

2ª edición
Febrero 2025

Ventilación en Ambientes Laborales

Decreto 351/79 Capítulo 11



Material no apto para la venta.

Ing. Néstor Adolfo BOTTA



www.redproteger.com.ar

*“En esto consiste el amor:
no en que nosotros hayamos amado a Dios,
sino en que él nos amó a nosotros,
y envió a su Hijo
en propiciación por nuestros pecados.”*

1 Juan 4:10 RVR 1960



EL AUTOR



Néstor Adolfo BOTTA es Ingeniero Mecánico recibido en el año 1992 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata; Ingeniero Laboral recibido en el año 1995 en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata; Diplomado en Ergonomía recibido en el año 2018 en la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario de la Pontificia Universidad Católica Argentina; y Diplomado en Sistemas Integrados de Gestión recibido en el año 2021 en la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Estudiante de la Diplomatura en Teología en el Instituto Bíblico Río de La Plata desde el 2022.

Es el Titular de la empresa Red Proteger, empresa dedicada a la Capacitación y Divulgación de conocimientos en materia de seguridad e higiene en el trabajo (www.redproteger.com.ar).

Desarrolló funciones como Responsable de Higiene y Seguridad en el Trabajo en empresas como SOIME SRL, TRADIGRAIN ARGENTINA SA, AMANCO ARGENTINA SA, MOLINOS RÍO DE LA PLATA SA y SEVEL ARGENTINA SA.

Asesoró a diversas empresas entre las que se destacan AKZO NOBEL SA, CERVECERÍA Y MALTERÍA QUILMES SAICAYG y APACHE ENERGÍA ARGENTINA SRL.

Su extensa actividad docente lo ubica como:

- Profesor en la UCA de Ing. de Rosario para la Carrera de Posgrado de Higiene y Seguridad en el Trabajo en la asignatura de Riesgo y Protección de Incendios y Explosiones.
- Profesor Titular en la Universidad Nacional del Litoral para la Carrera de Técnico en Seguridad Contra Incendios en la asignatura de Seguridad Contra Incendios III. Sistema de educación a distancia.
- Profesor en la Universidad Nacional del Litoral - Sede Rosario, para la Carrera de Lic. en Seguridad y Salud Ocupacional en la asignatura de Práctica Profesional.
- Profesor Titular en el Instituto Superior Federico Grote (Rosario - Santa Fe) para la Carrera de "Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo" para las asignaturas de Higiene y Seguridad en el Trabajo I, Seminario Profesional, Prevención y Control de Incendios II, y Prevención y Control de Incendios I.
- Profesor Interino Cátedra "Elementos de Mecánica". Carrera "Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo". ISFD Nro. 12 La Plata - 1.996
- Ayudante Alumno Cátedra "Termodinámica". Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ingeniería.
- Ayudante Alumno Cátedra "Análisis Matemático". Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ciencia Económicas.

©Todos los derechos reservados.

El derecho de propiedad de esta obra comprende para su autor la facultad exclusiva de disponer de ella, publicarla, traducirla, adaptarla o autorizar su traducción y reproducirla en cualquier forma, total o parcial, por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo fotocopia, copia xerográfica, grabación magnetofónica y cualquier sistema de almacenamiento de información. Por consiguiente, ninguna persona física o jurídica está facultada para ejercitar los derechos precitados sin permiso escrito del Autor.

Editorial Red Proteger®
Rosario – Argentina
info@redproteger.com.ar
www.redproteger.com.ar

ÍNDICE

- 1) ¿Qué es la Ventilación?
- 2) Objetivos Generales de la Ventilación
- 3) ¿A Qué Ventilación Hace Referencia el Capítulo 11?
- 4) Funciones de la Ventilación
- 5) El Aire
- 6) Causas del Deterioro de la Calidad del Aire
 - 6.1) Síndrome del Edificio Enfermo
 - 6.2) Causas de los Edificios Enfermos
 - 6.3) Calidad del Ambiente Interior
 - 6.4) Calidad de Aire Aceptable
- 7) Síntomas que Denotan una Calidad de Aire Deficiente
- 8) Beneficios de una Buena Ventilación
- 9) Fuentes de Contaminación del Aire Interior
 - 9.1) Agentes Físicos
 - 9.2) Agentes Químicos
 - 9.3) Agentes Biológicos
- 10) Cálculo del Caudal de Ventilación
- 11) Pasos para el Cálculo de la Ventilación
- 12) Ambientes de Actividad Pesada
- 13) Los Otros Artículos

El presente material de lectura no pretende ser un manual sobre ventilación industrial; sólo se centra en el análisis del Capítulo 11 del decreto 351/79 reglamentario de la ley sobre higiene y seguridad en el trabajo, especialmente en lo relativo al cálculo del caudal de ventilación de un ambiente de trabajo.

1) ¿QUÉ ES LA VENTILACIÓN?

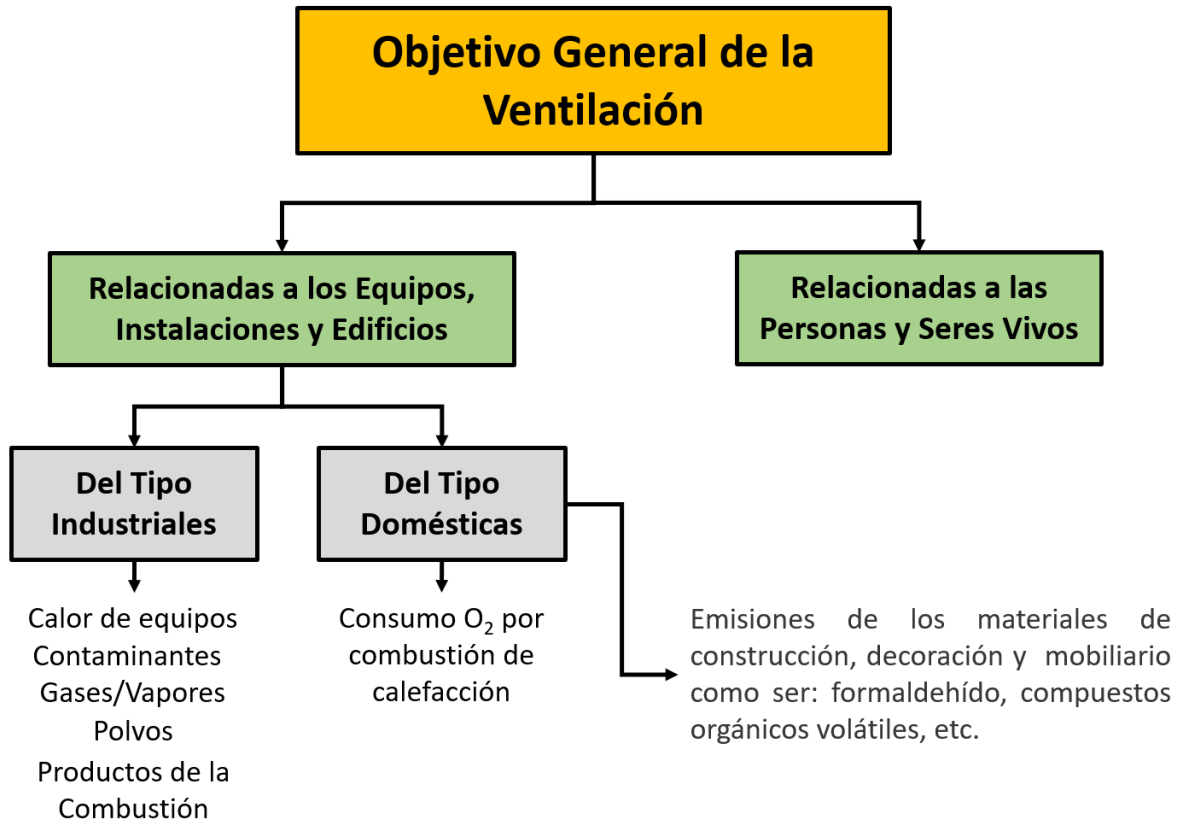
Una de las cuestiones del decreto 351/79 reglamento de higiene y seguridad en el trabajo de la República Argentina, es que no define lo que considera como ventilación, cuestión que podría parecer menor, pero que a la vista de los artículos del capítulo 11 que trata el tema, se torna de vital importancia.

Una definición que podría adecuarse a la cuestión que trata este material es la siguiente:

“Se puede entender por ventilación a la técnica que permite la sustitución de una porción del aire de un ambiente, que se considera indeseable por su falta de pureza, de temperatura, de humedad, etc., por otra que aporta mejores características.”

2) OBJETIVOS GENERALES DE LA VENTILACIÓN

En términos generales la ventilación tiene dos grandes objetivos, uno relacionado a los seres vivos, proveyendo de aire en cantidad y calidad necesario para mantener la vida y sin producir efectos adversos. El otro esta relacionado a los equipos, instalaciones y edificios, los cuales pueden ser de origen industrial o del tipo doméstico, queriendo agrupar es este espectro, a los edificios como una oficina donde no se producen efectos de las máquinas e instalaciones productivas; en este caso la ventilación tendrá como objetivo retirar el calor, los contaminantes y proveer de oxígeno u aire que consumen los procesos industriales.



3) ¿A QUÉ VENTILACIÓN HACE REFERENCIA EL CAPÍTULO 11?

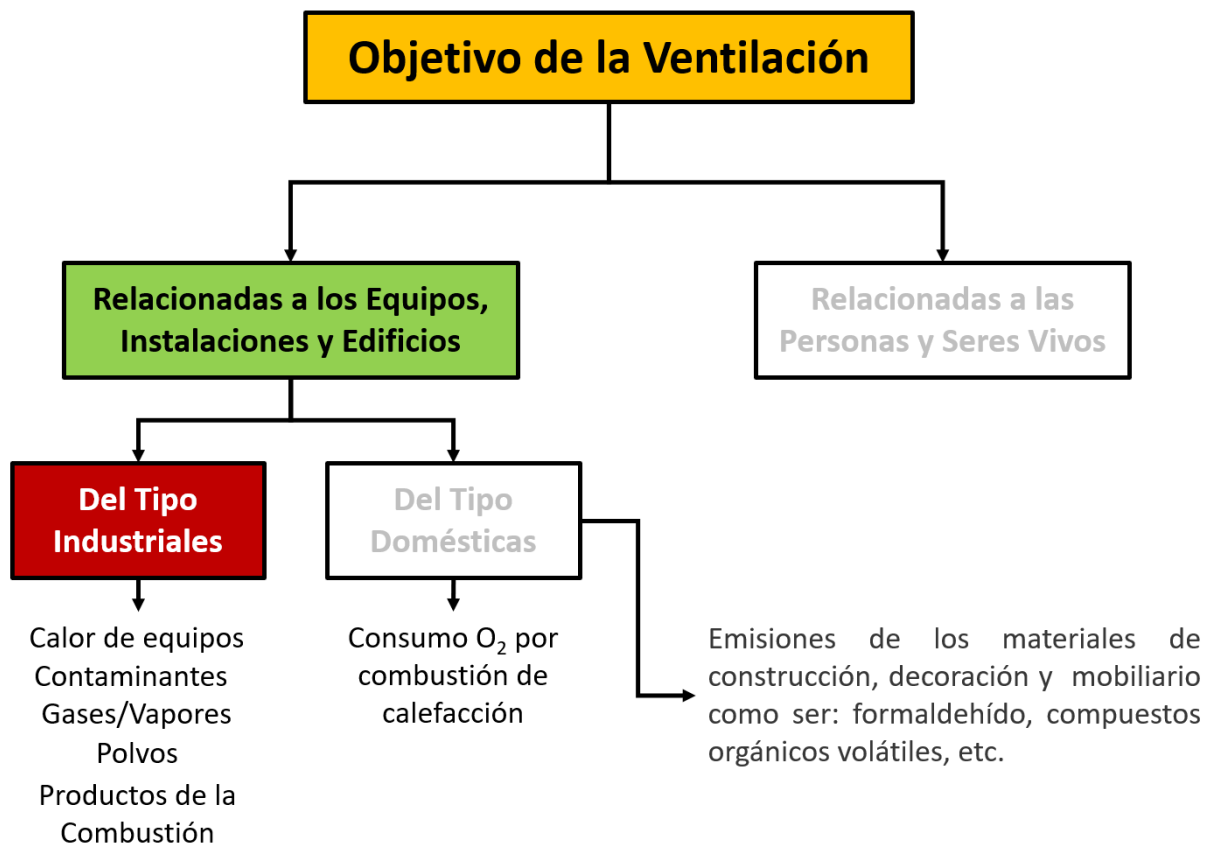
Para dilucidar el tema se empezará primero por analizar el artículo 61 del capítulo 9, que trata de contaminación ambiental; dado que se trata de un decreto del año 1979, con este término se quiere referir a contaminación en ambientes de trabajo, que afectan a los trabajadores, y no a la contaminación del medio ambiente que rodea a la instalación, que afectan a la población y que son tratados en legislaciones específicas.

Capítulo 9: Contaminación ambiental

“Artículo 61: Todo lugar de trabajo en el que se efectúan procesos que produzcan la contaminación del ambiente con gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras, aerosoles o emanaciones de cualquier tipo, deberá disponer de dispositivos destinados a evitar que dichos contaminantes alcancen niveles que puedan afectar la salud del trabajador. Estos

dispositivos deberán ajustarse a lo reglamentado en el Capítulo 11 del presente decreto.”

Después de la lectura del artículo precedente se puede concluir que el Capítulo 9 del decreto 351/79 tiene como objetivo la contaminación o la ventilación que se ha clasificado como de “tipo industrial”.



Dentro del capítulo 11 sobre ventilación del decreto 351/79 se encuentran dos artículos que pueden ayudar a dilucidar a que tipo de ventilación hace referencia este capítulo.

Capítulo 11: Ventilación

“Artículo 64- En todos los establecimientos, la ventilación contribuirá a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador.”

“Artículo 67- Si existiera contaminación de cualquier naturaleza o condiciones ambientales que pudieran ser perjudiciales para la salud, tales como carga térmica, vapores, gases, nieblas, polvos u otras impurezas en el aire, la ventilación contribuirá a mantener permanentemente en todo el establecimiento las condiciones ambientales y en especial la concentración adecuada de oxígeno y la de contaminantes dentro de los valores admisibles y evitará la existencia de zonas de estancamiento.”

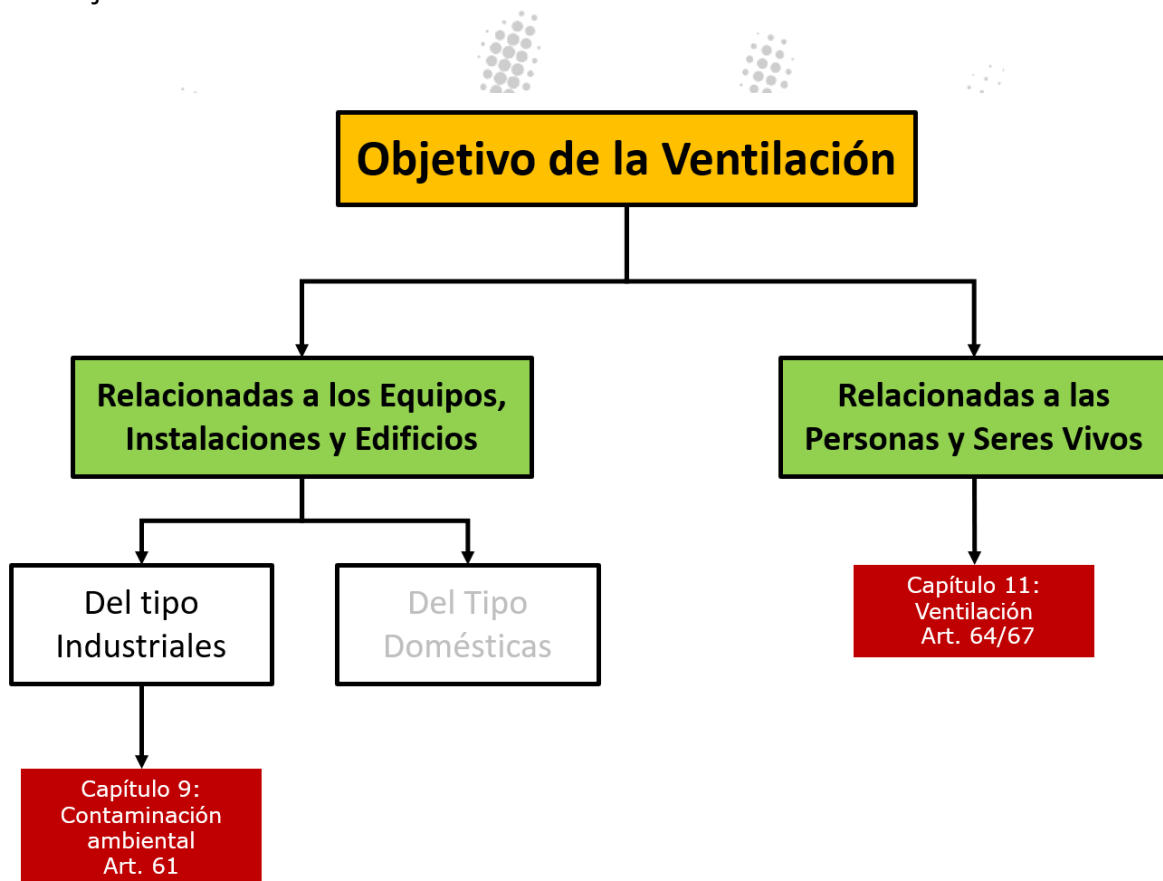
El artículo 64 presenta un problema que es sólo conceptual. Hay parámetros de calidad de aire que sólo se logran obtener con un proceso de ventilación, por consiguiente, la ventilación no sólo contribuirá, sino que deberá mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador.

Se puede entender, quizás, que el concepto contribuirá del artículo 64 se refiera a que la ventilación no debe ser el único proceso para mantener la calidad de aire, se deben sumar otros como, por ejemplo, extracción localizada de contaminantes, reducción de contaminantes en ambientes de trabajo, etc.

Lo que queda claro de estos dos artículos es que la ventilación no tiene como finalidad la eliminación de los contaminantes generada en los puestos de trabajo, y que sólo contribuirá, es decir, colaborará. Al menos desde la mirada del capítulo 11. Lo que se puede concluir, hasta ahora, del análisis de estos dos artículos, es que la ventilación de un ambiente de trabajo, según el capítulo 11 no debe tener en cuenta los efectos en el aire de los procesos de trabajo y condiciones de estos, incluidos aquellos que consumen oxígeno.

Fuera de lo que son los contaminantes en ambiente de trabajo productos de los procesos de trabajo, ambos artículos no dicen cuáles son los parámetros se deben lograr o mantener con el proceso de ventilación, nombra hacia el final del artículo 67 *“la concentración adecuada de oxígeno”* pero que no dice cuál es, aunque se presupone por cuestiones obvias que debe rondar en un valor próximo de las 21%, y la de evitar zonas de estancamiento, se supone de aire.

El capítulo 11 no habla de calidad de aire ni de parámetros del aire, sólo establece el caudal necesario de aire por persona dentro de un ambiente. Tampoco define para que ambientes aplica, así que se debe presuponer que aplica a todos los ambientes de trabajo.



Ahora bien ¿qué pasa o donde va ubicado objetivo de la ventilación del tipo doméstico? Está claro que en el capítulo 9 no están considerados estos aspectos, aunque sería el lugar más apropiado para darle un contexto técnico.

4) FUNCIONES DE LA VENTILACIÓN

Considerando que la ventilación, según el capítulo 11, no tiene como objetivo los contaminantes o efectos producidos por los procesos o condiciones de trabajo, la función de la ventilación está en relación con los seres vivos, entre ellos el más importante en los ambientes de trabajo, las personas.

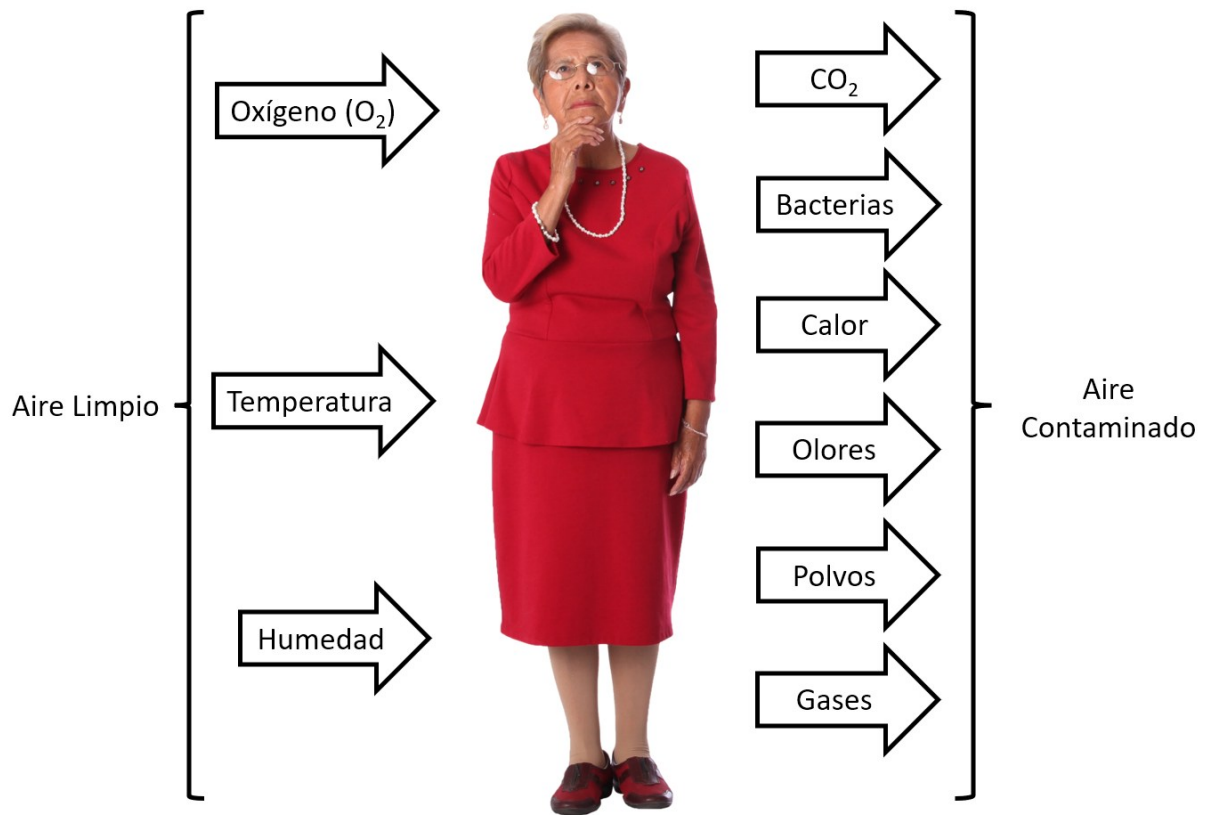
“La ventilación tiene como función la resolución de funciones vitales como el suministro de oxígeno para la respiración y el control del calor que producen; debe proporcionar condiciones de confort, afectando de esta manera a la temperatura, a la humedad, a la velocidad del aire, a los olores indeseables, y el reemplazo del aire viciado de los espacios cerrados, es decir, mejorar o mantener las condiciones de habitabilidad.”

Se puede considerar que la ventilación tiene como función la resolución de funciones vitales como:

- Suministrar oxígeno para la respiración.
- Control del calor que producen las personas.
- Proporcionar condiciones de confort (temperatura, humedad, velocidad del aire y olores indeseables).
- Reemplazo del aire viciado de los espacios cerrados.

Como el Capítulo 11 no dice en las tablas del artículo 66 cuáles parámetros de calidad de aire incluye, se debe considerar que sólo contempla las funciones descritas. Si en una oficina o ambiente hay consumo de oxígeno por ejemplo por un sistema de calefacción, calor generado por equipamiento electrónico, contaminantes propios de los edificios como el formaldehído, etc., se debe considerar como un plus a las tablas mencionadas.

La función de la ventilación se puede resumir en la siguiente imagen:



Hay que considerar que para la ventilación se toma aire del exterior, salvo casos especiales como puede ser una sala de quirófanos, no siempre ese aire exterior cumple las condiciones ideales dado los contaminantes ambientales presentes en la zona donde se desarrolla la actividad.

5) EL AIRE

El aire es un gas incoloro, insípido e inodoro. Es una mezcla de gases y no una composición química.

De los componentes que forman el aire, solo el oxígeno y el nitrógeno son necesarios para la vida. El primero es esencial en el proceso metabólico, a través del cual nuestro cuerpo transforma los hidratos de carbono, las proteínas y las grasas contenidas en los alimentos en calor y energía; el segundo no tiene funciones

metabólicas, pero sirve como diluyente inerte y mantiene el relleno de ciertas cavidades de nuestro cuerpo, tales como los alvéolos pulmonares, el oído medio y las cavidades de los senos.

En la tabla se menciona al “aire seco” y no simplemente “aire”. Esto se debe a que el aire en la realidad es “aire húmedo”, que contiene una cantidad variable de vapor de agua que reviste gran importancia para las condiciones de confort del ser humano.

Componentes del Aire Seco <i>(1,2928 kg/m³ a 0 °C y 760 mmHg)</i>					
	Símbolo	En volumen (%)	En peso (%)	Contenido en el aire (g/m³)	Peso específico (kg/m³)
Nitrógeno	N ₂	78,08	75,518	976,30	1,2504
Oxígeno	O ₂	20,94	23,128	299,00	1,428
Argón	Ar	0,934	1,287	16,65	1,7826
Anh. Carbónico	CO ₂	0,0315	0,4 x 10 ⁻⁶	0,62	1,964
Otros		0,145	0,0178	0,23	-

El volumen de oxígeno en un ambiente no deberá descender del 19% al 19,5% (la supervivencia estricta exige el 13%) ni el contenido de CO₂ deberá superar el 0,25%. El aire por lo que se refiere a ventilación contiene vapor de agua, olores, humos, anhídrido carbónico producido en la respiración y combustión, y polvillo formado por corpúsculos minerales y orgánicos que transportan gran variedad de bacterias y otros microorganismos junto con sus gérmenes, eliminando este aire viciado mediante su renovación y su ventilación.

6) CAUSAS DEL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Con la crisis del petróleo en 1973 todos los países industrializados establecieron normas para controlar el consumo energético, especialmente los relacionados a la calefacción y refrigeración.

Se aumentó el poder aislante de muros y cubiertas y se mejoraron los cierres de puertas y ventanas para evitar las pérdidas por convección. Aparecieron, en suma, los edificios herméticos, dotados de sistemas mecánicos de ventilación. Pero, para contribuir al ahorro de energía, se recicló parte del caudal de aire extraído en porcentajes crecientes hasta llegar a límites exagerados. Además, si las instalaciones no se limpian y desinfectan de forma regular, proliferan la difusión de contaminantes y microorganismos por todo el edificio.

Las personas satisfechas por haberse aislado del exterior con una ventana hermética, evitando la entrada de contaminantes, polvos y ruido, al poco tiempo empezaron a sufrir alergias, irritaciones, escozores de ojos y jaquecas.

El hombre moderno pasa una gran parte de su tiempo dentro de locales cerrados y los factores enumerados tienen consecuencias inmediatas: aumentan las enfermedades alérgicas y pulmonares y crecen enormemente la rapidez de difusión de las infecciosas entre los usuarios de un mismo inmueble, sobre todo si disponen de instalación de aire acondicionado.

Diversas causas concurren a ello, pero se ha señalado como la principal e indiscutible una ventilación insuficiente e inadecuada.

Pero aparte de los problemas que para la salud puede acarrear un sistema de aire acondicionado con mala conservación, limpieza precaria y escasez de aire primario, múltiples causas contribuyen a contaminar el aire interior de un edificio.

Antiguamente se consideraba que sólo el ser humano con la expulsión de anhídrido carbónico de la respiración y el desprendimiento del olor corporal era el causante del deterioro de la calidad del aire.

Hoy en día se sabe que los componentes orgánicos volátiles que se desprenden de muebles, pinturas, adhesivos, barnices, combustibles, materiales de higiene personal y de limpieza, contaminan de forma importante el aire interior, a los que se les suma los insecticidas, raticidas, combustión directa dentro de la habitación, aerosoles, detergentes, moquetas, parqués y, de forma importante, el humo de tabaco y, también, los ambientadores con los que se quiere disimular el ambiente cargado.

Otro grupo muy importante de contaminadores son los materiales de construcción entre los que se destacan el formaldehído de los aglomerados de madera unidos con resinas y algunos aislantes.

Se puede resumir, sin considerar los efectos de los procesos y condiciones de trabajo, las causas que producen el deterioro en la calidad del aire en un ambiente de trabajo son las siguientes:

- Emisiones de los ocupantes como ser calor, CO₂, vapor de agua, humo de tabaco (aunque en la actualidad ya no se fuma más en el interior de los ambientes de trabajo), microorganismos (bacterias y virus), olores, flatulencias, etc.
- Emisiones de los materiales de construcción, decoración y mobiliario, como son el formaldehído, vapores orgánicos, polvos y fibras (asbestos vidrio, textiles).
- Biocidas, productos de limpieza y los desodorantes ambientales.
- Los efectos del síndrome del edificio enfermo (que no se solucionan sólo con ventilación).
- Causas debidas a las instalaciones de ventilación-climatización: Emisiones de los componentes: partículas sólidas en suspensión, aerosoles, microorganismos (bacterias, hongos), etc.; y el calentamiento o enfriamiento, excesivos y sequedad o humedad excesivas del aire.

6.1) Síndrome del Edificio Enfermo

El concepto o idea de ventilación o calidad de aire de un ambiente interior está relacionado o es una de las variables de lo que en la actualidad se conoce como Síndrome del Edificio Enfermo.

Un edificio enfermo es un espacio cerrado en el que alrededor del 20% o más de sus ocupantes sufren problemas de salud en los que las causas no son de fácil identificación por ser producidos por varios factores.

La OMS establece dos tipos diferenciados de edificios enfermos:

- **Edificio temporalmente enfermo**

Se trata de un edificio nuevo o recién renovado en el que los síntomas van disminuyendo a medida que pasa el tiempo. Suelen desaparecer al cabo de medio año aproximadamente. Suelen ser debidos a las emisiones generadas por los recubrimientos de paredes, suelos y materiales de la construcción.

- **Edificio permanentemente enfermo**

En este caso los síntomas se siguen mostrando durante años. Suelen estar asociados a deficiencias de las instalaciones fijas como por ejemplo iluminación, climatización y ventilación. También pueden estar relacionados con emisiones del propio material de construcción como es el caso del gas radón emitido por el granito.

6.2) Causas de los Edificios Enfermos

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) existen una serie de características que se comparten entre estos edificios, estas son:

- Edificios herméticos.

- Sistema de ventilación inexistente o insuficiente provocando un insuficiente suministro de aire fresco.
- Mala distribución del aire, provocando estratificaciones y zonas sin ventilación.
- Sistema de ventilación forzada común a todo el edificio o a grandes áreas de éste, en los que se produce recirculación parcial del aire. Es especialmente peligroso si las tomas de renovación del aire están situadas en lugares inadecuados.
- Unidades de tratamiento de aire y recuperadores de calor de baja calidad constructiva puede suponer un factor de riesgo debido a la contaminación cruzada entre el aire de aportación y extracción.
- Incorrecto filtrado del aire por falta de mantenimiento o diseño inadecuado, especialmente cuando la calidad del aire exterior es baja o hay elevada recirculación.
- Selección de materiales de construcción de baja calidad.
- Suelos, paredes y otros elementos de diseño interior con recubrimiento textil.
- Sistema de climatización ineficaz o de poca precisión que dificulta el control zonal de temperatura.
- Diferencias de presión entre espacios, originando corrientes de aire y cambios en las condiciones termohigrométricas.
- Ubicación de los edificios en zonas con elevada polución o contaminación ambiental.

Dadas estas características, si las personas que se encuentran en estos presentan algunos síntomas como la irritación de ojos, nariz y garganta, sequedad, ronquera, respiración dificultosa, erupciones cutáneas, dolor de cabeza, fatiga mental, náuseas, mareos y vértigos, elevada incidencia de infecciones respiratorias y resfriados entre otros, se podría llegar a hablar de edificios enfermos.

6.3) Calidad del Ambiente Interior

Se define la calidad ambiental en interiores como las condiciones ambientales de los espacios interiores adecuadas al usuario y la actividad, y está relacionada a las siguientes variables:

- **Confort térmico**

Aunque no sea posible conseguir unas condiciones termohigrométricas que satisfagan a todas las personas, dichas condiciones deben de satisfacer a un gran porcentaje ya que el objetivo final es el de tratar de mantener una temperatura de confort saludable en el interior de los edificios.

- **Confort acústico**

El ruido es uno de los agentes contaminantes más frecuente en los puestos de trabajo incluidos los de tipo no industrial. El confort acústico es el nivel de ruido que se encuentra por debajo de los niveles legales que potencialmente causan daños a la salud, y que además debe ser aceptado como confortable por la población trabajadora afectada. El confort acústico es el nivel sonoro que no molesta, no perturba y no causa daño directo a la salud.

- **Confort visual**

Es un estado generado por la armonía o equilibrio de una elevada cantidad de variables, relacionadas entre otros factores con la naturaleza, estabilidad y cantidad de luz, y todo ello en relación con las exigencias visuales de las tareas y en el contexto de los factores personales de los trabajadores/as.

Una iluminación correcta proporciona una sensación de confort y así se puede desarrollar el trabajo de una forma cómoda, eficaz y segura. Cuando la iluminación no es la adecuada, pueden aparecer molestias visuales y oculares, aumentar la fatiga y, como consecuencia, producirse más errores y accidentes, con lo que disminuye el rendimiento.

- **Calidad de aire interior**

Se lo define como las “condiciones ambientales de los espacios interiores, adecuadas al usuario, y a la actividad, definidas por los niveles de contaminación fisicoquímica y microbiológica del aire”.

El término “aire interior”, entendido como el aire que se respira en un espacio limitado, se aplica a ambientes interiores no industriales, como edificios de oficinas, edificios públicos (colegios, hospitales, restaurantes, teatros, etc.) y residencias particulares.

Se puede resumir que la calidad de ambiente interior es la consecuencia de los siguientes factores:

- Ambiente térmico.
- Ambiente acústico.
- Ambiente luminoso.
- Calidad del aire interior.

Estos factores en su conjunto, o a veces por separado, pueden generar molestias importantes a los trabajadores e incluso alteraciones graves en su salud. Por lo que es muy importante encontrar el equilibrio entre todos ellos para alcanzar una excelente calidad ambiental.

6.4) Calidad de Aire Aceptable

Se puede definir calidad de aire aceptable como:

“El aire que no contiene sustancias contaminantes en cantidades tales que resulten nocivas para la salud y cuya calidad sea juzgada como satisfactoria por al menos el 80% de las personas expuestas a sus efectos

(esta definición está ligada al Síndrome del Edificio Enfermo), definido por la OMS como el conjunto de molestias y enfermedades que un edificio causa en sus ocupantes y cuyo origen está en el mal estado del edificio.”

La OMS fija un tanto por ciento para determinar si se puede o no hablar de Síndrome del Edificio Enfermo: si más del 20% de los ocupantes o trabajadores del edificio se ven afectados por molestias o enfermedades, se está ante un caso de Síndrome del Edificio Enfermo.

7) SÍNTOMAS QUE DENOTAN UNA CALIDAD DE AIRE DEFICIENTE

Algunos de los síntomas que denotan una calidad de aire deficiente son los siguientes:

- **Ojos**
Sequedad, picor, escozor, lagrimeo y enrojecimiento.
- **Vías respiratorias altas**
En nariz y garganta suelen presentarse en forma de sequedad, congestión nasal, picor y escozor, goteo nasal, estornudos y dolor de garganta.
- **Piel**
Enrojecimiento, sequedad y picor generalizado o localizado.
- **Estado general**
Dolores de cabeza, debilidad, somnolencia, dificultad para concentrarse, irritabilidad y náuseas.
- **Enfermedades más frecuentes**
Relacionadas con la hipersensibilidad, como asma, rinitis o dermatitis; y también enfermedades infecciosas.

Estos síntomas no suelen estar acompañados de ninguna lesión orgánica o signo físico, de manera que el Síndrome del Edificio Enfermo se diagnostica, a menudo, por exclusión; suelen desaparecer poco después de abandonar el edificio y son más frecuentes por la tarde que por la mañana, las quejas son más abundantes cuanto menos control se tiene sobre el entorno interior.

8) BENEFICIOS DE UNA BUENA VENTILACIÓN

Una buena calidad ambiental en interiores tiene muchos beneficios:

- Asegura el confort y bienestar de los trabajadores en los edificios.
- Minimiza el riesgo de aparición de problemas de salud.
- Mejora el ambiente laboral.
- Incrementa la productividad y disminuye el ausentismo.
- Se produce una mejora en la calidad del mantenimiento de las instalaciones y fomenta el ahorro energético como consecuencia de un mantenimiento óptimo de los sistemas de climatización.

9) FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE INTERIOR¹

Según su origen, las fuentes de contaminación en el interior de un edificio pueden ser:

- Exteriores.
- Interiores.
 - Generados en el edificio.

¹ Punto desarrollado sobre la base del libro: "Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2021). Calidad del Ambiente Interior en el trabajo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo."

Uso y distribución del edificio.

Instalaciones del edificio.

- Generados por los ocupantes y las actividades que realizan.

Según su composición, podemos encontrar la presencia de agentes:

- Físicos.
- Químicos.
- Biológicos.

9.1) Agentes Físicos

Los agentes físicos que afectan la calidad del aire interior están relacionados a las “condiciones termohigrométricas”, es decir:

- Temperatura.
- Humedad.
- Velocidad del aire.

Las condiciones termohigrométricas de un lugar de trabajo están íntimamente relacionadas con la sensación térmica de los trabajadores. En la práctica, suele resultar bastante complicado mantener satisfechos a todos los ocupantes de un recinto en relación con la sensación térmica, ya que su apreciación es subjetiva.

Un aire demasiado húmedo puede producir una sensación sofocante, mientras que una baja humedad puede provocar sequedad de las mucosas nasales o dificultad en la respiración.

Una humedad relativa muy alta (mayor al 70%) puede dar lugar al crecimiento microbiano mientras que niveles inferiores (menores a 20 al 30%) favorecen la aparición de infecciones respiratorias y la aparición de electricidad electrostática.

Los valores recomendados son:

- **Temperatura**

Trabajos sedentarios: 17°C a 27°C.

Trabajos ligeros: 14°C a 25°C.

- **Humedad relativa**

Entre 30% al 70%.

- **Velocidad del aire**

Ambiente poco caluroso: 0,25 m/s.

Ambiente caluroso: 0,50 m/s para trabajos sedentarios

Ambiente caluroso: 0,75 m/s para trabajos no sedentarios.

9.2) Agentes Químicos

Los contaminantes químicos están constituidos por materia inerte y los más habituales se pueden clasificar en siete grupos:

- Productos generados por la respiración humana (ocupantes).
- Productos derivados de la combustión.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Partículas y fibras en suspensión.
- Radón.
- Ozono.
- Biocidas.

9.2.1) Productos Generados por los Ocupantes

Se trata de contaminantes generados por las personas que ocupan el ambiente interior. Estos contaminantes se denominan bioefluentes. El principal compuesto es

el dióxido de carbono (CO_2) procedente de la respiración. La presencia de niveles altos de bioefluentes está relacionada con el nivel de ocupación y con la escasa capacidad del sistema de renovación del aire.

9.2.2) Productos Derivados de la Combustión

Se trata de contaminantes gaseosos originados en procesos de combustión, pudiendo estar presentes en el aire interior debido a fuentes internas por consumo de combustibles en aparatos que queman combustibles líquidos como el querosén, gas envasado o gas natural; tanto en sistemas de calefacción o en motores de combustión como un generador eléctrico mal ubicado, etc., o pueden proceder del exterior.

Entre los compuestos que pueden encontrarse están:

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de nitrógeno (NO_2)
- Dióxido de azufre (SO_2)

9.2.3) Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Se trata de una amplia variedad de compuestos pertenecientes a diferentes familias químicas (alcoholes, aldehídos, cetonas, etc.), que tienen en común su base química de carbono y su capacidad para volatilizarse (pasar a la fase gaseosa) a temperatura ambiente de forma más o menos rápida.

En el ambiente interior, son liberados por los materiales de construcción y decoración (pinturas, barnices, colas, adhesivos, madera prensada, placas de yeso, tapicerías y cortinajes, moquetas, etc.), así como por productos de limpieza,

ambientadores, biocidas, equipamiento de oficina (impresoras, fotocopiadoras, etc.) y material de oficina (pegamentos, rotuladores permanentes).

Normalmente, las concentraciones serán más elevadas en edificios recién construidos o remodelados, e irán disminuyendo con el paso del tiempo.

Dentro de los COV se destaca el formaldehído, cuya principal fuente de exposición en el interior de los edificios son: madera prensada (tableros de aglomerado y contrachapado), acabados de madera, tapicerías y cortinajes, materiales de construcción de paredes y techos, recubrimiento y pintado de paredes, recubrimiento de suelos (moquetas, barnices), y productos de limpieza (jabones y detergentes, desinfectantes).

9.2.4) Partículas y Fibras en Suspensión

Partículas (Polvo)

Se presentan en el aire en forma de aerosoles líquidos o sólidos, como el hollín, nubes de polvo o neblina, no pudiendo detectarse aisladamente a simple vista.

En ambientes interiores, las partículas de más de 10 μm de diámetro se consideran polvo.

En el ambiente laboral podemos encontrar:

- Polvo mineral: aquellos que contienen sílice libre cristalina, carbón o cemento.
- Polvo metálico: plomo, cadmio, níquel, berilio.
- Polvo químico: plaguicidas o reactivos químicos.
- Polvo orgánico y vegetal: harina, madera, algodón, polen.
- Polvo biológico: mohos y esporas.

Fibras

Se denominan fibras a las partículas elongadas cuya longitud es varias veces superior a su diámetro.

Las fibras que pueden representar un riesgo para el sistema respiratorio y por consiguiente a la salud, son las fibras respirables, entendiéndose como tales las fibras finas que tienen la posibilidad de alcanzar los alvéolos pulmonares.

Las fibras no respirables son las fibras más gruesas que no se mantienen mucho tiempo en suspensión en el aire y que, aunque llegaran a ser inhaladas, quedarían retenidas y serían eliminadas en las partes anteriores del sistema respiratorio. Estas fibras pueden tener interés en la prevención de posibles efectos irritantes en los ojos, piel o mucosas.

9.2.5) Radón

Es un gas radioactivo de origen natural, incoloro, inodoro e insípido, con un peso de siete (7) veces superior al del aire, que procede de la desintegración del uranio que se encuentra en las rocas y en el suelo.

El radón que emana del suelo y las rocas se dispersa fácilmente en el exterior, el radón se diluye rápidamente, tiene concentraciones muy bajas y no suele representar ningún problema, pero tiene tendencia a concentrarse en espacios cerrados, sobre todo sótanos y edificios, en los que es difícil su eliminación sin una ventilación adecuada, entra en el interior a través de grietas, poros y fisuras en suelos, muros y paredes, juntas de construcción, espacios alrededor de canalizaciones y líneas de servicio, etc., siendo los niveles mayores en sótanos y otras áreas estructurales en contacto con el suelo. También puede proceder de materiales de construcción.

9.2.6) Ozono

El ozono (O₃) se produce de forma natural en la estratosfera a partir de la disociación de moléculas de oxígeno por acción de la luz solar y actúa como barrera frente a la radiación solar.

Es un gas incoloro que en condiciones estándar tiene una vida media de aproximadamente 20 a 60 minutos, de olor acre penetrante y detectable por el olfato a concentraciones entre 0,02 y 0,05 ppm. El ozono es un fuerte oxidante, tanto en estado gaseoso como en soluciones acuosas.

Dicha potencia oxidativa, junto con su mínima toxicidad, convierten el ozono en un producto extremadamente útil como desinfectante y desodorante, con numerosas aplicaciones.

Debido a su poder oxidante los efectos inmediatos sobre la salud son: irritación del tracto respiratorio y de los ojos, tos, dificultades respiratorias, etc.; a medio plazo se puede producir disminución general del rendimiento físico, así como síntomas de malestar general tales como: dolor de cabeza, cansancio, pesadez, etc.; a largo plazo puede producir alteraciones en la función pulmonar (neumonitis y neumonía).

9.2.7) Biocidas

Se los define a los biocidas como:

“Toda sustancia o mezcla, en la forma en que se suministra al usuario, que esté compuesto por, o genere, una o más sustancias activas, con la finalidad de destruir, contrarrestar o neutralizar cualquier organismo nocivo, o de impedir su acción o ejercer sobre él un efecto de control de otro tipo, por cualquier medio que no sea una mera acción física o mecánica”.

Los biocidas están divididos en 22 tipos de productos basados en su uso, que se clasifican en cuatro grandes grupos:

A. Grupo de los Desinfectantes

- Biocidas para la higiene humana.
- Desinfectantes y alguicidas no destinados a la aplicación directa a personas o animales.
- Biocidas para la higiene veterinaria.
- Desinfectantes para los equipos, recipientes, utensilios y superficies que están en contacto con los alimentos y piensos.
- Desinfectantes empleados en la desinfección del agua potable.

B. Grupo de los Conservantes

- Conservantes para los productos durante su almacenamiento.
- Conservantes para películas.
- Protectores para maderas.
- Protectores de fibras, cuero, caucho y materiales polimerizados.
- Conservantes de materiales de construcción.
- Protectores de líquidos utilizados en sistemas de refrigeración y en procesos industriales.
- Productos antimoho.
- Protectores de líquidos empleados para trabajar o cortar materiales.

C. Grupo de los Plaguicidas

- Rodenticidas.
- Avicidas.
- Molusquicidas, vermícidias y productos para controlar otros invertebrados.
- Piscicidas.

- Insecticidas, acaricidas y productos para controlar otros artrópodos.
- Repelentes y Atrayentes.

D. Otros Biocidas

- Conservantes para alimentos o piensos.
- Productos antiincrustantes.
- Líquidos para embalsamamiento o taxidermia.

9.3) Agentes Biológicos

Se definen como agente biológico a:

“Microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.”

Y como microorganismo se entiende a:

“Toda entidad microbiológica, celular o no, capaz de reproducirse o de transferir material genético.”

La contaminación biológica en ambientes interiores se transmite mayoritariamente a través del aire, en forma de aerosoles, por lo que se los llama también como “bioaerosoles”, que son partículas transportadas por el aire, constituidas por seres vivos, o moléculas grandes que han sido liberadas por un ser vivo.

El aire exterior constituye la principal fuente de contaminación biológica en el interior de los edificios. Las esporas y los fragmentos fúngicos, así como el polen y las bacterias ambientales, pueden introducirse en estos por diversas vías, como el sistema de climatización y ventilación, ventanas, grietas existentes en las paredes,

sobre la superficie de materiales nuevos o adheridos a la ropa y al calzado de las personas. Por otra parte, los ocupantes del edificio también pueden contribuir a la contaminación biológica del aire interior, ya que son considerados la fuente más importante de bacterias y virus, además pueden transportar otros contaminantes biológicos, como alérgenos de animales de compañía.

Estas amenazas están asociadas con mayor frecuencia a los problemas de calidad del aire interior y el exceso de humedad (la presencia de algunos hongos y bacterias puede considerarse indicadora de un exceso de humedad en el interior de los edificios).

Los agentes biológicos más comunes que se pueden encontrar en un ambiente interior son:

- Bacterias
- Hongos
- Virus
- Protozoos
- Polen
- Caspa y pelos de animales
- Insectos
- Ácaros



10) CÁLCULO DEL CAUDAL DE VENTILACIÓN

El cálculo del caudal necesario para ventilar o renovar el aire interior de un ambiente de trabajo está definido en el artículo 66.

“Artículo 66- La ventilación mínima de los locales, determinado en función del número de personas, será la establecida en la siguiente tabla:”

PARA ACTIVIDAD SEDENTARIA

Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cúbicos por personas	Caudal de aire necesario en metros cúbicos por hora y persona
1	3	43
1	6	29
1	9	21
1	12	15
1	15	12

PARA ACTIVIDAD MODERADA

Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cúbicos por personas	Caudal de aire necesario en metros cúbicos por hora y persona
1	3	65
1	6	43
1	9	31
1	12	23
1	15	18

Lo primero a aclarar es que no se define ni técnicamente ni mediante ejemplos que es una actividad sedentaria y una actividad moderada.

Se puede presuponer, y esta idea no se debe transformar en norma, que una actividad sedentaria puede ser por ejemplo un trabajo de oficinista que está gran parte de su día de trabajo sentado, y que una actividad moderada por ejemplo podría ser un trabajo de una persona que, sin ser un trabajo de alto gasto energético, como por ejemplo lo es un albañil, tiene movilidad, como por ejemplo un docente, un vendedor de comercio, etc.

Si se tiene dudas entre si el trabajo es sedentario o moderado, siempre se debe considerar como moderado que es la peor condición. Este capítulo deja fuera un

trabajo de alto gasto energético como puede ser un trabajador en una línea de montaje.

Se puede considerar como referencia para tal efecto el Anexo II original del decreto 3517/9 o el Anexo II modificado por la Resolución MTySS 295/2003.

Extracción del Anexo II Original

2. Estimación del Calor Metabólico

Se realizará por medio de tablas según la posición en el trabajo y el grado de actividad.

Se considerará el calor metabólico (M) como la sumatoria del metabolismo basal (MB), y las adiciones derivadas de la posición (MI) y del tipo de trabajo (MII), por lo que:

$$M = MB + MI + MII$$

En donde:

2.1. Metabolismo Basal (MB)

Se considerará a MB = 70 W

2.2. Adición derivada de la posición (MI)

Acostado o Sentado: 21

De pie: 42

Caminando: 140

Subiendo pendiente: 210

2.3. Adición derivada del tipo de trabajo

Tipo de trabajo MII (W)

Trabajo manual ligero: 28

Trabajo manual pesado: 63

Trabajo con un brazo: ligero 70

Trabajo con un brazo: pesado 126

Trabajo con ambos brazos: ligero 105

Trabajo con ambos brazos: pesado 175

Trabajo con el cuerpo: ligero 210

Trabajo con el cuerpo: moderado 350

Trabajo con el cuerpo: pesado 490

Trabajo con el cuerpo: muy pesado 630

Coef. = 1,563 para pasar de Kcal/h a Watt.

3. Evaluación de la carga térmica

Régimen de trabajo y descanso	Tipo de trabajo		
	Liviano (menos 230 W)	Moderado (230-400 W)	Pesado (más 400 W)
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75 % trabajo y 25 % Descanso, cada hora	30,6	28,0	25,9
50 % trabajo y 50 % Descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25 % trabajo y 75 % Descanso, cada hora	32,2	31,1	30,0

Calculando el valor de M (calor metabólico) se puede usar la tabla del inciso 3 para establecer si el trabajo es Liviano (M menor a 230 W), Moderado (M entre 230 y 400 W) o Pesado (M mayor de 400 W), aunque en este último caso no se aplica al tema ventilación.

Para el caso de las tablas del Capítulo 11 se puede considerar como ACTIVIDAD SEDENTARIA al tipo de trabajo “Liviano” y como ACTIVIDAD MODERADA al tipo de trabajo “Moderado” de la Tabla del inciso 3.

Extracción del Anexo II modificado por Resolución MTySS 295/2003

TABLA 3. Ejemplos de actividades dentro de las categorías de gasto energético

Categorías	Ejemplos de actividades
Reposada	<ul style="list-style-type: none"> • Sentado sosegadamente. • Sentado con movimiento moderado de los brazos.
Ligera	<ul style="list-style-type: none"> • Sentado con movimientos moderados de brazos y piernas. • De pie, con un trabajo ligero o moderado en una máquina o mesa utilizando principalmente los brazos. • Utilizando una sierra de mesa. • De pie, con trabajo ligero o moderado en una máquina o banco y algún movimiento a su alrededor.
Moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar estando de pie. • Levantar o empujar moderadamente estando en movimiento. • Andar en llano a 6 Km/h llevando 3 Kg de peso.
Pesada	<ul style="list-style-type: none"> • Carpintero aserrando a mano. • Mover con una pala tierra seca. • Trabajo fuerte de montaje discontinuo. • Levantamiento fuerte intermitente empujando o tirando (p.e. trabajo con pico y pala).

Muy pesada	<ul style="list-style-type: none">• Mover con una pala tierra mojada
------------	--

Para el caso de las tablas del Capítulo 11 se puede considerar como ACTIVIDAD SEDENTARIA a las categorías “Reposada” y “Ligera” de la Tabla 3; y como ACTIVIDAD MODERADA a la categoría “Moderada” de la Tabla 3.

Ante la duda de estos conceptos se debe recurrir a normas IRAM u otras de reconocimiento internacional.

11) PASOS PARA EL CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN

Siguiendo las pautas establecidas por artículo 66 del capítulo 11, los pasos a seguir para el cálculo son los siguientes:

- Paso 1: Cálculo del volumen del local de trabajo.
- Paso 2: Cálculo del volumen (cubaje) disponible por persona.
- Paso 3: Ir a la tabla “actividad sedentaria/moderada”.
- Paso 4: Cálculo del caudal de renovación de aire.

Ejemplo

Calcular la ventilación necesaria para una oficina de 7 m x 5 m x 3 m donde trabajan 5 personas en una actividad que se puede considerar sedentaria.

Paso 1: Cálculo del volumen de la oficina

$$\text{Volumen oficina} = L \times A \times H$$

$$\text{Volumen oficina} = 7 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$$

$$\text{Volumen oficina} = 105 \text{ m}^3$$

Paso 2: Calculo del volumen (cubaje) disponible por persona

Cubaje por persona = volumen ambiente / personas

Cubaje por persona = $105 \text{ m}^3 / 5 \text{ personas}$

Cubaje por persona = $21 \text{ m}^3/\text{persona}$

Paso 3: Ir a la tabla “actividad sedentaria”


Las tablas del artículo 66 permiten determinar la renovación de aire necesario por personas.

La tabla tiene hasta un cubaje por persona de $15 \text{ m}^3/\text{p}$ por lo que se debe posicionar en esta fila, dado que es el valor máximo que presenta la tabla. No se puede extrapolar otros valores a los presentados en ambas tablas.

Si por ejemplo el valor del cubaje por persona hubiera dado $10,5 \text{ m}^3/\text{p}$ se debe posicionar en la fila más exigente que es la de $9 \text{ m}^3/\text{p}$, porque garantiza un mayor caudal de renovación de aire por persona.

PARA ACTIVIDAD SEDENTARIA

Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cúbicos por personas	Caudal de aire necesario en metros cúbicos por hora y persona
1	3	43
1	6	29
1	9	21
1	12	15
1	15	12




Paso 4: Cálculo del caudal de renovación de aire

$$Q = \text{personas} \times \text{renovación/persona}$$

$$Q = 5 \text{ personas} \times 12 \text{ m}^3/\text{h persona}$$

$$Q = 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Es decir, se necesita instalar un sistema de ventilación forzada que tenga la capacidad de mover un caudal de aire de 60 m³/h, o diseñar un sistema de ventilación natural cuyas aberturas permita el movimiento de esa cantidad de aire.

Si dentro de la oficina existiera un sistema de calefacción mediante un calefactor a quemador de gas natural, por ejemplo, se debería de considerar el consumo adicional de aire necesario para la combustión. Ídem otro tipo de proceso que consuma aire/oxígeno.

Como en las tablas no se especifica que tiene en cuenta la renovación del aire establecida, si dentro del ambiente, además, de las personas, existieran otros procesos que generen calor, consuman aire o lo vicien se debe considerar aparte el caudal de aire necesario, por consiguiente, debe considerarse al valor que dan las tablas como “mínimo”.

12) AMBIENTES DE ACTIVIDAD PESADA

El artículo 66 sólo tiene valores en sus tablas para actividad sedentaria y moderada, no considerando las actividades pesadas o muy pesadas.

Si a criterio del analista o siguiendo los criterios del Anexo II se considera a la actividad como pesada o muy pesada se puede recurrir a calcular los valores de ventilación usando la tabla para actividad moderada y complementando el análisis verificando el ambiente y los puestos de trabajo según los criterios del Capítulo 8 del Anexo I y el Anexo II modificado por la resolución MTySTT 295/2003.

También se puede recurrir a valores de ventilación establecidos en normativa nacional o internacional reconocida.

Lo que está claro, es que independientemente del tipo de actividad, todo ambiente de trabajo debe tener o disponer de un sistema de ventilación que garantice un mínimo de renovación de aire por hora.

13) LOS OTROS ARTÍCULOS

“Artículo 65.- Los establecimientos en los que se realicen actividades laborales, deberán ventilarse preferentemente en forma natural.”

Análisis: No hay, hasta donde conoce este autor, más ventajas que las económicas en relación con la preferencia de un sistema de ventilación natural por sobre el sistema de ventilación mecánica o forzada; además, de la imposibilidad de que, en algunos tipos de ambientes, por su diseño o tamaño, se hace imposible sostener sólo una ventilación del tipo natural.

“Artículo 68.- Cuando por razones debidamente fundadas ante la autoridad competente no sea posible cumplimentar lo expresado en el artículo precedente, ésta podrá autorizar el desempeño de las tareas con las correspondientes precauciones, de modo de asegurar la protección de la salud del trabajador.”

Análisis: La autoridad de aplicación de esta normativa es la Superintendencia de Riesgo del Trabajo (SRT) a nivel nacional y los distintos Ministerios o Secretarías de Trabajo, llamados también como Autoridad Local del Trabajo (ALT) a nivel de las jurisdicciones provinciales.

En el artículo no se establecen cuáles son las precauciones, por lo que corresponde al empleador hacerlo cuando solicita la excepcionalidad a la norma, debiendo explicar, además, los motivos por lo cual no puede cumplir.

“Artículo 69.- Cuando existan sistemas de extracción, los locales poseerán entradas de aire de capacidad y ubicación adecuadas, para reemplazar el aire extraído.”

Análisis: En estos casos si o si se necesita generar una corriente convectiva de aire disponiendo de entradas y salidas de aire convenientemente ubicadas.

“Hace referencia a lo que en la literatura llaman "make up air" o aire de relleno para que la extracción pueda ser efectiva ya que los ventiladores comienzan a trabajar exigidos en presión negativa”

Aporte de Maximiliano Simaz

“Artículo 70.- Los equipos de tratamiento de contaminantes, captados por los extractores localizados, deberán estar instalados de modo que no produzcan contaminación ambiental durante las operaciones de descarga o limpieza. Si estuvieran instalados, en el interior del local de trabajo, éstas se realizarán únicamente en horas en que no se efectúan tareas en el mismo.”

Análisis: Aunque los sistemas de extracción y tratamientos de contaminantes ambientales no forman parte de este capítulo, la inclusión de este artículo es correcto de manera de evitar un aumento en la carga de contaminación ambiental debido a procesos de limpieza y mantenimiento, tareas, que son totalmente programables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decreto 351/79. Reglamenta de Higiene y Seguridad en el Trabajo de la República Argentina.

- Manual Práctico de Ventilación. Salvador Escoda S.A. 2da edición.
- Manual Práctico de Ventilación de Soler & Palau. Edición 04/2012
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2021). Calidad del Ambiente Interior en el trabajo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Riesgos Físicos III: Temperaturas extremas y ventilación. Segunda edición 2013. ECOE Ediciones. Fernando Henao Robledo.

