (L) determinado de acuerdo con el apartado B.2.

Nota: Para la Clase 3, Clase 4, o aparato de combustión/equipo de aire de escape, donde la línea de propiedad colinda con una calle u otra vía pública, no hay separación mínima requerida si la terminación de escape es de al menos 3 m o superior.

B.2 Determinación de la distancia L

La distancia de separación mínima (L) se determinará utilizando uno de los tres enfoques siguientes:

- a) se utilizará un valor de L en la Tabla B.1;

b) el valor de L se determinará utilizando la Ecuación B.1 o B.2.

$$L = 0,09 \times \sqrt{Q} \times (\sqrt{DF} - U/400) \text{ en Pies (I-P)} \tag{B.1}$$

$$L = 0,04 \times \sqrt{Q} \times (\sqrt{DF} - U/2) \text{ en metros (SI)} \tag{B.2}$$

Dónde:

Q = tasa de flujo de aire de escape, L/s (pie³/min). Para ventilaciones por gravedad, como las ventilaciones de plomería, use una tasa de escape de 75 L/s (150 pie³/min) Para ventilaciones de humos de aparatos que queman combustible, asuma un valor de 0,43 L/s por kW (250 pie³/min por millón de Btu/h) de entrada de combustión (u obtenga las tasas reales del fabricante del aparato de combustión).

U = velocidad de descarga del aire de escape, m/s (pie/min). Como se muestra en la Figura B.1, U debe determinarse utilizando la Tabla B.3.

DF= Factor de dilución, que es la relación entre el flujo de aire exterior y el flujo de aire de escape arrastrado en la entrada de aire exterior. El factor de dilución mínimo se determinará en función de la clase de aire de escape en la Tabla B.3.

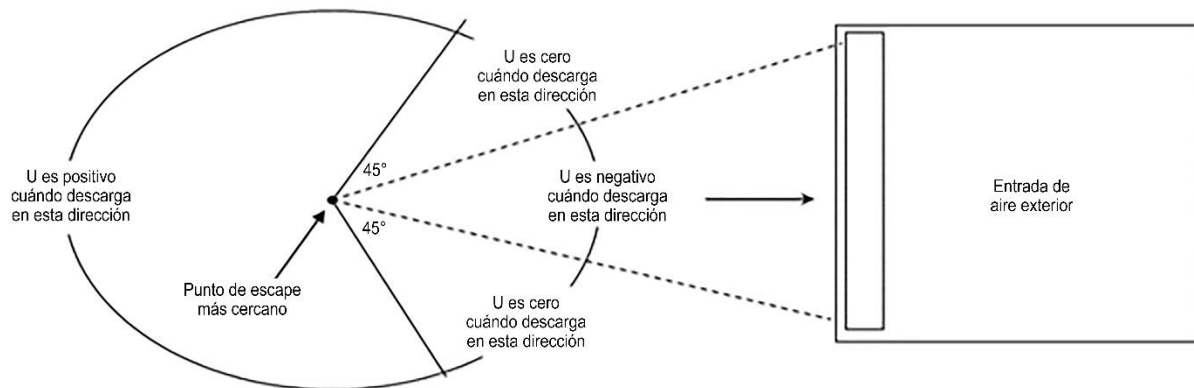


Figura B.1 - Velocidad de descarga del aire de escape (U)

Tabla B.3 - Velocidad de descarga del aire de escape

Dirección de escape/configuración	Modificador de velocidad de descarga de aire de escape (U)
El escape se aleja de la entrada de aire exterior en un ángulo mayor a 45 grados desde la dirección de una línea trazada desde el punto de escape más cercano al borde de la entrada	U dado un valor positivo
El escape se dirige hacia la admisión delimitada por líneas trazadas desde el punto de escape más cercano hasta el borde de la admisión	U dado un valor negativo
El escape está dirigido en un ángulo entre los dos casos anteriores	U es cero
Respiraderos de aparatos que funcionan con combustible por gravedad (atmosférico), respiraderos de plomería y otros escapes no motorizados, o si la descarga de los escapes está cubierta por una tapa u otro dispositivo que disipa la corriente de aire del escape	U es cero
Escapes de gases calientes, como productos de combustión, si la corriente de escape se dirige directamente hacia arriba y no se ve obstaculizada por dispositivos como tapas de chimenea o persianas	Agregue 2,5 m/s (500 pie/min) de velocidad ascendente a U

Para el aire de escape compuesto por más de una clase de aire, el factor de dilución debe determinarse promediando los factores de dilución por la fracción de volumen de cada clase usando la Ecuación B.3:

$$DF = \sum(DF_i \times Q_i) / \sum Q_i \quad (B.3)$$

Donde:

DF_i = factor de dilución de la Tabla B.2 para aire Clase i

Q_i = caudal volumétrico de aire de Clase i en la corriente de aire de escape

- c) cuando las opciones anteriores no representen el diseño propuesto, entonces se utilizará un método de cálculo excepcional para calcular el valor de L si lo aprueba la autoridad competente. Debe demostrarse que el diseño propuesto dará como resultado factores de dilución que no sean inferiores a los especificados en la Tabla B.2.

Anexo C (informativo)

Resumen de las guías de selección de la calidad de aire

C.1 Generalidades

Si hay contaminantes particulares de interés, o si el procedimiento IAQ se va a utilizar, son necesarias las concentraciones y exposiciones aceptables en interiores para los contaminantes particulares. Cuando se utiliza este procedimiento, estos valores de concentración y exposición tienen que ser documentados y justificados con referencia a una autoridad competente tal como se define en el presente documento.

Tales directrices u otros valores límite también pueden ser útiles para fines de diagnóstico. En la actualidad, ninguna organización desarrolla concentraciones aceptables o exposiciones para todos los contaminantes del aire interior, ni existen valores disponibles para todos los potenciales contaminantes. Una serie de organizaciones ofrecen valores de referencia para los contaminantes del aire interior seleccionados. Estos valores se han desarrollado principalmente para el aire ambiente, lugares de trabajo, y, en algunos casos, para entornos residenciales. Estos deben aplicarse con una comprensión de su fundamento y la aplicabilidad a los interiores concernientes.

Si una concentración o exposición aceptable no se ha publicado para un contaminante de interés, el valor puede derivarse mediante la revisión de las evidencias toxicológicas y epidemiológicas utilizando una consulta adecuada. Sin embargo, la evidencia con respecto a los efectos sobre la salud es probable que sea insuficiente para muchos contaminantes. En la actualidad, no existe una definición cuantitativa de la calidad del aire interior aceptable que, necesariamente, se puede cumplir mediante la medición de uno o más contaminantes.

La Tabla C.1 presenta una selección de normas y directrices utilizadas en Canadá, Alemania, Europa y los Estados Unidos para las concentraciones aceptables de sustancias en el aire ambiente, el aire interior, y entornos de trabajo industriales. Estos valores son emitidos por las autoridades competentes y no se han desarrollado o respaldado por ASHRAE. La tabla se presenta sólo como información de fondo cuando se utiliza el procedimiento IAQ. Se deben buscar conocimientos especializados antes de seleccionar un valor para su uso en la estimación de los caudales de aire exteriores mediante el procedimiento calidad del aire interior (IAQ) o para la construcción de los propósitos del diseño o de diagnóstico. El cumplimiento de uno, algunos o todos los valores listados no asegura que la calidad del aire interior aceptable (tal como se define en el presente documento) se logrará.

Las Tablas C.2 y C.3 listan los valores de concentración de interés para los contaminantes seleccionados como una guía general para el diseño de edificios, diagnóstico y diseño del sistema de ventilación utilizando el procedimiento IAQ. Los valores de la tabla se basan en las autoridades competentes y estudios mencionados en publicaciones científicas revisadas por iguales; ASHRAE no recomienda su adopción como valores reguladores, normas o directrices. Las tablas se presentan como antecedentes adicionales cuando se utiliza el procedimiento IAQ. Se debe consultar antes de seleccionar un valor particular para su uso en el cálculo de la ventilación mediante el procedimiento IAQ. El cumplimiento de uno, algunos o todos los valores listados no garantiza que se logrará una calidad del aire interior aceptable.

La selección de una concentración específica y la exposición, se realiza mejor con un equipo con amplia experiencia en toxicología, higiene industrial, y evaluación de la exposición. A medida que se revisan las

concentraciones específicas enumeradas en las Tablas C.1, C.2 y C.3, u otras tomadas de otras fuentes, los diseñadores deben tener en cuenta lo siguiente:

- las normas y directrices se desarrollan para diferentes propósitos y deben interpretarse con referencia a la configuración y el propósito para el que fueron desarrolladas en comparación con aquello a lo que se están aplicando;
- no todas las normas y los valores guía reconocen la presencia de grupos susceptibles o el abordaje de poblaciones típicas que se encuentran en ocupaciones indicadas en este documento;
- la mayoría de las normas y directrices no tienen en cuenta las interacciones entre dos o varios contaminantes de interés;
- los supuestos y condiciones establecidos por la norma o guía pueden no ser satisfactorias para el espacio o los ocupantes inicialmente considerados (por ejemplo, una jornada de 8 horas diarias, 40 horas a la semana).

Cuando muchos productos químicos están presentes en el aire, ya que casi siempre están en el aire interior, se justifica de alguna manera el abordaje de los posibles efectos aditivos. La guía de ACGIH sobre el tema indica que cuando dos o más sustancias que actúan en el "... el mismo sistema de órganos, están presentes, su efecto combinado, más que el de cada uno individualmente, debe considerarse prioritariamente." La información de los órganos afectados está fácilmente disponible en los sitios web de las referencias citadas por la ACGIH, OEHHA y la ATSDR.

Si la información disponible no es contradictoria, los efectos de las diferentes sustancias "deben ser considerados como aditivo." Se brinda una fórmula donde se añaden las proporciones de las concentraciones y el valor umbral-límite para cada sustancia con una misma relación a la salud. Si la suma de todas estas relaciones excede la unidad, entonces se considera que el valor de concentración se ha excedido.

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad (C.1)$$

Donde:

C_i: concentración de la sustancia en el aire

T_i: valor umbral límite de esa sustancia

C.2 Valores guía para entornos industriales

Los valores límite umbral TLV (del inglés *Threshold Limit Value*) de la ACGIH, han sido aplicados a los contaminantes del aire de los lugares de trabajo industrial. Los TLV representan el máximo aceptable en 8 horas, el promedio ponderado en el tiempo (TWA); límite de exposición a corto plazo de 15 minutos (STEL); y los casos de límites instantáneos.

Es una fuente de límites de concentración para muchas sustancias químicas y agentes físicos para uso industrial. En vista de la situación constantemente cambiante del conocimiento, el documento se actualiza

anualmente. Se advierte al usuario, "Los valores que aparecen en este libro están destinados para su uso en la práctica de la higiene industrial, como guía o recomendaciones para ayudar en el control de los riesgos potenciales para la salud y para ningún otro uso".

Se debe tener cuidado al extender directamente los valores de TLV de la ACGIH y otras regulaciones del lugar de trabajo, a los espacios cubiertos por este documento y a grupos de población distintos de los trabajadores. La práctica de la salud Industrial intenta limitar la exposición de los trabajadores a sustancias perjudiciales a niveles que no interfieren con el proceso de trabajo industrial y no son un riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores. No existe la intención de eliminar todos los efectos, tales como olores desagradables o irritación leve. Además, los criterios de salud no se derivan de manera uniforme para todos los contaminantes. Irritación, narcosis, y molestia u otras formas de estrés no se consideran de manera uniforme como la base para los límites de concentración.

Esto se debe a que las diferentes organizaciones utilizan diferentes criterios de valoración y los diferentes contaminantes tienen más o menos información disponible en diversos criterios según el interés. La población objetivo es también diferente de los ocupantes que se encuentran en los espacios comprendidos en este documento. Los trabajadores industriales saludables tienden a cambiar de trabajo u ocupación si una exposición se vuelve intolerable. Por el contrario, para los trabajadores en entornos comerciales como oficinas, a menudo no se esperan concentraciones elevadas de sustancias potencialmente nocivas en sus ambientes de trabajo. Además, los programas de seguimiento son poco probable en esos lugares, como puede ser el caso de los establecimientos industriales. Además, la población en general puede tener menos posibilidad de elegir donde pasan la mayor parte de su tiempo e incluye aquellos que pueden ser más sensibles, como los niños, asmáticos, personas alérgicas, los enfermos y los ancianos.

C.3 Directrices para sustancias en el aire exterior

Se han elaborado guías para el aire exterior para un número de productos químicos y metales, como se muestra en muchas de las referencias. Estos valores, entre ellos algunos de los metales, pueden ser apropiados para algunos entornos de interior, pero deben aplicarse sólo después de la consulta adecuada. Estas directrices también proporcionan una guía relativa a la calidad del aire exterior si se sospecha que el aire exterior puede estar contaminado con sustancias específicas o si hay una fuente conocida de contaminación cerca.

C.4 Regulación de la exposición ocupacional a contaminantes atmosféricos

Las regulaciones de la exposición ocupacional a los riesgos laborales se basan en los resultados de la experiencia acumulada con la salud de los trabajadores y la investigación toxicológica y evaluaciones cuidadosas por grupos de expertos. Los efectos se examinaron en relación con la exposición a la sustancia perjudicial. La exposición se define como el producto matemático de la concentración del contaminante y el tiempo durante el cual una persona está expuesta a esta concentración. Debido a que la concentración puede variar con el tiempo, la exposición se calcula típicamente a través de un adecuado promedio en el tiempo, expresado como concentración TWA, STEL, o el límite techo.

La exposición industrial está regulada sobre la base de una semana laboral de 40 horas, con días de 8 a 10 horas. Durante el resto del tiempo, se prevé que la exposición a los contaminantes de interés es sustancialmente más baja. La aplicación de los límites de exposición industrial no sería necesariamente apropiada para otros ajustes de interior, ocupaciones, y escenarios de exposición.

Sin embargo, para ciertos contaminantes que carecen de límites de exposición para una población objetivo específico no industrial, se han utilizado ajustes considerables hacia la baja a los límites ocupacionales.

C.5 Sustancias que carecen de regulaciones o normas

Para los contaminantes de interiores para la que una concentración aceptable y el valor de la exposición no han sido establecidos por una autoridad competente, una propuesta ha sido asumir que alguna fracción de TLV es aplicable y no dará lugar a efectos adversos para la salud o quejas en la población general. Este enfoque no debe ser utilizado sin antes evaluar su idoneidad para el contaminante de interés. En cualquier caso, si no existen normas o directrices apropiadas, se debe buscar la experiencia profesional o se deben realizar investigaciones para determinar las concentraciones y exposiciones aceptables de los contaminantes.

C.6 Evaluación subjetiva

El aire interior a menudo contiene mezclas complejas de los contaminantes de interés, como lo son el humo de tabaco en el ambiente ^{C-30, C-31}, aerosoles biológicos infecciosos y alérgicos, y las emisiones de sustancias químicas de productos comerciales y de consumo. El tratamiento cuantitativo preciso de estos contaminantes puede ser difícil o imposible en la mayoría de los casos. La composición química por sí sola no siempre puede ser adecuada para predecir de manera fiable la reacción de los ocupantes del edificio expuestos a las mezclas más comunes de sustancias que se encuentran en el aire interior. Hay muchos parámetros toxicológicos utilizados en la evaluación de los efectos de la exposición a los contaminantes del aire.

La irritación del tejido de la mucosa, como la que se encuentra en la nariz humana, los ojos y las vías respiratorias superiores, es uno de los criterios de valoración utilizados a menudo en la evaluación de la exposición a corto plazo de los contaminantes del aire. Estas respuestas a la irritación pueden ocurrir después de que el receptor del irritante está expuesto a compuestos no reactivos, a compuestos reactivos con un patrón diferente de las relaciones dosis-respuesta, y mediante alergias u otros efectos inmunológicos para los cuales las relaciones dosis-respuesta no han sido bien definidos. Poblaciones susceptibles, las personas con atopia ("alergias") pueden reportar irritación en niveles inferiores de exposición que las personas sin alergias. Otras poblaciones susceptibles, tales como los ancianos y los jóvenes, pueden diferir de los adultos sanos en su respuesta a sustancias irritantes y con olor.

Hasta cierto punto, la adecuación de control puede descansar sobre la evaluación subjetiva. Los paneles de observadores se han utilizado para realizar la evaluación subjetiva de la calidad de aire interior en los edificios. Muchos contaminantes tienen olores o son irritantes que pueden ser detectados por los ocupantes humanos o visitantes de un espacio. Generalmente, el aire puede ser considerado aceptablemente libre de contaminantes molestos, si el 80 % de un panel, que consta de un grupo de sujetos no entrenados expuestos a concentraciones conocidas de contaminantes en condiciones representativas controladas de uso y ocupación, considera que el aire no es molesto.

Al realizar una evaluación subjetiva, un observador debe entrar en el espacio a la manera de un visitante normal y debe emitir un juicio de aceptabilidad dentro de los 15 segundos siguientes.

Cada observador debe realizar la evaluación independiente de otros observadores y sin influencia de un líder del panel. Los usuarios de los métodos de evaluación subjetiva deben ser advertidos de que solo deben evaluar el olor y las respuestas sensoriales.

Algunos contaminantes nocivos no serán detectados por dichas pruebas. El monóxido de carbono y el radón son dos ejemplos de contaminantes sin olor que presentan riesgos significativos para la salud. Para evaluar la aceptabilidad de las personas adaptadas (ocupantes), un observador debe pasar al menos seis minutos en el espacio antes de emitir un juicio de aceptabilidad.

C.7 Guía para el uso de la Tabla C.1

Las sustancias enumeradas en la Tabla C.1 son contaminantes comunes del aire en ambientes industriales y no industriales. Los valores que se resumen en esta tabla son de diversas fuentes con diversos procedimientos y criterios para establecer los valores. Algunos son para entornos industriales (OSHA, MAK, NIOSH, ACGIH), algunos son para ambientes al aire libre (NAAQS), y otros son los valores residenciales relacionados con el medio ambiente (canadienses) general (OMS) o de interior. Las siguientes explicaciones tienen por objeto ayudar al lector, proporcionando una breve descripción de los criterios que cada organismo utiliza en la adopción de sus valores de referencia.

- NNCAA: las normas de aire exterior desarrolladas por EPA de EE.UU. bajo la Ley de Aire Limpio. Por ley, los valores que figuran en el presente reglamento deben ser revisados cada cinco años. Estas concentraciones se seleccionan para proteger no sólo a la población general, sino también los individuos más sensibles.
- OSHA: exposiciones máximas aplicables para entornos industriales desarrollados por la OSHA (Departamento de Trabajo de los EE.UU.) a través de un proceso formal de elaboración de normas. Una vez que se ha establecido un límite de exposición, los niveles se pueden cambiar sólo a través de la reapertura del proceso normativo. Estos límites de exposición permisible (PEL) no se seleccionan para proteger a los individuos más sensibles.
- MAK: Exposiciones máximas recomendadas para entornos industriales desarrolladas por la *Deutsche Forschungs Gemeinschaft*, una institución alemana similar al Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos y NIOSH. Los niveles se establecen sobre una base regular, con revisiones anuales y publicaciones periódicas de los nuevos niveles de los criterios. Estos niveles son ejecutados en Alemania y no se seleccionan para proteger a los individuos más sensibles.
- Canadá: Exposiciones máximas recomendadas desarrollados para residencias en 1987 y reafirmado en 1995 por un comité de miembros provinciales convocados por el gobierno federal, para establecer un consenso en los tipos de guía y sus niveles. Se está considerando efectuar una revisión. No se pretende que se cumplan.
- OMS / Europa: (no industriales) directrices ambientales desarrolladas en 1987 y actualizadas en 1999 por la Oficina de la OMS para Europa (Dinamarca). Destinado a ser aplicado tanto a la exposición en interiores y exteriores.
- NIOSH: Las regulaciones para la exposición máxima recomendada para entornos industriales son desarrolladas por NIOSH (Centros para el Control de Enfermedades) y publicados en una serie de documentos de criterios. Las publicaciones de NIOSH contienen tanto una revisión de la literatura y una guía de los límites de exposición recomendado (REL). Estos no son ejecutables, no se revisan regularmente y no se seleccionan para proteger a los individuos más sensibles. En algunos casos, se sitúan en niveles superiores a los que se consideran protectores de la salud porque las prácticas de higiene industrial comúnmente disponibles no detectan con fiabilidad las sustancias a niveles

inferiores. (Tenga en cuenta que los métodos utilizados en entornos no industriales suelen ser más sensibles que los métodos NIOSH para mediciones de higiene industrial.)

- ACGIH: Exposiciones máximas recomendadas para entornos industriales desarrolladas por los comités de los valores límite umbral (TLV) de la ACGIH. El comité revisa la literatura científica y recomienda las regulaciones de exposición. Los supuestos son para condiciones habituales de trabajo industriales, semanas de 40 horas, y las exposiciones simples. Las prácticas de vigilancia para las exposiciones y las respuestas biológicas a menudo se encuentran en los entornos de trabajo donde se usan estos niveles. Estos niveles no se seleccionan para proteger a los individuos más sensibles. Alrededor de la mitad del TLV están destinados a proteger contra la irritación. Los estudios publicados han demostrado que muchos de los TLV destinados a proteger contra la irritación en realidad representan niveles en los que parte o la totalidad de los sujetos de estudio reportan irritación.

La tabla no incluye todos los contaminantes en el aire interior y el conseguir las concentraciones en el interior de todas las sustancias listadas no garantiza la aceptación del olor, evita la irritación sensorial o todos los efectos adversos para la salud de todos los ocupantes. Además de los niveles de contaminantes de interior, la aceptabilidad de aire interior también implica condiciones térmicas, como los niveles de humedad del interior, ya que afectan el crecimiento microbiano, y otros factores ambientales interiores. ASHRAE no está seleccionando o recomendando concentraciones por defecto.

Los usuarios de esta tabla deben reconocer que los contaminantes nocivos no listados también pueden causar IAQ inaceptable con respecto a la comodidad (irritación sensorial), olores, y la salud. Cuando se conocen tales contaminantes o hay sospecha razonable de que estén presentes, la selección de una concentración aceptable de exposición puede requerir referencia a otras directrices o una revisión y evaluación de la literatura toxicológica y epidemiológica pertinente.

Tabla C.1 - Comparación de los reglamentos y directrices pertinentes para entornos de interior^a (1 de 2)

(El usuario de cualquier valor en esta tabla debe tener en cuenta la finalidad para la que fue adoptada y los medios por los que se ha desarrollado)

	Niveles obligatorios y/o reglamentarios			Niveles no obligatorios y/o reglamentarios			
	NAAQS/ EPA	OSHA	MAK)	Canadiense	OMS/Europea	NIOSH	ACGIH
Dióxido de carbono		5000 ppm	5000ppm 10000 ppm [1h]	3500 ppm [L]		5000 ppm 30000 ppm [15 min]	5000 ppm 30000 ppm [15min]
Monóxido de carbono ^c	9 ppm ^g 35 ppm [1h] ^g	50 ppm	30 ppm 60 ppm [30min]	11 ppm [8 h] 25 ppm [1 h]	90 ppm [15 min] 50 ppm [30 min] 25 ppm [1 h] 10 ppm [8 h]	35 ppm 200 ppm [C]	25 ppm
Formaldehído ^h		0,75 ppm 2 ppm [15min]	0,3 ppm 1 ppm ⁱ	0,1 ppm [L] 0,05 ppm [L] ^b	0,1 mg/m ³ (0,081 ppm) [30 min] ^p	0,016 ppm 0,1 ppm [15 min]	0,3 ppm [C]
Plomo	1,5 µg/m ³ [3 mes]	0,05 mg/m ³	0,1 mg/m ³ 1 mg/m ³ [30 min]	Minimizar la exposición	0,5 µg/m ³ [1 año]	0,050 mg/m ³	0,05 mg/m ³
Dióxido de nitrógeno	0,05 ppm [1 año]	5 ppm [C]	5 ppm 10 ppm [5 min]	0,05 ppm 0,25 ppm [1 h]	0,1 ppm [1 h] 0,02 ppm [1 año]	1 ppm [15 min]	3 ppm 5 ppm [15 min]
Ozono	0,12 ppm [1 h] ^g 0,08 ppm	0,1 ppm	j	0,12 ppm [1 h]	0,064 ppm (120 µg/m ³) [8 h]	0,1 ppm [C]	0,05 ppm ^k 0,08 ppm ^l 0,1 ppm ^m 0,2 ppm ⁿ
Partículas ^e <2,5 µm MMAD ^d	15 µg/m ³ [1 año] ^o 35 µg/m ³ [24 h] ^o	5 mg/m ³	1,5 mg/m ³ para <4 µm	0,1 mg/m ³ [1 h] 0,040 mg/m ³ [L]			3 mg/m ³ [C]

Tabla C.1 - (2 de 2)

	Niveles obligatorios y/o reglamentarios			Niveles no obligatorios y/o reglamentarios			
	NAAQS/ EPA	OSHA	MAK	Canadiense	OMS/Europea	NIOSH	ACGIH
Partículas ^e <10 μm MMAD ^d	150 μg/m ³ [24 h] ^o		4 mg/m ³				10 mg/m ³ [C]
Radón				800 Bq/m ³ [1 año]			
Dióxido de azufre	0,03 ppm [1 año] 0,14 ppm [24 h] ^g	5 ppm	0,5 ppm	0,38 ppm [5 min] 0,019 ppm	0,048 ppm [24 h] 0,012 ppm [1 año]	2 ppm 5 ppm [15 min]	2 ppm 5 ppm [15 min]
Partículas totales ^e		15 mg/m ³					

^a Los números entre corchetes [] se refieren ya sea a un techo o a veces con un promedio de menos de o superior a ocho horas (min = minutos; h = horas; a = año; C = techo, L = largo plazo). Cuando no se especifique el tiempo, el tiempo promedio es de ocho horas.

^b El nivel previsto es de 0,05 ppm, debido a sus potenciales efectos cancerígenos. Aldehídos totales limitados a 1 ppm. Aunque los estudios epidemiológicos realizados hasta la fecha proporcionan poca evidencia convincente de que el formaldehído es carcinogénico en las poblaciones humanas, a causa de este potencial, los niveles interiores deben reducirse tanto como sea posible.

^c Como un ejemplo sobre el uso de valores de esta tabla, los lectores deben considerar la aplicabilidad de las concentraciones de monóxido de carbono. Las concentraciones consideran aceptable para no industrial, en oposición a industrial, la exposición es sustancialmente más baja. Estas concentraciones más bajas (en otras palabras, las normas de calidad del aire ambiente, que son necesarios para considerar las poblaciones de mayor riesgo) se establecen para proteger la subpoblación más sensible, las personas con problemas cardíacos preexistentes.

^d MMAD = diámetro aerodinámico mediano de la masa en micras (micrómetros). Menos de 3,0 μm se considera respirable; menos de 10 μm se considera inhalable.

^e Partículas molestas no clasificadas de otro modo (PNO), no se sabe si contienen cantidades significativas de asbesto, plomo, sílice cristalina, carcinógenos conocidos, u otras partículas que se sabe causan efectos adversos significativos para la salud.

^g Que no podrá superarse más de una vez al año.

^h El Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de EE.UU. adoptó normas relativas a las emisiones de formaldehído de tableros contrachapados y tableros de partículas destinadas a limitar la concentración en el aire de formaldehído en las casas prefabricadas a 0,4 ppm. (24 CFR Parte 3280, HUD construcción de viviendas prefabricadas y normas de seguridad). Además, el reglamento de la Junta de Recursos del Aire de California §93120, titulado " Medida de Control Tóxico Aerotransportado para Reducir las Emisiones de Formaldehído de los Productos de Madera Compuesta " tiene requisitos específicos para productos de madera compuesta vendidos en California ^{C-47}.

ⁱ Nunca podrá superarse

^j Cancerígeno, no hay valores máximos establecidos

^k TLV para trabajo pesado

^l TLV para trabajo moderado

^m TLV para trabajos ligeros

ⁿ TLV para cargas de trabajo pesadas, moderadas o ligeras (menor o igual a dos horas)

^o 62FR38652 – 38760, 16 de julio de 1997

^p Los estudios epidemiológicos sugieren una relación causal entre la exposición al formaldehído y el cáncer nasofaríngeo, aunque la conclusión es austera por el pequeño número de casos observados y esperados. También hay observaciones epidemiológicas de una asociación relativa entre altas exposiciones ocupacionales a formaldehído y el cáncer de los senos paranasales.

C.8 Guía para el uso de la Tabla C.2

Las sustancias enumeradas en la Tabla C.2 son contaminantes comunes del aire concernientes a entornos no industriales. Las concentraciones objetivo que se han fijado o propuesto por diversas organizaciones nacionales o internacionales que se ocupan de efectos en la salud y bienestar del aire exterior e interior, se indican únicamente como referencia. La tabla no incluye todos los contaminantes en el aire interior, y el logro de las concentraciones interiores para todas las sustancias enumeradas no asegura la ausencia de irritación sensorial o de todos los efectos adversos en la salud para todos los ocupantes. Además, en los niveles de contaminantes del interior, la aceptabilidad de aire interior también implica condiciones térmicas, como los niveles de humedad de interior, ya que afectan el crecimiento microbiano, y otros factores ambientales interiores. ASHRAE no selecciona o recomienda concentraciones predeterminadas.

La salud o efectos de confort y los períodos de exposición que son la base de los niveles de referencia se enumeran en la columna de "comentarios". Por diseño, el objetivo debe ser cumplir con los niveles de referencia de forma continua durante la ocupación porque las personas pasan la mayor parte de su tiempo en interiores.

Los usuarios de esta tabla deben reconocer que los contaminantes nocivos no listados también pueden causar IAQ inaceptable con respecto a la comodidad (irritación sensorial), olores, y la salud. Cuando se conocen tales contaminantes o existe sospecha razonable de que estén presentes, la selección de una concentración aceptable de exposición puede requerir referencia a otras directrices o una revisión y evaluación de la literatura toxicológica y epidemiológica pertinente. (En la Tabla C.2 se resumen algunas de esta literatura.)

Tabla C.2 - Concentración de interés para los contaminantes seleccionados (1 de 4)

Contaminante	Fuentes	Concentraciones de interés	Comentarios
Monóxido de carbono (CO)	Fugas de aparatos de combustión con ventilación Aparatos de combustión sin ventilación Cocheras de estacionamiento Aire exterior	9 ppm (8 h)	Basado en los efectos en personas con enfermedad de las arterias coronarias, exposición promedio durante ocho horas. Las concentraciones sostenidas en interiores que excedan las concentraciones al aire libre pueden merecer una mayor investigación. Muchos instrumentos de medición de monóxido de carbono tienen una precisión limitada en niveles bajos. Fuentes: quema de gasolina, gas natural, carbón, petróleo, etc. (Nota: es poco probable que el CO sea el único contaminante de preocupación en los estacionamientos u otros espacios donde operan los vehículos) Efectos sobre la salud: reduce la capacidad de la sangre para llevar oxígeno a las células y tejidos del cuerpo; las células y los tejidos necesitan oxígeno para funcionar. El monóxido de carbono puede ser particularmente peligroso para las personas que tienen problemas cardíacos o circulatorios y las personas que tienen pulmones o vías respiratorias dañadas.
Formaldehído (HCHO)		0,1 mg/m ³ (0.081 ppm) (30 min) 27 ppb (8 h) 45 ppb (55 µg/m ³) (1 h) 7,3 ppb (9 µg/m ³) (8 h) 16 ppb	Basado en la irritación de personas sensibles, exposición de 30 minutos (OMS) Establecido como una directriz que nunca debe exceder para evitar efectos irritantes en individuos sensibles. No protege contra la potencial carcinogenicidad del formaldehído (<i>California Air Resources Board</i>). Niveles de exposición de referencia (REL) agudos y no cancerosos de 8 horas desarrollados de acuerdo con la base de datos científica actual (Cal-EPA, OEHHA). Efectos sobre la salud: La exposición aguda y crónica por inhalación al formaldehído en seres humanos puede causar irritación en los ojos, nariz y garganta, síntomas respiratorios, exacerbación del asma y sensibilización. Los estudios en humanos han informado de una asociación entre la exposición al formaldehído y el cáncer de pulmón y nasofaríngeo. En 2004, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) concluyó que "el formaldehído es carcinógeno para los seres humanos (Grupo 1), basándose en pruebas suficientes en seres humanos y pruebas suficientes en animales de experimentación". Especificación adquirida de FEMA para casas móviles

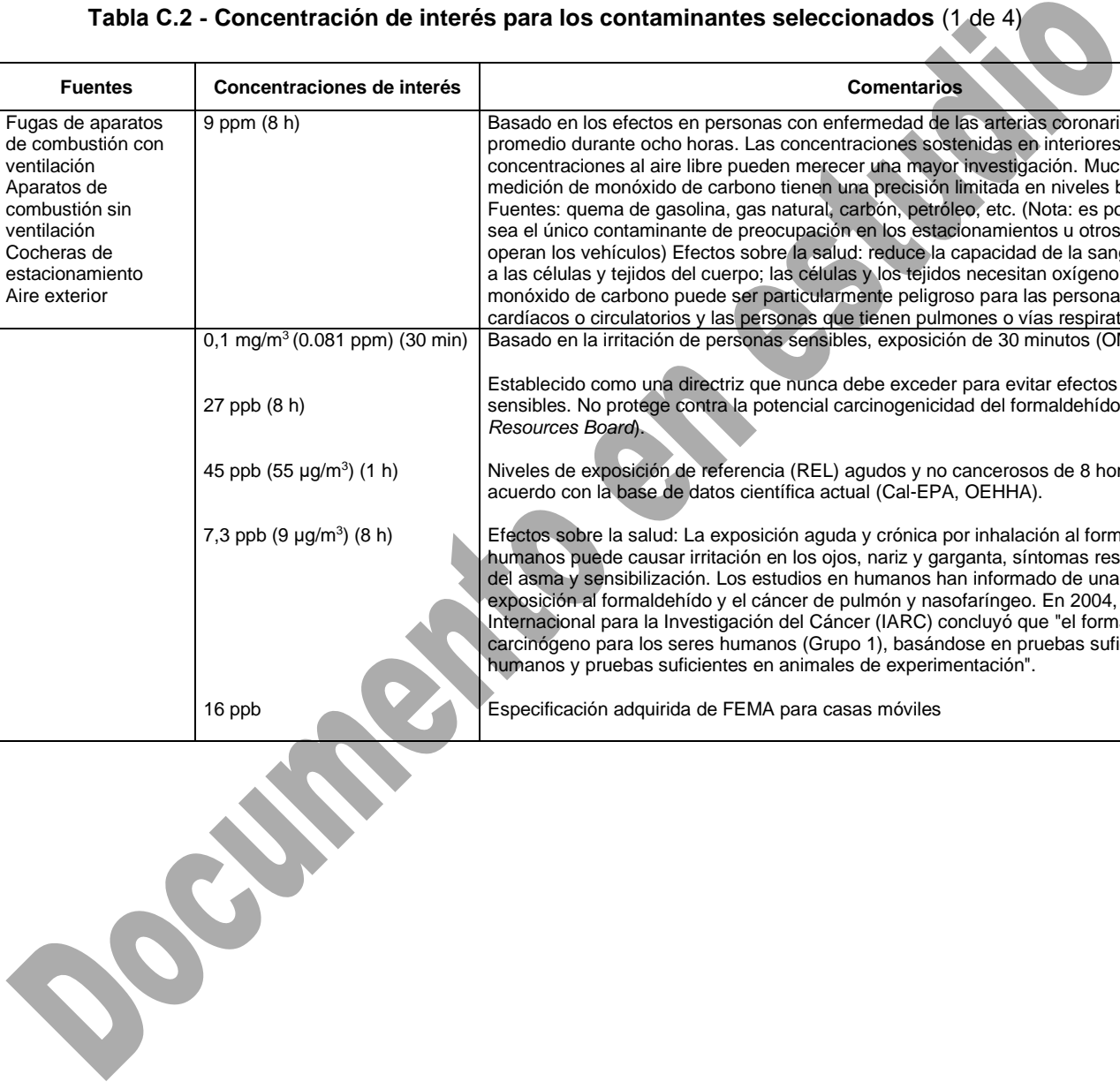


Tabla C.2 - (2 de 4)

Contaminante	Fuentes	Concentraciones de interés	Comentarios
Plomo (Pb)	Polvo de pinturas Aire exterior	1,5 µg/m ³	Sobre la base de los efectos adversos sobre el funcionamiento neuropsicológico de los niños, la exposición media durante tres meses (OMS: 0,5-1 µg / m ³ durante 1 año). Fuentes-gasolina con plomo (que se está eliminando), pintura (casas, coches), fundiciones (refinerías de metales), fabricación de acumuladores de plomo. Efectos sobre la salud: daños cerebrales y del sistema nervioso; Los niños corren un riesgo especial. Algunas sustancias químicas que contienen plomo causan cáncer en los animales. El plomo causa problemas digestivos y otros problemas de salud. Efectos ambientales: el plomo puede dañar la vida silvestre.
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Fugas de aparatos de combustión con ventilación Aparatos de combustión sin ventilación Aire exterior Cocheras de estacionamiento	100 µg/m ³	Basado en proporcionar protección contra efectos respiratorios adversos, exposición media durante un año.
		470 µg/m ³	Fuentes-quema de gasolina, gas natural, carbón, petróleo, etc. Los automóviles son una importante fuente de NO ₂ al aire libre y la cocina y los dispositivos de agua y calefacción son fuentes importantes en el interior. Efectos en la salud: daño pulmonar, enfermedades de los conductos respiratorios y de los pulmones (sistema respiratorio). Efectos ambientales-El dióxido de nitrógeno es un componente de la lluvia ácida (aerosoles ácidos), que puede dañar árboles y lagos. Los aerosoles ácidos pueden reducir la visibilidad. Daños a la propiedad-Los aerosoles ácidos pueden corroer las piedras usadas en edificios, estatuas, monumentos, etc. Promedio de 24 horas para evitar altas exposiciones durante el uso de aparatos de combustión tales como dispositivos de calentamiento de espacios y estufas de gas.
Olor	Ocupantes Fuentes VOC (compuestos orgánicos volátiles)(incluyendo fuentes fúngicas tales como moho) Cocinas, procesamiento de alimentos, alcantarillado, instalaciones de residuos biológicos, etc.	Aceptabilidad prevista (o medida) al 80% o más de los ocupantes o visitantes	La concentración de CO ₂ puede utilizarse como sustituto de los olores de los ocupantes (biofuentes olorosos). Vea el Anexo D para una discusión de los niveles de CO ₂ en interiores y las tasas de ventilación. Para fuentes que no sean personas, se recomienda el control de fuentes.

Tabla C.2 - (3 de 4)

Contaminante	Fuentes	Concentraciones de interés	Comentarios
Ozono (O ³)	Aparatos electrostáticos Máquinas de oficina Generadores de ozono Aire exterior	100 µg/m ³ (50 ppb)	Sobre la base de un aumento del 25 % en las exacerbaciones de síntomas en adultos o asmáticos (actividad normal), exposición de ocho horas (OMS); Exposición continua (FDA). El ozono presente a niveles por debajo de la concentración de interés puede contribuir a la degradación de la calidad del aire interior de forma directa y a reaccionar con otros contaminantes en el espacio interior. El ozono a nivel del suelo es el componente principal del smog. Fuentes al aire libre, de la reacción química de contaminantes, COVs y NO _x ; En interiores, desde fotocopiadoras, impresoras láser, generadores de ozono, precipitadores electrostáticos y otros filtros de aire. Efectos sobre la salud: problemas respiratorios, función pulmonar reducida, asma, ojos irritados, congestión nasal, menor resistencia a resfriados y otras infecciones. Puede acelerar el envejecimiento del tejido pulmonar. Efectos ambientales: al aire libre, el ozono puede dañar las plantas y los árboles; El smog puede causar visibilidad reducida. Daños a la propiedad: en interiores y exteriores, el ozono daña cauchos naturales y sintéticos, plásticos, telas, etc.
Partículas (PM _{2,5})	Productos de combustión, cocina, velas, incienso, resuspensión, aire exterior, escape de diésel y estacionamientos	15 µg/m ³	
Partículas (PM ₁₀)	Nieblas Polvos Deterioro de materiales Aire exterior	50 µg/m ³	Basado en la protección contra la morbilidad respiratoria en la población general y evitando la exacerbación del asma, la exposición media durante un año, no carcinógenos. Las concentraciones interiores son normalmente más bajas; Nivel de referencia puede conducir a una deposición inaceptable de "polvo". Fuentes-quema de madera, diésel y otros combustibles; plantas industriales; Agricultura (arado, quema de campos); carreteras sin pavimentar. Efectos en la salud: irritación de la nariz y la garganta, daño pulmonar, bronquitis, muerte prematura. Efectos ambientales: las partículas son la principal fuente de neblina que reduce la visibilidad. Daños a la propiedad- Las cenizas, el hollín, el humo y el polvo pueden ensuciar y descolorar las estructuras y otros bienes, incluyendo ropa y muebles.
Radón (Rn)	Gas del suelo	4 pCi/L ^a	Sobre la base de cáncer de pulmón, la exposición promedio de un año

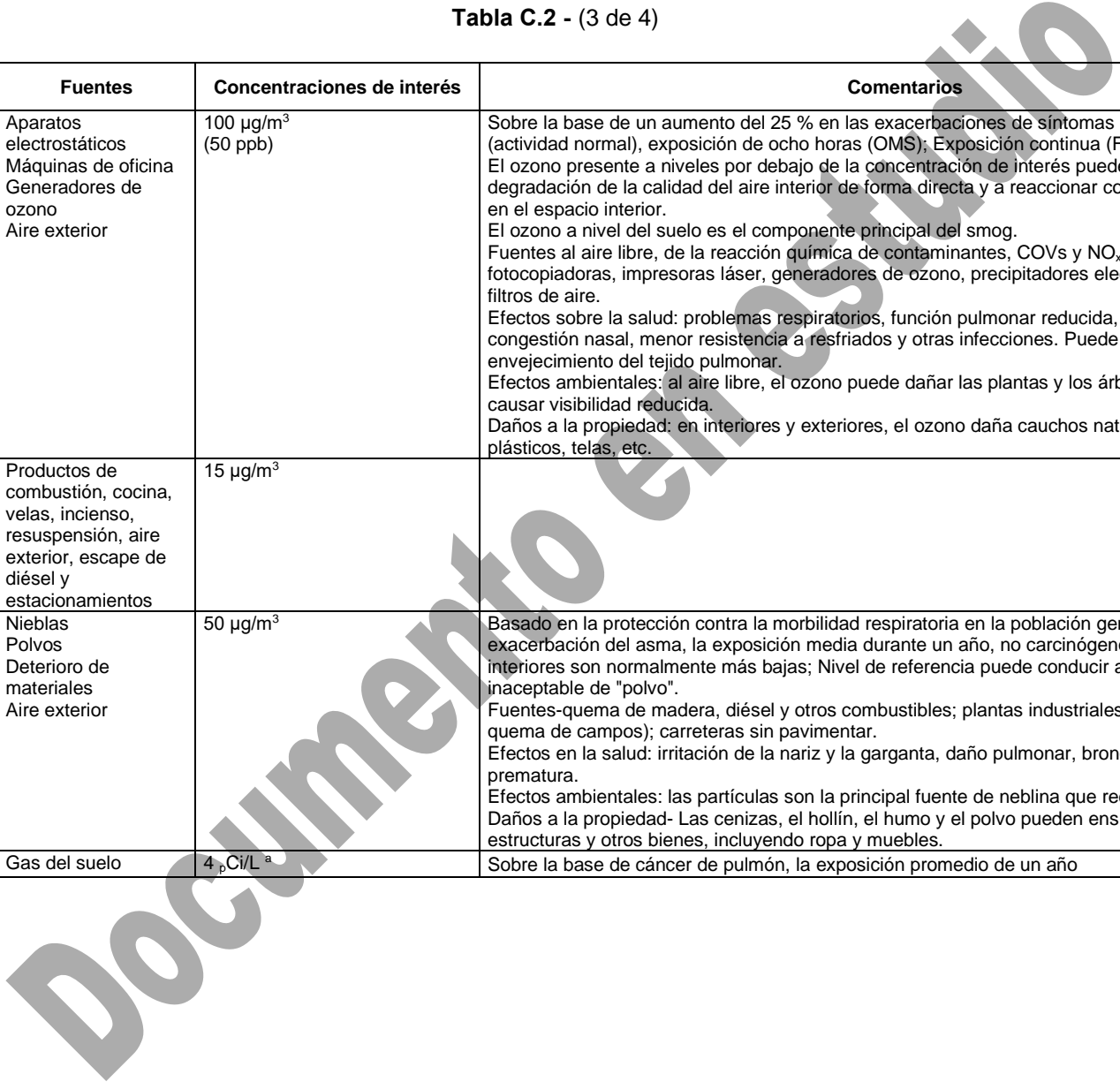


Tabla C.2 - (4 de 4)

Contaminante	Fuentes	Concentraciones de interés	Comentarios
Dióxido de azufre (SO ²)	Calentadores de espacios no ventilados (queroseno) Aire exterior	80 µg/m ³	Sobre la base de la protección contra la morbilidad respiratoria en la población general y evitar la exacerbación del asma, exposición media durante un año (OMS: 50 µg /m ³ si es con material particulado PM). Quema de fuentes de carbón y petróleo, especialmente carbón con alto contenido de azufre del este de los Estados Unidos; Procesos industriales (papel, metales). Efectos en la salud- problemas respiratorios; Puede causar daño permanente a los pulmones. Efectos ambientales- SO ² es un componente de la lluvia ácida (aerosoles ácidos), que puede dañar árboles y lagos. Los aerosoles ácidos también pueden reducir la visibilidad. Daños a la propiedad- Los aerosoles ácidos pueden corroer piedras usadas en edificios, estatuas, monumentos, etc.
Compuesto volátiles orgánicos totales (COVT)	Nuevos materiales de construcción y mobiliario Productos consumibles Materiales de mantenimiento Aire exterior	No se puede dar una orientación precisa sobre las concentraciones de COVT	En el pasado se han empleado varias definiciones de COVT. La referencia C-27 contiene una definición específica que refleja el pensamiento reciente sobre el tema. No hay pruebas suficientes de que las mediciones de COVT puedan usarse para predecir los efectos de salud o comodidad. Además, las respuestas de olor e irritación a compuestos orgánicos son altamente variables. Además, ningún método único actualmente en uso mide todos los compuestos orgánicos que pueden ser de interés. Por lo tanto, algunos investigadores han informado el total de todos los COVs medidos como SumCOV con el fin de hacer explícito que el valor informado no representa el total de todos los COV presentes. Algunas de las referencias incluidas aquí usan este método para presentar los resultados de la medición de COV. No se recomienda establecer concentraciones objetivo para los COVT. Se prefiere establecer concentraciones objetivo para COV específicos de preocupación.
Compuesto volátiles orgánicos (COV) (Ver tabla C.3 para la lista de compuestos seleccionados)	Nuevos materiales de construcción y mobiliario Productos consumibles Materiales de mantenimiento Aire exterior Cocheras de estacionamiento Estaciones de recarga	Debe determinarse para cada compuesto individual (Ver Tabla C.3 para una lista de compuestos seleccionados)	Los compuestos orgánicos volátiles individuales pueden ser contaminantes de interés en la aplicación del Procedimiento IAQ. Las concentraciones de preocupación oscilan entre menos de 1 parte por billón (ppb) para algunos compuestos muy tóxicos o para compuestos con umbrales de olor muy bajos hasta concentraciones de varios órdenes de magnitud más altas. No todos los compuestos pueden ser identificados, y los datos toxicológicos son incompletos para muchos compuestos.
<p>^a USEPA ha promulgado un valor de referencia de la concentración interior 4 µCi /L. Este no es un valor de regulación, pero un nivel de acción en el que se recomienda la mitigación si se supera el valor en ensayos de larga duración.</p> <p>Factores de Conversión C-17</p> <p>Partes por millón y la masa por unidad de volumen:</p> <p>Las mediciones de las concentraciones de sustancias en aire de interior se convirtieron generalmente a condiciones estándar de 25 °C (77 °F) y 101,325 kPa (29,92 pulg. de Hg) de presión. Los vapores o gases a menudo se expresan en partes por millón (ppm) en volumen o en masa por unidad de volumen. Las concentraciones en ppm por volumen se pueden convertir en valores de masa por unidad de volumen de la siguiente manera:</p> <p>ppm x peso molecular / 24,450 = mg / L</p> <p>ppm x peso molecular / 0,02445 = µg / m³</p> <p>ppm x peso molecular / 24,45 = mg / m³</p> <p>ppm x peso molecular x 28,3 / 24,450 = mg / ft³</p>			

C.9 Guía para el uso de la Tabla C.3

La tabla C.3 proporciona información que puede ser beneficiosa para los diseñadores que optan por cumplir con el procedimiento de calidad del aire interior de este documento. Los COV incluidos en la tabla fueron reportados en estudios publicados y revisiones realizadas en edificios de oficinas y en las residencias nuevas y existentes en América del Norte durante el período 1990-2000. Sólo aquellos COV para los que las normas de exposición para la población general han sido desarrolladas por las autoridades competentes se enumeran en la Tabla C.3.

Los niveles de exposición de referencia (REL) son regulaciones para las exposiciones agudas de inhalación de 8 horas y crónicas desarrolladas por la Oficina de Evaluación de Peligros de la Salud de California (OEHHA). Los niveles mínimos de riesgo (LMR) para sustancias peligrosas son regulaciones para las exposiciones de inhalación aguda, intermedia y crónica desarrolladas por la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). Los factores para las conversiones de la concentración de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a ppb se muestran.

La tabla no pretende representar (a) todas las sustancias químicas posibles que se encuentran en ambientes interiores no industriales y (b) todas las directrices de concentración, las normas y los límites reglamentarios. Estudios publicados y revisiones realizadas en edificios de oficinas y en las residencias nuevas y existentes en América del Norte desde 2000 pueden identificar varios compuestos más, para algunos de los cuales pueden estar disponibles las directrices de las autoridades competentes descritos anteriormente.

Tabla C.3 - Concentraciones de interés para determinados compuestos orgánicos volátiles (1 de 3)

Componente	Número CAS	Clase de químico ^a	Factor de conversión ^b ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ a ppb)	CA OEHHA REL ^{C-36}			ATSDR LMR ^{C-46}		
				Agudo ^c ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8-h ^d ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Crónico ^e ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Agudo ^f (ppb)	Intermedio ^g (ppb)	Crónico ^h (ppb)
Acetaldehído	75-07-0	Ald	0,554	470	300	140			
Acrolina	107-02-8	Ald	0,436	2,5	0,7	0,35	3	0,4	
Acilonitrilo	107-13-1	Misc	0,460			5	100		
Benceno	71-43-2	Arom	0,313	1300		60	9	6	3
Bromometano (metil bromuro)	74-83-9	Hal	0,258				50	60	5
1,3-Butadieno	106-99-0	Alq	0,452			20			
2-Butanona	78-93-3	Cet	0,339	13					

Tabla C.3 - (2 de 3)

Componente	Número CAS	Clase de químico ^a	Factor de conversión ^b (µg/m ³ a ppb)	CA OEHHA REL ^{C-36}			ATSDR MRL ^{C-46}		
				Agudo ^c (µg/m ³)	8-h ^d (µg/m ³)	Crónico ^e (µg/m ³)	Agudo ^f (ppb)	Intermedio ^g (ppb)	Crónico ^h (ppb)
2-Butoxietanol	111-76-2	Gli	0,207				6000	3000	200
t-Butil methyl eter (Methyl-t-butil eter)	1634-04-4	Etr	0,277			8000	2000	700	700
Disulfuro de carbono	75-15-0	Misc	0,321	6200		800			300
Tetracloruro de carbono	56-23-5	Hal	0,159	1900		40		30	30
Clorobenceno	108-90-7	ClAro	0,217			1000			
Cloroformo	67-66-3	Hal	0,205	150		300	100	50	20
1,4-diclorobenceno	106-46-7	ClAro	0,166			800	2000	200	10
1,2-dicloroetano (dicloroetileno)	107-06-2	Hal	0,247						600
diclorometano (Cloruro de metileno)	1975-09-02	Hal	0,288	14		400	600	300	300
1,4-Dioxano	123-91-1	Etr	0,278	3000		3000	2000	1000	1000
etilbenceno	100-41-4	Arom	0,230			2000	10	700	300
etilenglicol	107-21-1	Gli	0,394			400	788		
Formaldehido ⁱ	50-00-0	Ald	0,815	55	9	9	40	30	8
n-Hexano	110-54-3	Alca	0,284			7000	600		
naftaleno	91-20-3	Arom	0,191			9			0,7
Fenol	108-95-2	Alc	0,260	5800		200			
2-Propanol (Isopropanol)	67-63-0	Alc	0,407	3200		7000			
2-Propanona (Acetona)	67-64-1	Cet	0,421				26	13	13

Tabla C.3 - (3 de 3)

Componente	Número CAS	Clase de químico ^a	Factor de conversión ^b (µg/m ³ a ppb)	CA OEHHA REL ^{C-36}			ATSDR MRL ^{C-46}		
				Agudo ^c (µg/m ³)	8-h ^d (µg/m ³)	Crónico ^e (µg/m ³)	Agudo ^f (ppb)	Intermedio ^g (ppb)	Crónico ^h (ppb)
Estireno	100-42-5	Arom	0,235	21		900	2000		200
tetracloroetano (tetracloroetileno, percloroetileno)	127-18-4	Hal	0,147	20		35	200		40
Tolueno	108-88-3	Arom	0,265	37		300	1000		80
1,1,1-Tricloroetano (Metil cloroformo)	71-55-6	Hal	0,183	68		1000	2000	700	
Tricloroetano (Tricloroetileno)	1979-01-06	Hal	0,186			600	2000	100	
Cloruro de vinilo	1975-01-04	Halo	0,391	180			500	30	
Isómeros de xileno	1330-20-7	Arom	0,230	22		700	2000	600	50

^a Alc = alcohol; Etr = éter; Gli = glicol éter; Cet = cetona; Ald = aldehído; Estr = acetatos y otros ésteres; Acid = ácido carboxílico; Alca = HC alcano; Alq HC = alqueno; Cycl = HC cíclico; Terp = terpeno HC; Arom = aromático HC; ClAro = aromático clorado HC; Halo= halogenado alifático HC; Misc = categoría miscelánea

^b Los factores de conversión de ug/m³ a ppb

^c el tiempo promedio de exposición es de 1 hora

^d el tiempo promedio de exposición es de 8 horas, y se puede repetir

^e diseñado para hacer frente a las exposiciones continuas para un máximo de toda la vida: la métrica de exposición utilizada es la exposición media anual

^f La exposición a una sustancia química con una duración de 14 días o menos, según se especifica en los perfiles toxicológicos

^g La exposición a una sustancia química con una duración de 15-364 días, tal como se especifica en los perfiles toxicológicos

^h La exposición a una sustancia química por 365 días o más, según se especifica en los perfiles toxicológicos

ⁱ Véanse también las tablas C.1 y C.2 para una guía adicional sobre el formaldehído.

Anexo D
(Informativo)

Fundamento para los requisitos fisiológicos mínimos del aire respirado, basado en la concentración de CO₂

El oxígeno es necesario para el metabolismo del alimento y mantener la vida, El carbono y el hidrógeno en los alimentos son oxidados a dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O), los cuales son eliminados por el cuerpo como productos de desecho.

Los alimentos pueden ser clasificados como carbohidratos, grasas y proteínas, y la proporción de carbono con respecto al hidrógeno en cada una es un poco diferente, El cociente respiratorio (RQ) es la proporción volumétrica producida de CO₂ con respecto al oxígeno consumido, Este varía desde 0,71 para una dieta 100 % grasas, un 0,8 para una dieta 100 % proteínas y 1,00 para una dieta 100 % carbohidratos, Un valor RQ = 0,83 aplica para una dieta normal variada de grasas, carbohidratos y proteínas.

La tasa a la cual el oxígeno es consumido y se genera CO₂ depende de la actividad física, Esas relaciones se muestran en la figura D.2 (ver referencia D-2), además se muestra la tasa de respiración, Una simple ecuación de balance de masa, da el flujo de aire externo necesario para mantener un nivel estable de concentración de CO₂ bajo un determinado límite.

$$V_o = N / (C_s - C_o) \quad (D.1)$$

Donde:

V_o = tasa de flujo de aire externo por persona

V_e = tasa de respiración

N = tasa de generación de CO₂ por persona

C_e = concentración de CO₂ en el aire exhalado

C_s = concentración de CO₂ en el espacio

C_o = concentración de CO₂ en el aire externo

Por ejemplo, para un nivel de actividad de 1,2 unidades met (1,0 met = 18,4 Btu/h-ft²), correspondiente a una persona sedentaria, la tasa de generación de CO₂ es de 0,31 L/min. Estudios de laboratorio y de campo, muestran que, para personas sedentarias, aproximadamente 7,5 L/s (15 cfm) de aire externo por persona, pueden diluir los olores provenientes de los efluentes humanos a niveles que satisfacen a la gran mayoría (cerca del 80 %) de las personas no adaptadas al espacio (visitantes), Si la tasa de ventilación se mantiene en 7,5 L/s (15 cfm) por persona, la concentración resultante de CO₂ en el aire, con relación al aire exterior es:

$$C_s - C_o = N / V_o$$

$$= 0,31 / (7,5 \times 60 \text{ s/min})$$

= 0,000689 L de CO₂ por L de aire

≈ 700 ppm

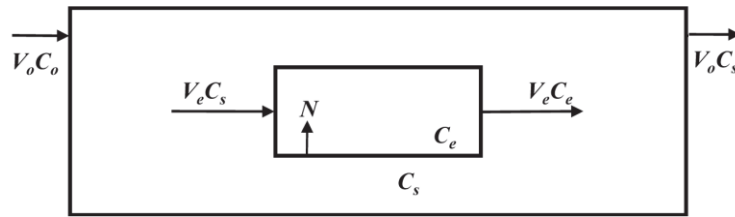


Figura D.1 - Modelo de dos cámaras

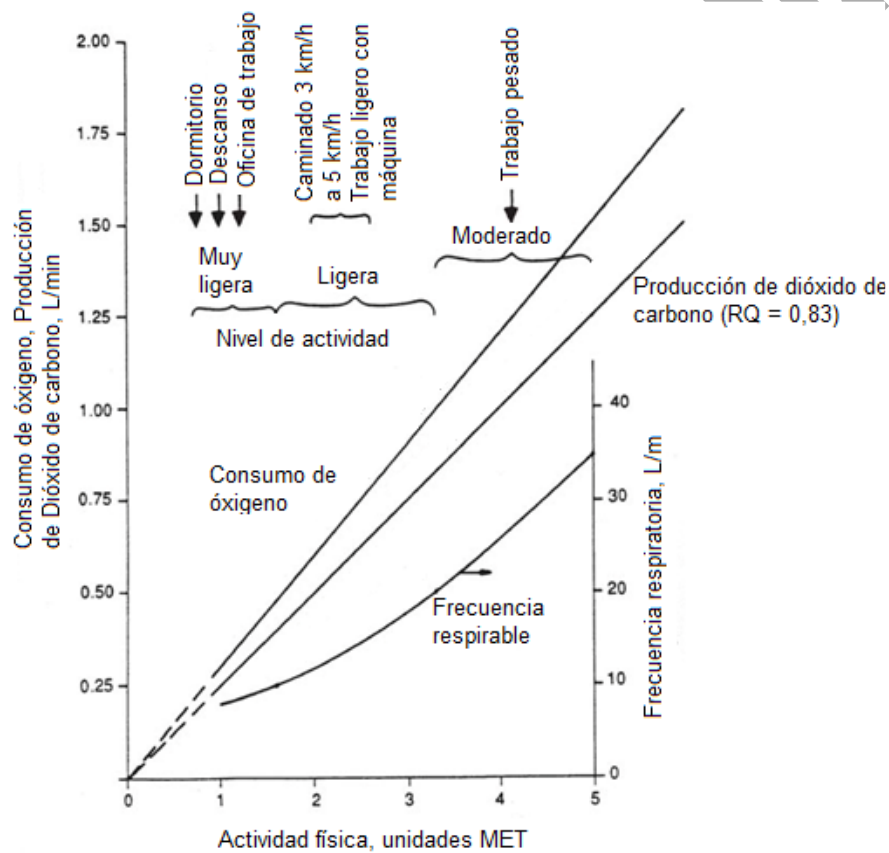


Figura D.2 - Información metabólica

Así, manteniendo una concentración estable de CO₂ en un espacio no mayor a 700 ppm por encima del nivel de aire exterior, indica que la gran mayoría de los visitantes que ingresen a un espacio estarán satisfechos con respecto a los efluentes humanos (olor corporal), Una discusión más detallada de la relación entre la concentración de CO₂ y la percepción de efluentes humanos, así como el uso del CO₂ en interiores para estimar las tasas de ventilación en edificios, se encuentran en la norma ASTM D6245.

Las concentraciones de CO₂ en aire externo aceptable, normalmente se encuentran en el rango de los 300 a los 500 ppm. Altas concentraciones de CO₂ en el aire externo, pueden ser indicadores de procesos de combustión y/u otras fuentes contaminantes.

La figura D.3 muestra la tasa de flujo de aire exterior requerida, como una función de la actividad física y la concentración estable de la habitación, Si el nivel de actividad es mayor a 1,2 met, la ventilación requerida debe ser incrementada para mantener el mismo nivel de CO₂. Además, la disminución del contenido de oxígeno del aire del recinto, puede obtenerse de la Ecuación D.1 al sustituir la concentración de oxígeno por la de CO₂,

$$C_o - C_s = N/V_o \tag{D.2}$$

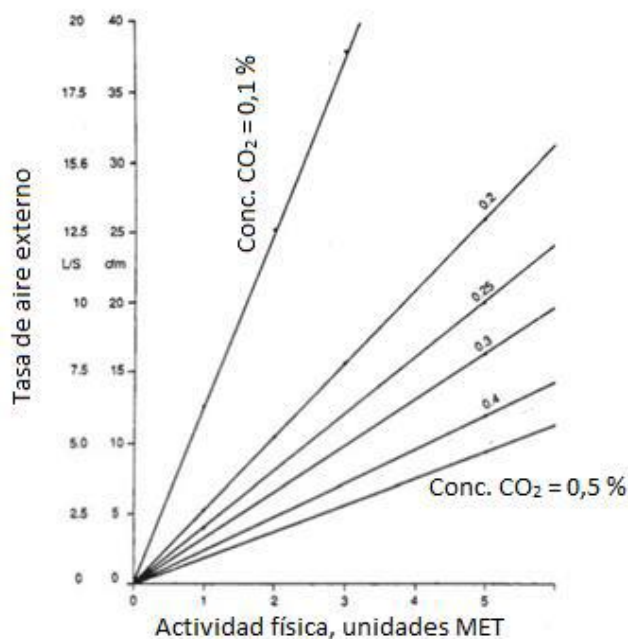


Figura D.3 - Requerimientos de ventilación

El término N ahora tiene un valor negativo con respecto a su uso en la ecuación D.1, esto debido a que el oxígeno está siendo consumido en vez de ser generado.

$$C_s = C_o - V/N_o \tag{D.3}$$

La tasa de consumo de oxígeno es 0,0127 cfm (0,36 L/min) cuando el nivel de actividad es 1,2 met. Para ventilación a una tasa de 15 cfm (429 L/min) y un nivel de actividad de 1,2 met, el nivel de oxígeno del recinto se reducirá de 20,95 % en el exterior, a 20,85 %, un cambio porcentual de 0,48 % ((20,95 – 20,85) /20,95). A diferencia del oxígeno, el CO₂ se genera como resultado de la actividad. A 1,2 met, el CO₂ en interiores se obtiene del ambiente exterior de 0,03 % a 0,1 %, un cambio porcentual de 230 %. Así, medir el incremento de CO₂ es evidentemente más significativo que medir la reducción de oxígeno.

Anexo E
(informativo)

Ecuaciones aceptadas para el uso de balance de masa con el procedimiento IAQ

Cuando se aplica el Procedimiento IAQ del apartado 6.3, se puede emplear el análisis de balance de masa para determinar los requerimientos de ventilación de aire libre para controlar los niveles de contaminantes interiores, la Tabla E.1 presenta las ecuaciones de balance de masa para el análisis de sistemas de una sola zona, las Figuras E.1 y E.2 muestran sistemas de una sola zona representativa. Un filtro puede estar situado en la corriente de aire recirculado (ubicación A) o en el suministro (mezclado) de corriente de aire (ubicación B).

Los sistemas de volumen de aire variable (VAV) reducen la tasa de circulación cuando la carga térmica es menor que la carga de diseño. Esto sucede por la reducción del factor de flujo (Fr).

Hay seis variaciones para escribir una ecuación de balance de masa del contaminante y ser usada para determinar el flujo de aire fresco requerido o la concentración de contaminante en la zona de respiración de las diversas disposiciones del sistema, Las distintas permutas de los sistemas de manejo y distribución de aire de una sola zona se describen en la Tabla E.1. Las ecuaciones de balance de masa para el cálculo de la corriente de aire exterior necesaria y la zona de respiración.

Las ecuaciones de balance de masa para calcular el flujo de aire exterior necesario y la concentración de contaminantes en condiciones de estado estable para cada sistema de una sola zona se presentan en la Tabla E.1.

Tabla E.1 - Aire exterior requerido al aire libre o concentración de contaminantes del espacio con recirculación y filtración para sistemas de Zona Única (1 de 2)

Flujo de recirculación requerida				
Ubicación del filtro	Flujo	Aire exterior	Aire exterior requerido	Espacio de concentración del contaminante
Ninguna	VAV	100%	$V_{oz} = \frac{N}{E_z F_r (C_{bz} - C_o)}$	$C_{bz} = C_o + \frac{N}{E_z F_r V_{oz}}$
A	Constante	Constante	$V_{oz} = \frac{N - E_z R V_r E_f C_{bz}}{E_z (C_{bz} - C_o)}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z V_{oz} C_o}{E_z (V_{oz} + R V_r E_f)}$
A	VAV	Constante	$V_{oz} = \frac{N - E_z F_r R V_r E_f C_{bz}}{E_z (C_{bz} - C_o)}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z V_{oz} C_o}{E_z (V_{oz} + F_r R V_r E_f)}$
B	VAV	Constante	$V_{oz} = \frac{N - E_z R V_r E_f C_{bz}}{E_z [C_{bz} - (1 - E_f) C_o]}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z V_{oz} (1 - E_f) C_o}{E_z (V_{oz} + R V_r E_f)}$

Tabla E.1 - (2 de 2)

Flujo de recirculación requerida				
Ubicación del filtro	Flujo	Aire exterior	Aire exterior requerido	Espacio de concentración del contaminante
B	VAV	100%	$V_{oz} = \frac{N}{E_z F_r [C_{bz} - (1 - E_f)(C_o)]}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z F_r V_{oz} (1 - E_f) C_o}{E_z F_r V_{oz}}$
B	VAV	Constante	$V_{oz} = \frac{N - E_z F_r R V_r E_f C_{bz}}{E_z [C_{bz} - (1 - E_f)(C_o)]}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z V_{oz} (1 - E_f) C_o}{E_z (V_{oz} + F_r R V_r E_f)}$
Símbolo o subíndice		Definición		
A, B		Ubicación del filtro		
V		Flujo volumétrico		
C		Concentración de contaminante		
E _z		Zona de eficacia de distribución de aire		
E _f		Eficiencia del filtro		
F _r		Flujo de diseño factor de reducción de la fracción		
N		Taza de generación de contaminante		
R		Factor de flujo de recirculación		
Subíndice: o		exterior		
Subíndice: r		retorno		
Subíndice: b		ventilación		
Subíndice: z		zona		

Si se especifica la concentración de la zona de respiración contaminante permitida, las ecuaciones de la Tabla E.1 se pueden resolver para la tasa de la zona de aire exterior (V_{oz}). Cuando se especifica la tasa de la zona de aire exterior, las ecuaciones se pueden resolver para la concentración de la zona de respiración contaminante resultante.

Mientras que los métodos de cálculo de este Anexo se basan en sistemas de zona única y análisis de estado estable, métodos de cálculo que dan cuenta de múltiples zonas y los efectos transitorios también se encuentran disponibles.

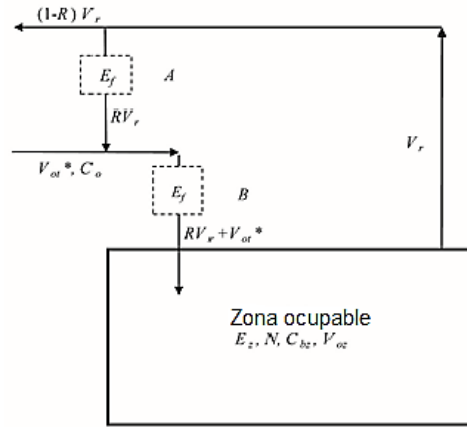


Figura E.1 - Sistema de ventilación- sistema de volumen constante esquemático sin infiltración / exfiltración, (* $V_{ot} = V_{oz}$ para los sistemas de una sola zona)

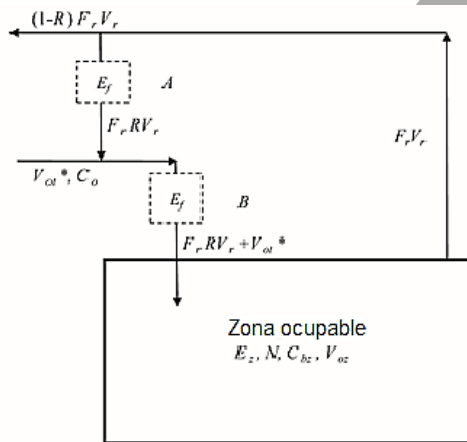


Figura E.2 - Sistema de ventilación- sistema de volumen variable de aire esquemático sin infiltración / exfiltración, (* $V_{ot} = V_{oz}$ para los sistemas de una sola zona)

Anexo F
(informativo)

Emissiones por fuentes fijas o estacionarias

Tabla F.1 - Límites de valores permisibles de la calidad del aire ambiente^a

Parámetros	Unidades	Valores máximos permisibles	Periodo
Partículas inhalables (PM ₁₀)	µg/m ³	50	Anual
Partículas inhalables (PM ₁₀)	µg/m ³	150	24 horas
Partículas inhalables (PM _{2,5})	µg/m ³	15	Anual
Partículas inhalables (PM _{2,5})	µg/m ³	65	24 horas

^a Tomado del Reglamento especial de normas técnicas de calidad ambiental, año 2001, Capítulo III, Calidad del aire, Sección I, Emissiones por fuentes fijas o estacionarias, Parámetros mínimos, Art. 9.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *CNE-NA-INTE-DN-01, Norma de planes de preparativos y respuesta ante emergencias para centros laborales o de ocupación pública. Requisitos*
- [2] *NTS ISO 45001:2018, Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso*
- [3] *NTS ISO 10013, Sistemas de gestión de la calidad. Orientación para la información documentada*

Documento en estudio



ORGANISMO SALVADOREÑO DE NORMALIZACION

Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN)
Blvd. San Bartolo y Calle Lempa, Edif. CNC, San
Bartolo, Ilopango, San Salvador, El Salvador. C.A.

ANTS 13.17.33:23

ICS 13.200