



Adaptación de una guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no
industriales al ámbito laboral de Colombia

Integrante

Yulieth Andrea Torres Cabrera

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Sede Virtual y a Distancia

Especialización Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Bogotá, Colombia

2017



Adaptación de una guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no
industriales al ámbito laboral de Colombia

Integrante

Yulieth Andrea Torres Cabrera

Director: M.Sc. Alberto Figueroa Fernández

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Sede Virtual y a Distancia

Especialización Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Bogotá, Colombia

2017

Resumen

La calidad del aire en el lugar de trabajo es fundamental tanto para la buena salud como para la comodidad de los trabajadores. Sin embargo, sobre ella influyen factores químicos, físicos y biológicos, que en ocasiones, por si solos o en conjunto, pueden generar discomfort y en algunos casos, afectaciones graves para la salud. La dificultad que existe para identificar estos factores, y el desconocimiento y la baja severidad de los síntomas que pueden causar en los trabajadores, hace más difícil la detección de problemas relacionados con la mala calidad del aire interior. A pesar de esto, en Colombia no existen estudios al respecto, ni se cuenta con una herramienta que permita diagnosticar la calidad del aire interior en los lugares de trabajo no industriales. Así, se está dejando de lado, un tema que podría incidir no solo en la salud de los trabajadores sino también en el ausentismo laboral, en el rendimiento de los trabajadores y por consiguiente, afectar la productividad de las empresas.

Como consecuencia de lo anterior, con el presente trabajo se buscó adaptar una guía utilizada en otros países, para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales que se pudiera aplicar a las condiciones laborales colombianas y bajo la normatividad nacional vigente. Para realizarla, fue necesaria la revisión de información pertinente existente a nivel internacional para luego identificar las metodologías existentes para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales utilizadas en otros



UNIMINUTO
Universidad Minuto de Dios
Comunicación de calidad al alcance de todos

países. Finalmente, se seleccionaron dos documentos de origen español los cuales fueron utilizados como base para el desarrollo de la guía.

Palabras clave: calidad del aire interior, edificios no industriales, diagnóstico de calidad del aire.

Tabla de Contenidos

| | |
|---|----|
| Introducción..... | 8 |
| Capítulo 1. Naturaleza y dimensión del tema de estudio | 10 |
| 1.1 Enunciado del problema | 10 |
| 1.2.1 Formulación | 12 |
| 1.2.2 Sistematización..... | 12 |
| Capítulo 2. Objetivos | 13 |
| 2.1 Objetivo General | 13 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 13 |
| Capítulo 3. Justificación y alcance..... | 14 |
| 3.1 Justificación | 14 |
| 3.2 Alcance | 15 |
| Capítulo 4. Marco de referencia | 16 |
| 4.1 Marco legal | 16 |
| 4.2 Marco teórico | 16 |
| 4.2.1 Calidad del aire en ambientes interiores | 16 |
| 4.2.2 Origen de la contaminación en ambientes interiores | 18 |
| 4.2.3. Principales problemas de salud relacionados con la calidad del aire interior | 24 |
| Capítulo 5. Metodología..... | 29 |
| 5.1 Tipo de estudio | 29 |



| | |
|--|-----|
| 5.2 Técnicas e instrumentos..... | 29 |
| 5.3 Diseño metodológico..... | 29 |
| Capítulo 6. Resultados..... | 31 |
| Capítulo 7. Presupuesto..... | 35 |
| Capítulo 8. Conclusiones..... | 36 |
| Capítulo 9. Recomendaciones..... | 38 |
| Referencias bibliográficas..... | 39 |
| Anexo. Guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de edificios no industriales..... | 43 |
| A.1 Fase 1: Identificación de factores de riesgo (Basado en INSHT, 2015)..... | 43 |
| A.1.1 Ficha 1. Aspectos relacionados con el edificio..... | 45 |
| A.1.2 Ficha 2. Aspectos relacionados con la zona de estudio..... | 63 |
| A.1.3 Ficha 3. Aspectos relacionados con el trabajador..... | 90 |
| A.2 Fase 2: Toma de muestras..... | 108 |
| A.2.1 Agentes químicos..... | 108 |
| A.2.2 Agentes físicos..... | 110 |
| A.2.3 Agentes biológicos..... | 110 |
| A.3 Fase 3: Valoración de resultados..... | 112 |
| A.3.1 Agentes químicos..... | 112 |
| A.3.2 Agentes físicos..... | 115 |
| A.3.3 Agentes biológicos..... | 117 |

Lista de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. <i>Enunciado del problema.</i> | 12 |
| Tabla 2. <i>Presupuesto, tiempo de ejecución y responsables.</i> | 35 |
| Tabla 3. <i>Ficha 1: Aspectos relacionados con el edificio.</i> | 45 |
| Tabla 4. <i>Ficha 2: Aspectos relacionados con el puesto de trabajo.</i> | 63 |
| Tabla 5. <i>Ficha 3: Factores relacionados con el trabajador.</i> | 90 |
| Tabla 6. <i>Valores límites ambientales para agentes químicos al interior de edificios no industriales.</i> | 113 |
| Tabla 7. <i>Valores límites permisibles para la exposición ocupacional a ruido.</i> | 115 |
| Tabla 8. <i>Niveles de luminancia.</i> | 115 |

Introducción

En la actualidad, ya no puede negarse la conexión entre el uso de un edificio como lugar de trabajo o vivienda y la aparición, en algunos casos, de una enfermedad, siendo la contaminación de diversos tipos presente en el edificio o mala calidad del aire en interiores, la principal responsable. Los efectos adversos de esta deficiente calidad del aire en espacios cerrados afecta a muchas personas, ya que se ha demostrado que los habitantes de las ciudades pasan entre el 58 y el 78 % de su tiempo en un ambiente interior que se encuentra contaminado en mayor o menor grado (Guardino, 2002).

La calidad del aire en el lugar de trabajo es esencial para sentirse confortables. Sobre ella pueden influir varios factores, principalmente de origen químico y/o biológico, jugando un papel importantísimo la ventilación, el factor ambiente térmico, el ruido y las vibraciones, la iluminación, entre otros. Todos estos factores de riesgo ambiental en su conjunto, o a veces por separado, pueden generar molestias importantes a los trabajadores e incluso afecciones graves para su salud. La gran complejidad para valorar los problemas derivados de una mala calidad del aire surge de la dificultad de identificar las fuentes del problema, la inespecificidad de los síntomas y la frecuente multicausalidad (INSHT, 2015).

A pesar de lo mencionado anteriormente, en Colombia no existen estudios al respecto de la calidad del aire interior, por lo cual no se cuenta con una guía que permita diagnosticar la calidad del aire interior en los lugares de trabajo no industriales. De esta forma, se está dejando



de lado, un tema que podría incidir no solo en la salud de los trabajadores sino también en el ausentismo laboral, en el rendimiento de los trabajadores y por consiguiente, afectar la productividad de las empresas.

Por medio de la adaptación de una guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales que se utilice con éxito en otros países, para las condiciones laborales colombianas, se podrán identificar los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores en sus lugares de trabajo relacionados con las condiciones de calidad del aire y se podrán valorar con el fin de, posteriormente, tomar las medidas de intervención necesarias.

Bajo estas condiciones, el presente trabajo buscó formular una guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales (oficinas, instituciones públicas, colegios, universidades, entre otros), que se pueda aplicar a las diferentes empresas u organizaciones colombianas que realicen sus actividades en edificios como los previamente mencionados. Para lograrlo, se utilizó la técnica de análisis documental o revisión bibliográfica por medio de la consulta de instrumentos como libros, artículos científicos, guías y normas técnicas internacionales.

Capítulo 1. Naturaleza y dimensión del tema de estudio

1.1 Enunciado del problema

La calidad del aire que se respira incide de manera significativa en la calidad de vida, siendo la causante de muchas enfermedades respiratorias que afectan la salud y el confort. Muchos de los materiales utilizados en la construcción, como pinturas, materiales sintéticos, las alfombras, etc., tienen un efecto en los humanos que hasta hace poco era desconocido. La Environmental Protection Agency (EPA) estima que las personas sufren el 72% de la exposición a químicos cuando están en interiores, lo cual paradójicamente significa que cuando se piensa que están a salvo en casa o en la oficina, es cuando se exponen a un mayor riesgo (Higuero, 2016).

El término aire interior suele aplicarse a ambientes de interior no industriales: edificios de oficinas, edificios públicos (colegios, hospitales, teatros, restaurantes, etc.) y viviendas particulares. A pesar de que las concentraciones de contaminantes en el aire interior de estas estructuras suelen ser de la misma magnitud que las encontradas habitualmente al aire exterior y menores que las existentes en el medio ambiente industrial, muchos ocupantes de edificios se quejan de la calidad del aire que respiran (Guardino, 2002).

La calidad del aire en el lugar de trabajo es esencial para sentirse confortables. Sobre ella pueden influir varios factores, principalmente de origen químico y/o biológico, jugando un papel importantísimo la ventilación, el factor ambiente térmico, el ruido y las vibraciones, la



iluminación, entre otros. Todos estos factores de riesgo ambiental en su conjunto, o a veces por separado, pueden generar molestias importantes a los trabajadores e incluso afecciones graves para su salud. La gran complejidad para valorar los problemas derivados de una mala calidad del aire surge de la dificultad de identificar las fuentes del problema, la inespecificidad de los síntomas y la frecuente multicausalidad. (INSHT, 2015).

Adicionalmente, la sintomatología presentada por los trabajadores no suele ser severa por lo cual no ocasiona un exceso de bajas por enfermedad, de esta forma, se tiende a minimizar los efectos que, a pesar de lo anterior, se traducen en una situación general de discomfort. En la práctica estos efectos son capaces de alterar tanto la salud física como la mental del trabajador, provocando un mayor estrés y con ello una disminución del rendimiento laboral (INSHT, 1989).

A pesar de lo mencionado anteriormente, en Colombia no existen estudios al respecto de la calidad del aire interior, por lo cual no se cuenta con una guía que permita diagnosticar la calidad del aire interior en los lugares de trabajo no industriales. De esta forma, se está dejando de lado, un tema que podría incidir no solo en la salud de los trabajadores sino también en el ausentismo laboral, en el rendimiento de los trabajadores y por consiguiente, afectar la productividad de las empresas. En la tabla 1 se muestra el enunciado del problema.

Tabla 1. *Enunciado del problema.*

| <i>Síntomas</i> | <i>Causas</i> | <i>Pronostico</i> | <i>Control al pronóstico</i> |
|---|---|--|--|
| No existe un procedimiento o metodología que permita el diagnóstico de la calidad del aire interior en lugares de trabajo no industriales acorde a la legislación colombiana. | Inexistencia de estudios a nivel nacional sobre temas referentes a la calidad del aire en interiores de edificios no industriales. Falta de estudios, también a nivel nacional sobre las enfermedades relacionadas con la calidad del aire al interior de los edificios no industriales. | Trabajadores expuestos a una mala calidad del aire interior la cual puede causar la aparición de enfermedades, ausentismo laboral, Bajo rendimiento, pérdida de productividad en las empresas. | Desarrollo de una metodología que permita diagnosticar la situación de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales en el contexto laboral colombiano. |

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Formulación. ¿Existe una guía que actualmente se utilice en otros países, que al ser adaptada a las condiciones colombianas, permita el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales en contextos laborales?

1.2.2 Sistematización. ¿Qué información se puede encontrar a nivel internacional, sobre la calidad del aire al interior de los edificios no industriales y su diagnóstico?

¿Las guías o metodologías para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales utilizadas en otros países son exitosas?

¿Se podría adaptar una o varias de estas guías o metodologías utilizadas en otros países a las condiciones de Colombia?

Capítulo 2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Adaptar una guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales al ámbito laboral de Colombia.

2.2 Objetivos específicos

Recopilar la información referente a la calidad del aire al interior de los edificios no industriales tanto en el ámbito nacional como internacional.

Identificar las guías o metodologías existentes para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales utilizadas en otros países.

Diseñar la guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales en las condiciones laborales de Colombia y su legislación.

Capítulo 3. Justificación y alcance

3.1 Justificación

A pesar de que, como se mencionó previamente, las personas pasan entre el 58 y el 78 % de su tiempo en un ambiente interior y de que el tema de la calidad del aire en ambientes cerrados no industriales ha venido ganando importancia no solo por su conocida relación con la salud respiratoria y cardiovascular de las personas, sino también por el impacto directo que tiene sobre la calidad de vida; al menos para el caso colombiano, no se cuenta con una legislación que regule la contaminación del aire en ambientes y espacios interiores (Universidad de los Andes, 2008).

De igual forma, las condiciones de calidad del aire al interior de los edificios no industriales no son tenidas cuenta en Colombia primero porque son difíciles de identificar y segundo porque en el país no existe una guía que posibilite su diagnóstico.

Por medio de la adaptación de una guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales que se utilice con éxito en otros países, para las condiciones laborales colombianas, se podrán identificar los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores en sus lugares de trabajo relacionados con las condiciones de calidad del aire y se podrán tomar las medidas de intervención necesarias.



Con un adecuado diagnóstico de la calidad del aire interior y la aplicación de medidas de intervención se logrará la protección de la salud de los trabajadores, se podrán mejorar las condiciones laborales y se evitarán pérdidas de productividad.

3.2 Alcance

El presente trabajo busca formular una guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales (oficinas, instituciones públicas, colegios, universidades, entre otros), que se pueda aplicar a las diferentes empresas u organizaciones colombianas que realicen sus actividades en edificios como los previamente mencionados.

Capítulo 4. Marco de referencia

4.1 Marco legal

En Colombia existen normas para la calidad del aire exterior, establecidas por el Ministerio de Ambiente, con el fin de proteger a la población general; estas normas pueden ser útiles como directrices generales para conseguir una calidad aceptable del aire interior. Adicionalmente, se han establecido criterios técnicos como el valor límite umbral de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH) de Estados Unidos los cuales ha sido legalmente establecidos para ambientes industriales en diferentes países, para los trabajadores adultos y para duraciones específicas de exposición que, por lo tanto, no pueden aplicarse directamente a la población general (Guardino, 2002). Este es el caso de Colombia, que para efectos de ambientes interiores industriales, utiliza los valores límites umbrales definidos por la ACGIH, según lo expresado en la Resolución 2400 de 1979. Sin embargo, en lo referente a la calidad del ambiente al interior de edificios no industriales, no existe normatividad en el país.

4.2 Marco teórico

4.2.1 Calidad del aire en ambientes interiores. En el contexto del presente trabajo el término aire interior se aplica a ambientes de interior no industriales: edificios de oficinas, edificios públicos (colegios, hospitales, teatros, restaurantes, etc.) y viviendas particulares (Guardino, 2002). Según la norma UNE 171330:2008 la calidad ambiental en interiores se define como las condiciones ambientales de los espacios interiores, adecuadas al usuario y la actividad, definidas por los niveles de contaminación química, microbiológica y por los valores de los



factores físicos (INSHT, 2012). También se puede definir como el conjunto de condiciones ambientales existentes en un recinto cerrado, instalación y/o edificación (INSHT, 2015). Sobre la calidad del aire interior pueden influir varios factores, principalmente de origen químico y/o biológico. Estos factores de riesgo ambiental en su conjunto, o a veces por separado, pueden generar molestias importantes a los trabajadores e incluso afecciones graves para su salud (INSHT, 2015).

Como ya se ha mencionado, la mala calidad del aire interior puede afectar de manera seria a las personas ya que, en la actualidad, en los países industrializados los habitantes de las ciudades pasan entre el 60-80% de su tiempo en espacios cerrados. En las últimas décadas se ha experimentado un aumento notable de trabajadores del sector servicios afectados por el deterioro de las condiciones ambientales de sus lugares de trabajo por lo cual, se ha producido un interés creciente por conocer estas condiciones y, paralelamente, una necesidad de mejorarlas (INSHT, 2012).

Se han llevado a cabo estudios para confirmar las causas de los problemas de calidad del aire y sus posibles soluciones. En los últimos años, el conocimiento de los contaminantes presentes en el aire interior y de los factores que contribuyen al deterioro de su calidad ha avanzado de forma considerable. Los estudios realizados en los últimos 20 años han demostrado que la presencia de contaminantes en muchos ambientes de interior es superior a la prevista y, además, se han identificado contaminantes diferentes a los presentes en el aire exterior, contaminantes como el radón y el formaldehído se identifican casi exclusivamente en el medio ambiente interior. Lo anterior contradice la suposición de que los interiores sin actividad

industrial carecen hasta cierto punto de contaminantes y que su composición podría ser equivalente a la del aire libre (Guardino, 2002).

4.2.2 Origen de la contaminación en ambientes interiores. Los factores implicados en la calidad del aire interior pueden ser de origen químico, biológico o físico, y todos ellos pueden proceder tanto de fuentes internas como externas al edificio (INSHT, 2012).

4.2.2.1 Contaminantes químicos. Los contaminantes químicos están constituidos por materia inerte y se presentan en el aire en forma de moléculas individuales (gases o vapores) o moléculas unidas (aerosoles; INSHT, 2012). El número y variedad de posibles contaminantes es grande y sus orígenes pueden ser muy diversos. Los más significativos son el dióxido de carbono (CO_2), el monóxido de carbono (CO); los aldehídos, los óxidos de nitrógeno, los metales y los vapores orgánicos. Los materiales de construcción y decoración del edificio, así como los muebles y demás elementos pueden ser causantes de la presencia en el aire de formaldehído, vapores orgánicos y polvo (Peña, 2006).

4.2.2.1.1 Productos derivados de la combustión. Estos productos se forman por la combustión de sustancias que contienen carbono. Los procesos de combustión son una fuente importante de emisión de gases y de materia particulada en forma de polvo y cenizas. En ambientes interiores pueden encontrarse compuestos como el dióxido de carbono, el monóxido de carbono y otros óxidos de nitrógeno o compuestos de azufre. Algunos de estos gases son asfixiantes, como el CO y CO_2 , y otros son irritantes del tracto respiratorio. Pueden causar dolor de cabeza, falta de concentración, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y el tiempo de exposición. Las calderas, las cocinas y los vehículos a motor



originan este tipo de compuestos, por lo que es recomendable que la ventilación de estas instalaciones se encuentre separada del resto del edificio (INSHT, 2012).

4.2.2.1.2 Partículas en suspensión. Las partículas respirables pueden causar irritación de ojos y vías respiratorias, agravamiento de episodios asmáticos y de enfermedades cardiovasculares y aumento de la frecuencia del cáncer de pulmón a largo plazo (INSHT, 2012). En los ambientes no industriales, la principal fuente de partículas de pequeño diámetro (entre 2 y 3 micrómetros) es el humo de tabaco y los aerosoles precedentes de distintos tipos de aerosoles (Peña, 2006). En Colombia, con la Ley 1335 de 2009 se prohibió el consumo de tabaco y sus derivados en las áreas cerradas de los lugares de trabajo (Art. 19) por lo cual en la mayoría de los casos ya no se considera como una fuente de contaminantes químicos.

4.2.2.1.3 Compuestos orgánicos volátiles. Son una amplia gama de compuestos químicos que contienen átomos de carbón y que pueden ser gases o líquidos que tienden a evaporarse fácilmente a temperatura ambiente (INSHT, 2012). Los materiales de construcción pueden ser fuente de contaminación por liberación de compuestos químicos orgánicos volátiles. Se destacan los muebles y elementos de decoración de madera y caucho, los agentes sellantes, colas, barnices y materiales textiles. Entre los disolventes detectados con mayor frecuencia están los hidrocarburos alifáticos y aromáticos, así como derivados halogenados de estos, como los freones y el 1,2-dicloroetano (Peña, 2006).

Según Peña (2006), el formaldehído, empleado extensamente en la formulación de plásticos y resinas usadas como aislantes térmicos, barnices, muebles y decoración, merece ser



mencionado aparte ya que puede ocasionar irritación en las vías respiratorias y alergias, y está considerado como una sustancia sospechosa de inducir procesos cancerígenos.

4.2.2.1.4 Plaguicidas. Los plaguicidas están constituidos por una gran variedad de compuestos orgánicos, la mayoría de ellos semi-volátiles, que pertenecen a diferentes familias químicas, tales como organofosforados, carbamatos, organoclorados y piretroides. Se utilizan para el control de insectos, roedores o microorganismos. La exposición a estos compuestos puede implicar efectos sobre la salud que van desde irritación de mucosas hasta efectos sistémicos, dependiendo de la concentración. Muchos de ellos presentan el problema adicional de su persistencia en el ambiente debido a su naturaleza química, al ser semivolátiles no se evaporan tan fácilmente como los compuestos orgánicos volátiles (COV), y al modo de aplicación (INSHT, 2012).



4.2.2.1.5 Radón. El radón es un gas radioactivo que proviene de la desintegración natural del uranio de las rocas, el suelo y el agua. El uranio se encuentra en pequeñas cantidades en la mayoría de las rocas y en el suelo. El radón se libera del suelo a la atmósfera, y también al aire de interiores como consecuencia del flujo de gases del suelo subyacente a los cimientos de los edificios (INSHT, 2012).

El radón entra en los edificios a través de fisuras, puertas, ventanas y el agua (procedente principalmente de aguas subterráneas). La importancia del radón radica en que es considerado cancerígeno por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Concretamente, el principal efecto adverso derivado de la inhalación de radón y en especial de sus productos de desintegración es el riesgo de cáncer de pulmón (INSHT, 2012).

4.2.2.2 Contaminantes microbiológicos. La contaminación biológica en ambientes interiores se transmite mayoritariamente a través del aire, en forma de aerosoles. Esta contaminación puede provenir del exterior, a través de puertas y ventanas o de los conductos de ventilación y/o climatización, o también del interior del edificio, mediante la respiración de los ocupantes (trabajadores o no trabajadores; INSHT, 2012). Se pueden clasificar en agentes infecciosos (virus, hongos, bacterias), antígenos (proteínas, glicoproteínas o carbohidratos de elevado peso molecular procedentes de microorganismos, artrópodos o animales) y toxinas (endotoxinas bacterianas y micotoxinas; Peña, 2006).

Los contaminantes biológicos pueden causar tres tipos básicos de enfermedades entre los ocupantes de un edificio; en primer lugar las enfermedades infecciosas que implican la invasión



de las células por microbios para reproducirse (legionelosis, gripa); las enfermedades alérgicas que se presentan cuando los individuos entran en contacto con sustancias capaces de generar la alergia o alérgenos (asma, rinitis alérgica) y enfermedades tóxicas originadas por las toxinas que producen algunos tipos de bacterias (endotoxinas) y hongos (micotoxinas) y que pueden dar lugar a reacciones inflamatorias o tener efectos tóxicos en humanos (INSHT, 2012).

4.2.2.3 Agentes Físicos. En relación con los parámetros de naturaleza física que pueden tener gran influencia en la valoración de confort de un edificio de oficinas se tiene en cuenta el ambiente térmico, humedad relativa, ventilación, ruido, iluminación y vibraciones (Peña, 2006).

4.2.2.3.1 Ambiente térmico. En el estudio del ambiente térmico intervienen varios parámetros como la temperatura seca del aire, la humedad relativa que es fundamental en la evaluación del confort térmico, la temperatura radiante media y la velocidad del aire, además de la actividad desarrollada por los ocupantes del edificio, la ropa, la edad, etc. (Peña, 2006).

4.2.2.3.2 Humedad relativa. Los procesos de humidificación causan serios problemas, niveles muy altos de humedad (más del 70%) favorece el incremento de hongos y otros contaminantes microbiológicos mientras que niveles inferiores al 30% ocasionan sequedad en las membranas mucosas (Peña, 2006).

4.2.2.3.3 Ventilación. Se entiende por ventilación el proceso de suministrar aire limpio (aire exterior) y eliminar aire viciado, por medios naturales y/o mecánicos, para proporcionar el oxígeno necesario para la respiración, diluir los contaminantes y, cuando es posible, controlar la temperatura y la humedad del interior de un recinto. En este caso, la ventilación cobra una



importancia vital, ya que una ventilación deficiente puede originar numerosos problemas de calidad del ambiente interior, pero de igual manera, numerosos problemas se pueden resolver a través de una correcta ventilación (INSHT, 2012).

4.2.2.3.4 Ruido. Los niveles de ruido que suelen encontrarse en edificios no industriales suele estar por debajo de los 80 decibeles dB(A), nivel a partir del cual se debe actuar para prevenir el riesgo de pérdida de audición de los trabajadores. No obstante, el ruido originado en estos edificios puede producir molestias y afectar a la ejecución del trabajo. El ruido produce interferencias en la comunicación verbal, actúa como elemento de distracción, dificulta la concentración y la atención y disminuye el rendimiento (INSHT, 2012).

También puede producir situaciones de estrés, dolor de cabeza y fatiga, por lo cual es aconsejable que el nivel de ruido no sobrepase los 65 dB(A), si no se requiere gran concentración y los 55 dB(A) cuando se requiere un alto nivel de atención (Peña, 2006).



4.2.2.3.5 Iluminación. La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud. Se recomienda preferentemente la utilización de luz natural que, en caso de no ser suficiente, se complementará con luz artificial general, que a su vez se complementará con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados. Cuando la iluminación no es la adecuada pueden aparecer molestias visuales y oculares, aumentar la fatiga y, como consecuencia, producirse más errores y accidentes. También disminuye el rendimiento (INSHT, 2012).

4.2.2.3.6 Vibraciones. Las vibraciones pueden causar efectos muy diversos, que van desde la simple molestia hasta alteraciones graves de la salud pasando por la interferencia en la actividad humana (en la ejecución de tareas como la lectura, en la pérdida de precisión al ejecutar movimientos, en la pérdida de rendimiento debido a la fatiga, etc.). Las vibraciones que pueden producirse en las cercanías de un puesto de trabajo típico del sector servicios (obras, tráfico rodado, proximidad de ascensores, etc.), pueden molestar notablemente a los ocupantes del edificio. Los principales síntomas que producen estas vibraciones son mareos e irritabilidad (INSHT, 2012).

4.2.3. Principales problemas de salud relacionados con la calidad del aire interior.

Los cambios en el estado de salud de una persona debidos a la mala calidad del aire interior pueden manifestarse en diversos síntomas agudos y crónicos así como en forma de diversas enfermedades específicas. Aunque los casos en que la mala calidad del aire interior da lugar al desarrollo completo de una enfermedad son pocos, puede causar malestar, estrés, ausentismo



laboral y pérdida de productividad (con aumentos paralelos de los costos de producción, Guardino, 2002).

Por otro lado, aunque se conocen bien los efectos de la exposición aguda a muchos contaminantes presentes en el aire, existen importantes lagunas en los datos relativos a las exposiciones a largo plazo a concentraciones bajas y a mezclas de diferentes contaminantes. Los conceptos de nivel sin efecto, efecto nocivo y efecto tolerable, confusos incluso en el ámbito de la toxicología industrial, son aquí aún más difíciles de definir (Guardino, 2002).

Según el INSHT (2012), las alteraciones de salud más importantes debidas a una mala calidad del ambiente interior se denominan Enfermedades Relacionadas con el Edificio (ERE), en las cuales el origen de la enfermedad es perfectamente conocido. Por otro lado, la aparición de determinados síntomas sin conocimiento de causa, que desaparecen, una vez los trabajadores abandonan el edificio, ha dado lugar a la denominación de un síndrome, el Síndrome del Edificio Enfermo (SEE).



4.2.3.1 Enfermedades Relacionadas con el Edificio. Son enfermedades graves, aunque menos frecuentes, que van acompañadas de síntomas clínicos muy definidos y resultados de laboratorio claros. Algunos ejemplos de estas enfermedades son la neumonitis por hipersensibilidad, la fiebre del humidificador, la legionelosis y la fiebre de Pontiac (Guardino, 2002). Se trata de enfermedades infecciosas, alérgicas o de tipo irritativo, causadas por agentes biológicos, químicos o físicos específico. Cuando afectan a individuos sensibles o con las defensas debilitadas pueden incluso llegar a provocar la muerte (INSHT, 2012).

Las ERE se clasifican en dos grupos, las del grupo 1 al que pertenecen personas con enfermedades conocidas que sufren un empeoramiento clínico al permanecer en un edificio con problemas de calidad del aire interior como asma bronquial, rinitis alérgica o dermatitis atópica; el empeoramiento se produce por la presencia de alérgenos o por las propias condiciones microambientales. Las del grupo 2 que son enfermedades específicas producidas por causas identificables presentes en el edificio: alérgicas (asma, neumonitis por hipersensibilidad), infecciosas (legionelosis, infecciones virales) y tóxicas que son producidas por irritantes o tóxicos volátiles presentes en el ambiente (INSHT, 2012).

4.2.3.2 Síndrome del Edificio Enfermo. El SEE es más frecuente que las ERE, pero sus consecuencias suelen ser menos graves. La OMS, en 1982, definió el SEE como el fenómeno que se presenta en ciertos espacios interiores no industriales y que produce, en al menos un 20% de los ocupantes, un conjunto de síntomas tales como sequedad e irritación de mucosas, dolor de cabeza, fatiga mental e hipersensibilidades inespecíficas, sin que sus causas estén perfectamente



definidas. Es muy característico del SEE que los síntomas desaparezcan al abandonar el edificio (INSHT, 2012).

Los casos de síndrome del edificio enfermo suelen ir acompañados de las características siguientes: las personas afectadas presentan síntomas indeterminados, similares a los del resfriado común o a los de las enfermedades respiratorias y los edificios son eficientes en ahorro de la energía y tienen un diseño y una construcción modernos o han sido remodelados recientemente con materiales nuevos, y los ocupantes no pueden controlar la temperatura, la humedad ni la iluminación de su lugar de trabajo (Guardino, 2002).

El SEE no suele tener una causa única, sino que suele ser multicausal (INSHT, 2012). Según Guardino (2002), las causas más frecuentes de síndrome del edificio enfermo se distribuyen así:

...ventilación insuficiente debida a falta de mantenimiento, distribución deficiente y entrada insuficiente de aire fresco (50 a 52 %); contaminación generada en el interior, como la producida por las máquinas de oficina, el humo del tabaco y los productos de limpieza (17 a 19 %); contaminación procedente del exterior del edificio debida a una disposición inadecuada de las entradas de aire y de los respiraderos de aspiración (11 %); contaminación microbiológica del agua estancada en los conductos del sistema de ventilación, humidificadores y torres de refrigeración (5 %), y formaldehído y otros compuestos orgánicos emitidos por los materiales de construcción y decoración (3 a 4 %). Por tanto, en la mayoría de los casos se cita la ventilación como importante causa originaria.



UNIMINUTO
Universidad Minuto de Dios
Comunicación de calidad al alcance de todos

Adicionalmente, la OMS distingue entre edificios temporalmente enfermos como edificios nuevos o de reciente remodelación donde los síntomas del SEE desaparecen con el tiempo y edificios permanentemente enfermos en los que los síntomas persisten durante años (INSHT, 2012).

Capítulo 5. Metodología

5.1 Tipo de estudio

El estudio que realizó tiene un enfoque cualitativo, orientado a profundizar en el estudio de un caso específico para cualificar, describir e interpretar la situación (Bernal, 2016). Tiene un alcance exploratorio o documental debido a que el tema a tratar tiene pocos antecedentes en el país y por esta razón, se realizó una recopilación de tipo teórica que sirva de base para otras investigaciones; adicionalmente, formuló una metodología de diagnóstico que se adapte al ámbito laboral colombiano, sin necesidad de dar explicaciones o razones de la situación (Bernal, 2016). Finalmente, y debido a su alcance exploratorio, es un diseño no experimental.

5.2 Técnicas e instrumentos

Para la realización del presente trabajo se utilizó la técnica de análisis documental o revisión bibliográfica por medio de la consulta de instrumentos como libros, artículos científicos, guías y normas técnicas internacionales.

5.3 Diseño metodológico

Inicialmente fue necesaria la revisión de la información referente a la calidad del aire al interior de los edificios no industriales tanto en el ámbito nacional como internacional con lo cual, fue posible posteriormente, identificar las metodologías existentes para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales utilizadas en otros países.



De las metodologías identificadas, se seleccionaron dos documentos, por considerarse los más completos, los cuales se utilizaron como base para la elaboración de la presente guía. Finalmente, se diseñó la guía para el diagnóstico de la calidad del aire en edificios no industriales, adaptando los documentos seleccionados, a las condiciones laborales colombianas y a la normatividad nacional existente.

Capítulo 6. Resultados

Como resultado de la revisión de la información referente a la calidad del aire al interior de los edificios no industriales tanto en el ámbito nacional como internacional se encontró que los documentos necesarios para la elaboración de la guía propuesta son de origen español, principalmente del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Por esta razón, se seleccionaron dos documentos que se usaron como base para el diseño de la presente guía: *Calidad del aire interior en edificios de uso público* de Morales, Acevedo y Nieto (2010) y *Calidad de ambiente interior en oficinas; identificación, análisis y priorización de actuación frente al riesgo* del INSHT (2015). Adicionalmente, se utilizaron otros documentos de apoyo los cuales se mencionaran más adelante.

Con el fin de conocer la situación de la calidad del aire al interior de los edificios no industriales, Morales et al. (2010) sugieren la realización de un diagnóstico que consta de cuatro fases: recogida de información, análisis de peligros, inspección y toma de muestras y valoración de resultados e informe final. Por esta razón, para la realización de la presente guía, se utilizó una estructura similar con la diferencia de que la fase 1 y 2 se unificó en una fase de identificación de factores de riesgo, quedando estructurada en tres fases de la siguiente forma:

1. Identificación de factores de riesgo
2. Toma de muestras
3. Valoración de resultados



Para la fase de identificación de factores de riesgo, se utilizó como base la metodología planteada por el INSHT (2015) y parte del cuestionario planteado en el documento *NTP 290: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario para su detección* del INSHT (1991). Ambas herramientas fueron modificadas para adaptarlas a las condiciones laborales colombianas y a la legislación nacional.

Para la fase de toma de muestras se tuvo en cuenta la *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional* del Ministerio de la Protección Social (2011), en la cual se recogen los métodos recomendados para la toma de muestras y mediciones de los distintos factores de riesgo ocupacional.

Finalmente, en la fase de valoración de resultados, se utilizaron las diferentes fuentes de referencia disponibles. En cuanto a los agentes químicos, se utilizaron los valores límites permisibles internacionales tanto del INSHT como de la ACGIH. Para los agentes físicos de ruido e iluminación se utilizó la reglamentación nacional existente (Resolución 1792 de 1990 y RETILAP); para temperatura, humedad y vibraciones se utilizaron las recomendaciones encontradas en la bibliografía consultada. Para el caso de los agentes biológicos, no se encontraron valores de referencia con los cuales comparar los resultados de la fase de toma de muestras.

En el anexo único del presente documento se muestra la *Guía para el diagnóstico de la calidad del aire en edificios no industriales*, adaptada a las condiciones laborales colombianas y a la normatividad nacional existente.



En la fase 1 se muestra la guía para la identificación de los posibles factores de riesgo para la calidad de aire interior por medio de la utilización del cuestionario adaptado de la INSHT (2015), para valorar los puestos de trabajo ubicados en edificios de oficinas. Con el cuestionario se busca la realización de una valoración inicial de las posibles causas de una mala calidad del aire interior. El cuestionario incluye una serie de preguntas y un apartado de observaciones al final de cada serie de preguntas para incluir cualquier información adicional que se estime relevante para la valoración de la calidad del aire interior.

El cuestionario está dividido en tres fichas: la ficha 1 sobre aspectos relacionados con el edificio (ver apartado A.1.1 del Anexo) con la cual se pretende obtener información sobre las características del entorno en el que está ubicado el edificio, características del propio edificio y de sus instalaciones, así como conocer si se lleva a cabo un plan de mantenimiento adecuado de estas últimas; la ficha 2 sobre aspectos relacionados con el puesto de trabajo (ver apartado A.1.2 del Anexo), con la cual se busca identificar los factores que pueden afectar a la calidad del aire interior en cada puesto de trabajo; y la ficha 3 sobre aspectos relacionados con el trabajador y la percepción que tiene de los factores ambientales, y sobre la posible sintomatología relacionada con el edificio que alguno de ellos pudiera estar presentando. Después de cada parte del cuestionario (ficha), se presentan las cuestiones técnicas de cada una de las preguntas formuladas, así como la normatividad vigente para cada una, en caso de que sea aplicable.

En la fase 2 (ver apartado A.2 del Anexo), se entregan las recomendaciones para la realización de la toma de muestras para los agentes químicos y biológicos y las mediciones de los agentes físicos con el fin de determinar cuantitativamente su presencia, sus concentraciones o



sus niveles, dependiendo del agente, en el edificio objeto de estudio. Esta fase se divide en tres partes de acuerdo con los tipos de agentes que pueden afectar la calidad del aire al interior de los edificios: químicos, físicos y biológicos. Es importante resaltar, que la fase de toma de muestras debe realizarse teniendo en cuenta los resultados que se obtengan de la aplicación del cuestionario de la fase 1, es decir, a los factores que hayan sido identificados como posibles causantes de una mala calidad del aire interior y en los puestos de trabajo en los que se encuentren presentes.

Con la fase 3, se busca valorar los resultados obtenidos en la fase de toma de muestras, de los diferentes factores o agentes analizados, mediante la comparación de los resultados con valores de referencia establecidos en la normatividad vigente. Esta fase también se divide en tres partes, acorde con la división de la fase anterior.

Capítulo 7. Presupuesto

En la tabla 2 se presenta el presupuesto, tiempo de ejecución y responsables, para la ejecución de un diagnóstico de la calidad del aire al interior de edificios no industriales basados en la presente guía.

Tabla 2. *Presupuesto, tiempo de ejecución y responsables*

| <i>Actividad</i> | <i>Costo</i> | <i>Tiempo</i> | <i>Responsable</i> |
|--|-------------------|---------------|--------------------|
| Fase 1: aplicación de encuestas | 25.000 por puesto | 1 día | Contratista |
| Fase 2: toma de muestras | | | Contratista |
| Material particulado | 146.700 por punto | 1 día | |
| Gases y vapores orgánicos | 560.000 por punto | 1 día | |
| Gases y vapores inorgánicos | 662.000 por punto | 1 día | |
| Sonometría | 17.000 por punto | 1 día | |
| Dosimetría | 190.000 por punto | 1 día | |
| Luxometría | 17.000 por punto | 1 día | |
| Vibraciones | 450.000 por punto | 1 día | |
| Confort térmico | 50.000 por punto | 1 día | |
| Fase 3: valoración de resultados e informe final | 1.000.000 | | Contratista |

Capítulo 8. Conclusiones

Al realizar la revisión bibliográfica tanto de fuentes nacionales como internacionales en lo referente a la calidad del aire al interior de los edificios no industriales, se encontró que para el caso de Colombia, no existe información relevante ni tampoco normatividad al respecto del mencionado tema. A nivel internacional, se encontró que países latinoamericanos como México, Chile y Perú, tienen reglamentado el tema de los valores límites permisibles de exposición ocupacional a agentes químicos. Con respecto a la calidad del aire al interior de los edificios no industriales, la mayor parte de la información se concentró en España. Se encontraron numerosos estudios referentes al tema y también guías o metodologías que buscan la evaluación completa de la calidad del aire al interior.

Como se mencionó, las metodologías encontradas tienen su origen en España. Por esta razón, se seleccionaron dos documentos los cuales sirvieron como base para el planteamiento de la presente guía.

Siguiendo los lineamientos del documento Calidad del aire interior en edificios de uso público de Morales, Acevedo y Nieto (2010) se diseñó la estructura general de la guía en tres fases de la siguiente forma: identificación de factores de riesgo, toma de muestras y valoración de resultados. Utilizando el documento Calidad de ambiente interior en oficinas; identificación, análisis y priorización de actuación frente al riesgo del INSHT de España del 2015 como base, se adaptó la fase de identificación de factores de riesgo. Adicionalmente, se utilizó parte del



cuestionario planteado en el documento NTP 290: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario para su detección del INSHT (1991), el cual fue incluido en la fase 1 con el fin de detectar sintomatología relacionada con la mala calidad del aire al interior del edificio. De esta forma, quedó estructurado un cuestionario que permite la identificación de los factores de riesgo que pueden afectar la calidad del aire al interior de los edificios no industriales, la cual puede ser utilizada en Colombia ya que se encuentra adaptada a las condiciones laborales del país y a su normatividad vigente.

También, se incluyeron dos fases adicionales a la identificación de los factores, como complemento para lograr un diagnóstico sobre la calidad del aire interior más acertado, sin llegar a evaluar cuantitativamente la calidad del aire interior ni a tratar el tema de las medidas de intervención. Estas fases son la de toma de muestras, en la cual se dan recomendaciones para la medición de los diferentes agentes que intervienen en la calidad del aire interior: químicos, físicos y biológicos; y la de valoración de resultados por medio de la comparación de los resultados obtenidos en la toma de muestra con valores de referencia establecidos en la normatividad vigente.

Capítulo 9. Recomendaciones

Se recomienda la utilización de la matriz de priorización de factores de riesgo que se muestra en el documento Calidad de ambiente interior en oficinas del INSHT (2015) para efectos de jerarquización de los riesgos identificados y valorados mediante la presente guía.

Adicionalmente, se puede plantear, a través de la realización de otro proyecto de grado, una metodología para la evaluación cuantitativa de los factores de riesgo identificados y medidos a través de la aplicación de la presente guía.

También se recomienda la utilización de otros documentos en el ámbito internacional, especialmente bibliografía española, para la consulta de las medidas de control necesarias para intervenir los factores de riesgo relacionados a la calidad del aire interior, identificados y valorados mediante el uso de la presente guía.

Referencias bibliográficas

- Acuerdo 20. Registro Distrital 1044. Bogotá, 30 de octubre de 1995. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2052>
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Editorial Pearson.
- Costa, R. & Orriols, R. (diciembre, 2012). Fibras minerales artificiales y aparato respiratorio. *Arch Bronconeumol*, 48(460-8). Recuperado de <http://www.archbronconeumol.org/es/fibras-minerales-artificiales-aparato-respiratorio/articulo/S0300289612001202/>
- Decreto 1843. Diario Oficial de Colombia, 22 de julio de 1991. Recuperado de https://www.invima.gov.co/images/stories/normatividad/decreto_1843_1991.pdf
- Guardino, X. (2002). Calidad del aire interior. *Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo*, 2. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/44.pdf>
- Higuero, T. (2016). Guía de calidad del aire interior. Recuperado de https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia_de_Calidad_del_Aire_Interior_fenercom_2016.pdf
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. (1994). *GTC 8 Electrotecnia. Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/129945295/Gtc-8>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. (1999). *NTC 4653 Acústica. Directrices para la medición de la exposición al ruido en ambientes de trabajo*. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC4653.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. (2005). *NTC 2801. Transporte. Mercancías peligrosas clase 3. Condiciones de transporte terrestre*.

- Recuperado de
<http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Anexos/NTC2801.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. (2015). *GTC 257. Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones*. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/GTC257.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. (1989). *NTP 243: Ambientes cerrados: Calidad del aire*. Recuperado de
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_243.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (1991). *NTP 290: El síndrome del edificio enfermo: cuestionario para su detección*. Recuperado de
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_290.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2001). *NTP 607: Guías de calidad de aire interior: contaminantes químicos*. Recuperado de
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_607.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. (2012). *Calidad del ambiente interior*. Recuperado de
<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Calidad%20del%20ambiente%20interior/CalidadambinteriorDTECAI.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. (2015). *Calidad de ambiente interior en oficinas*. Recuperado de
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/Higiene/CAI%20en%20oficinas.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. (2016). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España*. Recuperado de



- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2016/LEP%202016.pdf
- Ley 1335. Diario Oficial 47.417. Bogotá, Colombia. Julio 21 de 2009. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36878>
- Ley 436. Diario Oficial de Colombia No. 43.241, 19 de febrero de 1998. Recuperado de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0436_1998.html
- Ministerio de la Protección Social. (2011). *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional*. Recuperado de <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/Publicaciones/Guias/GUIA-TECNICA-EXPOSICION-FACTORES-RIESGO-OCUPACIONAL.pdf>
- Ministerio de la Protección Social e Instituto Nacional de Cancerología de Colombia. (2006). *Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2a de la IARC, de interés ocupacional para Colombia*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INCA/Manual-agentes-carcinogenos-2006.pdf>
- Morales, I., Acevedo, B. & Nieto, A. (2010). *Calidad del aire interior en edificios de uso público*. Dirección General de Ordenación en Inspección Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid. Recuperado de http://www.higieneambiental.com/sites/default/files/images/pdf/PDF_baja_aire_impresio_n_Dir_Gral_1_julio_2011.pdf
- Piñeda, A. y Montes, G. (2014). Ergonomía ambiental: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. *Rev. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 1(2), 49-71. Recuperado de <http://urepublicana.edu.co/ingenieria/wp-content/uploads/2014/09/4-ERGONOM%3%8DA-ok.pdf>
- Resolución 7. Diario Oficial de Colombia No. 48.250, 11 de noviembre de 2011. Recuperado de https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/resolucion_minsalud_ps_0007_2011.htm



Resolución 180540. Diario Oficial de Colombia No. 47673, 7 de abril de 2010. Recuperado de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T_NORMA_ARCHIVO&p_NORMFIL_ID=431&f_NORMFIL_FILE=X&inputfileext=NORMFIL_FILENAME

Resolución 1792. Bogotá, Colombia. Mayo 3 de 1990. Recuperado de <https://www.arlsura.com/index.php/component/content/article?id=195>

Resolución 2400. Bogotá, Colombia. Mayo 22 de 1979. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53565>

Peña, M. (2006). Como detectar y tratar el Síndrome del edificio enfermo. *Gestión Practica de Riesgos Laborales*, 28, 32-41. Recuperado de <http://pdfs.wke.es/8/4/8/5/pd0000018485.pdf>

Salazar, S. (2002). *Mapa geoquímico del gas radón para el suroriente del municipio de Manizales* (Tesis de pregrado). Programa de Geología y Minas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, Manizales, 104pp.

Universidad de los Andes. (2008). *Fundamentos de contaminación del aire*. Grupo de estudios en sostenibilidad urbana y regional. Recuperado de <http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/lldocCalidadAire/Fundamentos%20de%20contaminacion%20del%20aire.pdf>



Anexo. Guía para el diagnóstico de la calidad del aire al interior de edificios no industriales

A.1 Fase 1: Identificación de factores de riesgo (Basado en INSHT, 2015)

En esta fase se pretende realizar la identificación de los posibles factores de riesgo para la calidad de aire interior. Para ello, la INSHT diseñó un cuestionario para valorar los puestos de trabajo ubicados en edificios de oficinas, que puede aplicarse cuando aparezcan quejas o problemas relacionados con la calidad del aire interior, y también cuando, sin existir quejas, quieran identificarse posibles factores de riesgo que puedan originar problemas en un futuro. El cuestionario pretende proporcionar una valoración inicial de las posibles causas de una mala calidad del aire interior.

A la hora de emplear el cuestionario, es importante considerar la obtención de información previa procedente de entrevistas con los trabajadores, mandos intermedios, representantes de los trabajadores y empresarios, así como de la observación directa que se haga en el lugar de trabajo. Cuanta más información se recoja mediante el cuestionario, más completa será la valoración resultante.

El cuestionario incluye una serie de preguntas de dos tipos: respuestas de alternativa simple, en las que solo es posible una respuesta (sí o no), y respuestas de alternativa múltiple en las que se ofrecen varias alternativas a la posible respuesta. Cualquier información adicional que



se estime relevante para la valoración de la calidad del aire interior, se recogerá en un apartado de observaciones que aparece al final de cada bloque de preguntas.

Algunas de las preguntas del cuestionario hacen referencia a características relacionadas con el edificio y las zonas aledañas. La valoración debe realizarse de forma independiente en cada zona o área específica del lugar de trabajo (por ejemplo, un despacho, una zona común de trabajo, etc.), debido a que los factores de riesgo pueden variar en las distintas plantas, áreas o despachos del edificio, al ser diferentes las condiciones ambientales en dichas zonas. Asimismo, es posible que dentro de una misma zona las condiciones ambientales puedan diferir de un puesto de trabajo a otro. A la hora de delimitar las diferentes zonas de estudio, se usará como criterio el que estas presenten unas condiciones ambientales homogéneas.

El cuestionario está dividido en tres fichas: Ficha 1. Aspectos relacionados con el edificio, el objetivo de esta ficha es obtener información sobre las características del entorno en el que está ubicado el edificio, características del propio edificio y de sus instalaciones, así como conocer si se lleva a cabo un plan de mantenimiento adecuado de estas últimas. Ficha 2. Aspectos relacionados con el puesto de trabajo, esta ficha permitirá identificar los factores que pueden afectar a la calidad del aire interior en cada puesto de trabajo. Ficha 3. Aspectos relacionados con el trabajador y la percepción que tiene de los factores ambientales. Adicionalmente, se incluye un apartado de sintomatología relacionada con el edificio con el fin de detectar la presencia de síntomas asociados a la mala calidad del aire interior y a la vez detectar el tipo y la localización de las quejas (INSHT, 1991).



La Ficha 1 será diligenciada una única vez, en cambio la Ficha 2 se diligenciará por cada puesto de trabajo. Mediante la Ficha 3 se recogerán aquellos factores de riesgo ambientales que inciden directamente en el trabajador y la sintomatología relacionada con la mala calidad del aire interior que alguno de ellos pudieran estar presentando.

Luego de que se presenta el cuestionario, se profundiza en las cuestiones técnicas de cada ficha, para así permitir que mediante la respuesta a las preguntas planteadas, se pueda asegurar la presencia o no presencia de los diferentes factores de riesgo.

A.1.1 Ficha 1. Aspectos relacionados con el edificio. En la tabla 3 se presenta la ficha 1 del cuestionario sobre los aspectos relacionados con el edificio.

Tabla 3. *Ficha 1: Aspectos relacionados con el edificio.*

| <i>UBICACIÓN DEL EDIFICIO</i> | |
|---|--|
| El edificio se encuentra en un entorno: | |
| <input type="checkbox"/> Rural | <input type="checkbox"/> Industrial |
| <input type="checkbox"/> Urbano | <input type="checkbox"/> Otro _____ |
| Describa las actividades que se realicen en las inmediaciones | |
| _____ | |
| _____ | |
| _____ | |
| <i>CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO</i> | |
| Año de construcción: _____ | |
| Actividad inicial: _____ | |
| Año de ocupación por la empresa: _____ | |
| Actividad actual: _____ | |
| Número de plantas: _____ | |
| Número de plantas ocupadas por la empresa: _____ | |
| ¿La construcción del edificio incluye alguno de los siguientes materiales? | |
| <input type="checkbox"/> Asbesto | <input type="checkbox"/> Fibra mineral artificial (FMA) <input type="checkbox"/> Granito |
| ¿Existe garaje (propio o ajeno) en el sótano del edificio? | |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| ¿Se han realizado obras o remodelaciones que hayan modificado la distribución inicial del edificio? | |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |



UNIMINUTO
 Corporación Universitaria Minuto de Dios
 Educación de calidad al alcance de todos

En caso afirmativo, describa aquellas modificaciones del edificio relevantes

INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

Señale el tipo/os de sistema/as de ventilación y/o climatización del edificio

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> General del edificio | <input type="checkbox"/> Autónomo en cada zona de trabajo |
| <input type="checkbox"/> Con renovación de aire exterior | <input type="checkbox"/> Sin renovación de aire exterior |

Se realizan periódicamente programas de

- | | Periodicidad |
|--|--------------|
| <input type="checkbox"/> Desinfección y limpieza del edificio | _____ |
| <input type="checkbox"/> Fumigaciones para control de insectos y roedores | _____ |
| <input type="checkbox"/> Mantenimiento y limpieza del sistema de ventilación/climatización | _____ |
| <input type="checkbox"/> Mantenimiento y limpieza del sistema de iluminación | _____ |
| <input type="checkbox"/> Limpieza y desinfección de los baños | _____ |
| <input type="checkbox"/> Mantenimiento y limpieza de los sistemas de agua caliente | _____ |

¿Se tiene en cuenta el mejor momento para llevar a cabo los mantenimientos, limpiezas, fumigaciones, a fin de no afectar a los ocupantes?

- Si No

¿El edificio dispone de torres de enfriamiento, condensadores evaporativos o sistemas similares?

- Si No

En caso afirmativo, ¿se dispone de un plan para controlar la proliferación de *legionella*?

- Si No

¿Se dispone de fuentes, sistema de riego por aspersión, instalación de agua contra incendios u otra instalación que pueda acumular agua, en las proximidades?

- Si No

En caso afirmativo, ¿se realiza un mantenimiento adecuado para la prevención de la proliferación de contaminantes biológicos?

- Si No

Observaciones

Fuente: Adaptado de INSHT (2015).

A.1.1.1 Ubicación del edificio.

A.1.1.1.1 El edificio se encuentra en un entorno: rural/industrial/urbano/otro. La ubicación del edificio en un entorno rural, industrial o urbano puede condicionar y afectar la calidad del aire interior de los edificios no industriales.

El aire que se encuentra en el interior de un edificio ventilado mecánicamente es una mezcla de aire exterior que se introduce continuamente y aire interior que se recircula. Por lo tanto, un porcentaje del aire interior es aire exterior que se introduce de manera controlada en los sistemas de climatización y/o ventilación. Además, el aire exterior también puede introducirse en el edificio a través de la apertura de puertas, ventanas, grietas o fisuras. Por tanto, los posibles contaminantes químicos y biológicos presentes en el exterior pueden condicionar de manera importante la calidad de aire interior del edificio.

Las distintas fuentes de contaminación exteriores pueden proceder, por ejemplo, de las industrias cercanas, si las hubiera, en forma de gases derivados de la combustión, como el dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles o partículas en suspensión, o bien bacterias, virus, hongos y polen procedentes de la vegetación y flora microbiana ambiental o de animales.

Por otra parte, el ruido procedente del exterior también va a estar condicionado por el entorno en el que se encuentra ubicado el edificio, el tipo de industria que tenga cerca o el nivel de tráfico rodado.

A.1.1.2 Características del edificio

A.1.1.2.1 La construcción del edificio incluye alguno de los siguientes materiales: asbesto, fibras minerales artificiales, granito. En los materiales de construcción del edificio podría existir la presencia de asbesto, fibras minerales artificiales (FMA) o materiales graníticos que, en determinadas circunstancias, pueden ser factores de riesgo a tener en cuenta.

Asbesto: El término *asbesto* designa la forma fibrosa de los silicatos minerales pertenecientes a los grupos de rocas metamórficas de las serpentinas: el crisotilo (asbesto blanco) y de las anfíbolitas: la actinolita, la amosita, la antofilita, la crocidolita, la tremolita o cualquier mezcla que contenga uno o varios de estos minerales (Ley 436 de 1998).

En Colombia, por medio de la Ley 436 de 1998, se aprobó el Convenio 162 sobre Utilización del Asbesto en Condiciones de Seguridad de la Organización Internacional del Trabajo, 1986, el cual luego fue promulgado en el 2001 con el Decreto 875. Con la Resolución 7 de 2011, se adoptó el Reglamento de Higiene y Seguridad del Crisotilo y otras Fibras de uso similar, en el cual se prohíbe en Colombia, la utilización de cualquier variedad de asbestos anfíboles. De acuerdo con esta Resolución, el crisotilo, único representante del grupo de las serpentinas (también conocido como asbesto serpentina o asbesto blanco), es un mineral con propiedades físicas y químicas diferentes a la de los anfíboles; por lo cual es el único tipo de asbesto que se utiliza comercialmente en Colombia.

Si bien existen elementos constructivos o decorativos que contiene asbesto, normalmente no existen fibras de este material en el aire presente en el interior de los edificios; pero cuando los materiales de construcción o decorativos que contienen asbesto en su composición se dañan,



se deterioran o se manipulan de manera inadecuada, las fibras pueden liberarse al ambiente y penetrar por vía respiratoria en el organismo acumulándose en los pulmones. La inhalación de fibras de asbesto hace aumentar el riesgo de padecer asbestosis, cáncer de pulmón y mesotelioma, estando clasificadas, según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como carcinógenos del grupo 1 (carcinógenos para el ser humano).

En Colombia, el asbesto está clasificado como agente carcinógeno en el Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2a de la IARC, de interés ocupacional para Colombia (Ministerio de la Protección Social e Instituto Nacional de Cancerología, 2006). Para los trabajos de demolición, modificación o mantenimiento de los materiales que contengan asbesto, se deben seguir las indicaciones de la Resolución 7 de 2011.

Fibras minerales artificiales: En muchos países, el asbesto ha sido sustituido, en lo que se refiere a su uso como material aislante, por las FMA, entre las que destacan la fibra de vidrio, las lanas minerales (lana de vidrio, lana de roca, lana de escoria) y las fibras cerámicas refractarias, FRC.

Según Costa & Orriols (2012), para la IARC, en animales de experimentación existe suficiente evidencia de que un grupo específico de fibras de vidrio como son la E y la 475, así como las FCR, son carcinogénicas así que, las clasifica como posibles carcinógenos para humanos (grupo 2B). En Colombia, las fibras vítreas sintéticas se encuentran clasificadas como agentes carcinógenos químicos, de acuerdo con el Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2a de la IARC, de interés ocupacional para Colombia (Ministerio de la Protección Social e Instituto Nacional de Cancerología, 2006).



Granito: En cuanto al empleo de materiales graníticos en elementos constructivos, el granito puede ser una fuente de radón, aunque normalmente la contribución de los elementos de construcción es pequeña en comparación con el tipo de suelo sobre el que está asentado el edificio. También pueden contener radón (o alguno de sus productos de desintegración, como el radio o el torio), otros materiales empleados en la construcción de edificios, tales como la piedra pómez y subproductos de yeso. En el caso del ladrillo y el hormigón, pueden contener radón si se han fabricado empleando materiales procedentes de zonas con elevada radiación natural.

El radón es un gas radioactivo que proviene de la descomposición radiactiva natural de uranio, presente en las rocas, el suelo y el agua. Se encuentra en pequeñas cantidades en la mayoría de las rocas y suelos. Se degrada a otros productos que son adsorbidos por las partículas de polvo del aire de interiores, llegando a la membrana pulmonar. En ocasiones, debido a las características geológicas del terreno, el radón puede llegar al interior del edificio. Los niveles más elevados de radón, por lo general, se encuentran en el sótano o espacios subterráneos. Los trabajadores que pasen mucho tiempo en los sótanos de los edificios presentarán un mayor riesgo de exposición a este gas.

En Colombia, se han medido los niveles de radón en el aire interno de algunas edificaciones, los valores más elevados correspondieron a edificaciones construidas en zonas sobre fallas activas normales. Se destacó la construcción de una gran vivienda sobre el cruce de dos fallas activas, donde se midieron niveles nocivos de radón en el suelo (Salazar, 2002).

Según la IARC, la exposición a niveles altos de radón y sus productos de desintegración puede causar cáncer de pulmón, estando clasificado como carcinógeno del grupo 1 (cancerígeno



para los seres humanos). En el Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2a de la IARC, de interés ocupacional para Colombia (Ministerio de la Protección Social e Instituto Nacional de Cancerología, 2006), se encuentra clasificado como agente carcinógeno, aunque se aclara que no se ha descrito la exposición en Colombia.

A.1.1.2.2 ¿Existe garaje (propio o ajeno) en el edificio? La presencia de un garaje en el propio edificio puede provocar la entrada de contaminación procedente de los motores de combustión de los vehículos, a través de los conductos de ventilación o bien de los tiros de escalera.

En Colombia, con la Resolución 2400 de 1979, en la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo (incluidos locales de comercio y de servicios), se determina la cantidad de aire a suministrar en los garajes. Para el caso de Bogotá, con el Acuerdo 20 de 1995, se dispone que los garajes y estacionamientos que no dispongan de ventilación natural adecuada, deben ventilarse mecánicamente de acuerdo con los requisitos especificados mediante el cálculo de los sistemas de ventilación mecánica y la velocidad de entrada de aire.

Los principales compuestos tóxicos emitidos en los gases de escape de los motores de los vehículos son: monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre e hidrocarburos. El monóxido de carbono puede provocar en la sangre la transformación irreversible de la hemoglobina, molécula encargada de transportar el oxígeno desde los pulmones a los tejidos, en



carboxihemoglobina, incapaz de cumplir esa función. La muerte puede sobrevenir cuando más del 50% de la hemoglobina se encuentra en forma de carboxihemoglobina.

El dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre son, a concentraciones bajas, gases irritantes del tracto respiratorio superior y de los ojos, pudiendo agravarse los síntomas en personas sensibles (por ejemplo, asmáticas).

Los hidrocarburos, dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos. Por ejemplo: la exposición al benceno provoca irritaciones de piel, ojos y vías respiratorias; si el nivel es muy alto, provocará depresiones, mareos, dolores de cabeza y náuseas. Además, según el Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2a de la IARC, de interés ocupacional para Colombia (Ministerio de la Protección Social e Instituto Nacional de Cancerología, 2006), el benceno es un agente carcinógeno.

A.1.1.2.3 ¿Se han realizado obras o remodelaciones que hayan modificado la distribución inicial del edificio? Las obras realizadas en el edificio que supongan una modificación en la distribución original del mismo implican, normalmente, introducción de nuevos sistemas de compartimentación en los lugares de trabajo, edificación de nuevas plantas, etc.

Al realizar estas modificaciones se pueden emplear materiales de construcción que pueden hacer variar el tiempo de reverberación (tiempo que se mantiene un sonido en el recinto una vez apagada la fuente). Si este tiempo es superior al recomendado, dificulta la comprensión del mensaje y la definición del sonido, debido a que se producen superposiciones. También



puede ocurrir que los nuevos materiales empleados no proporcionen un adecuado aislamiento acústico y/o térmico.

Por otra parte, puede ser que, tras realizar estas obras o remodelaciones, las salidas de los sistemas de climatización o el sistema de luminarias no queden adecuadamente distribuidas.

A.1.1.3 Instalación y Mantenimiento

A.1.1.3.1 Señale el tipo/os de sistema/as de ventilación y/o climatización del edificio. La percepción del ambiente térmico es una de las principales fuentes de molestias en un entorno laboral. La susceptibilidad individual de cada trabajador hace que la apreciación del ambiente térmico sea bastante dispar entre las personas. Por este motivo, cuanto mayor capacidad de control tenga el trabajador sobre el sistema de ventilación/climatización, mejor se va a poder adaptar a las necesidades particulares.

La *ventilación natural* es la que tiene lugar a través de las ventanas, puertas e incluso las rendijas y grietas del edificio, y ocurre gracias a las diferencias de presión o de temperatura entre el interior y el exterior de los edificios. La *ventilación mecánica* o forzada requiere un sistema de conductos que transporte el aire de ventilación hasta los recintos a ventilar y ventiladores que lo impulsen a través de los mismos.

Tanto la ventilación natural como la mecánica, además de proporcionar oxígeno y diluir los contaminantes, pueden ayudar a modificar las condiciones termo-higrométricas de un local. En el caso de la ventilación mecánica, para suministrar aire tratado, limpio y con una temperatura y humedad determinadas, normalmente se utiliza un mismo sistema, el sistema de



ventilación-climatización. Teniendo en cuenta la mayor capacidad de renovación del aire, la ventilación mecánica ha ganado terreno en detrimento de la ventilación natural. Aunque, lo ideal es disponer de ventilación tanto mecánica como natural.

En la mayor parte de los edificios existe un sistema de ventilación/climatización mecánico. Existen diferentes tipos de ventilación mecánica:

Ventilación mecánica controlada: se realiza mediante extracción de aire. El sistema necesita un ventilador, rejillas de entrada y salida del aire y en ocasiones una red de conductos de aire. La principal ventaja es que la inversión no es muy costosa. Sus principales inconvenientes son que no se controlan las condiciones termo-higrométricas, que requiere un mantenimiento, que el equipo hace ruido y que además es sensible a la apertura de ventanas.

Ventilación mecánica regulada higrométricamente: en este caso la regulación se realiza mediante la humedad relativa. Tiene la ventaja de que la ventilación se va a regular en función de los cambios de humedad que se produzcan en el interior, por ejemplo en función del grado de ocupación. Su principal desventaja es que el sistema es más costoso y requiere un mantenimiento superior al del anterior sistema.

Ventilación controlada de doble flujo: su principal ventaja es que reduce las pérdidas energéticas entre un 8% y un 12%. Su mantenimiento es más costoso y la inversión es superior.

Habitualmente, los sistemas de ventilación suelen formar parte de una instalación más general denominada sistemas de climatización. Los sistemas de climatización más habituales son:



Los sistemas de caudal constante: en este caso la climatización del local posee una carga térmica constante. Esto quiere decir que se utiliza un control de la temperatura variable del aire, permite que todo el caudal de aire sea calentado o enfriado en un climatizador.

Los sistemas de caudal variable: en este caso se regulan las condiciones térmicas manteniendo la temperatura constante y variando el caudal de aire frío que se introduce.

Por otra parte, en un edificio se puede disponer de ventilación/climatización general o bien de sistemas autónomos en cada zona de trabajo. También puede darse el caso que en una misma zona de trabajo se dispongan de ambos.

Ventilación y/o climatización general del edificio: actualmente en edificios modernos de oficinas, es el sistema de ventilación/climatización más común. Para que un sistema de ventilación general sea eficaz debe reunir las siguientes características: 1. El caudal de aire que se aporta debe ser suficiente para conseguir unas características del aire satisfactorias, en función de la generación de los contaminantes interiores. 2. El caudal de aire extraído se debe suplir, al menos, con el aire administrado. Se debe cumplir el principio de la conservación de las masas. 3. Se debe conocer el recorrido que realice el aire. Las entradas y salidas deben adecuarse para que el aire limpio recorra el recinto. 4. El aire extraído no debe volverse a incorporar en el local o en la zona. Para ello es importante conocer el emplazamiento de las tomas de aire, que deben estar situadas en un entorno protegido, y lo más limpio posible y alejadas de otros focos contaminantes.

El principal inconveniente de este tipo de ventilación/climatización es la dificultad en la regulación en función de las necesidades de cada zona. Las necesidades termo-higrométricas en



cada zona pueden ser diferentes, debido a las distintas orientaciones respecto a las ventanas, a la existencia de edificios en frente, al grado de ocupación; esto origina que sea difícil ajustar adecuadamente un sistema de ventilación/climatización general.

En Colombia, con la Resolución 2400 de 1979, se dictan también algunas disposiciones sobre la ventilación general y la cantidad de aire a suministrar en establecimientos de trabajo. En Bogotá, la ventilación mecánica en los edificios se encuentra regulada por el Código de Construcción del Distrito Capital en el capítulo D.5 (Acuerdo 20 de 1995).

Ventilación y/o Climatización autónomo en cada zona de trabajo: inicialmente, con este tipo de ventilación/climatización se conseguiría una regulación más precisa de las condiciones termo-higrométricas que en el caso de la general, y por lo tanto un mayor control, si bien tiene el inconveniente de que los trabajadores que ocupan una misma zona deben ponerse de acuerdo sobre la temperatura ideal. Esto en ocasiones puede generar tensiones, pues el ambiente térmico es un aspecto muy subjetivo y de gran variabilidad. Otro aspecto que hay que considerar es que las personas que ocupan la zona deben conocer el manejo del equipo de climatización.

Una solución bastante extendida y recomendable es disponer de un sistema de ventilación y/o climatización general que abarque todo el edificio y, sólo tras un estudio de la situación, proceder a instalar equipos autónomos en aquellas zonas que así lo requieran.

Por otra parte, y también en relación con la ventilación, un aspecto importante en el que hay que fijarse es si el sistema mecánico tiene previsto un aporte de aire exterior o si simplemente va a recircular el mismo aire constantemente.



Habitualmente los sistemas disponen de una parte de aire que se recircula y otra parte de aire que se expulsa, de esta forma es más rentable energéticamente. Se debe comprobar que el aporte de aire limpio es el suficiente para proporcionar, al interior, el aire renovado necesario.

Con/sin renovación de aire exterior: la falta de aporte de aire exterior puede aumentar el nivel de contaminación y especialmente de CO. Se pueden llegar a incumplir los requisitos mínimos para el suministro de aire exterior y extracción de aire en edificaciones del Acuerdo 20 de 1995 de Bogotá.

A.1.1.3.2 Se realizan periódicamente programas de desinfección y limpieza, fumigación para control de insectos y roedores, mantenimiento y limpieza del sistema de iluminación, ventilación y/o climatización y del sistema de provisión de agua caliente. Programas de mantenimiento, limpieza y desinfección del edificio inadecuados podrá ser un factor de riesgo que origine deficiencias en la calidad del aire interior.

Sistema de climatización: si el mantenimiento del sistema de climatización no es correcto, pueden proliferar diversos agentes biológicos que pueden pasar al ambiente, pues se puede acumular agua estancada en el sistema de ventilación, en humidificadores y en torres de refrigeración.

Un agente que ha cobrado importancia en los últimos años es la *Legionella pneumophila*, una bacteria ambiental ubicua cuyo nicho natural son las aguas superficiales como lagos, ríos, arroyos, aguas termales, etc. Su temperatura de crecimiento se encuentra entre 20 °C y 45 °C, estando su temperatura óptima en torno a 37 °C. Por debajo de 20 °C permanece en estado latente, mientras que se destruye a partir de 70 °C. Desde sus reservorios naturales, la bacteria



coloniza los sistemas de abastecimiento de agua de las ciudades y, a través de la red de distribución de agua, puede ser transportada a los edificios y colonizar las instalaciones de suministro de agua sanitaria (fría y caliente), así como otras instalaciones que requieran agua para su funcionamiento, como las torres de refrigeración.

En ocasiones, si en estas instalaciones no se realiza un mantenimiento adecuado, se favorece el estancamiento del agua y la acumulación de productos que sirven como nutrientes para la bacteria como lodo, materia orgánica, incrustaciones calcáreas y material de corrosión. Además, se favorece el desarrollo de microorganismos, como hongos, algas, amebas o protozoos. Todo esto da lugar a la formación de una bio-capa que protege a la bacteria frente a la acción de desinfectantes y junto a una temperatura del agua adecuada, propicia su multiplicación hasta niveles infectantes para el ser humano. Si además, existe un mecanismo productor de aerosoles, la bacteria puede dispersarse en el aire en forma de bio-aerosoles que pueden ser inhalados por el ser humano y penetrar en las vías respiratorias alcanzando los pulmones.

También cabe destacar la presencia de endotoxinas, moléculas que forman parte de la pared celular de las bacterias Gram negativo y que, en el interior de los edificios, pueden encontrarse en los sistemas de aire acondicionado y en los humidificadores. Su concentración aumenta cuando estos sistemas se encuentran parados, de forma que pueden ser liberadas al aire al ponerlos en marcha. Son responsables de problemas respiratorios, incluyendo alergias, pudiendo exacerbar enfermedades respiratorias previas como el asma.



Entre los efectos que pueden producir destaca la fiebre del humidificador o fiebre del lunes, que se caracteriza por la aparición de síntomas como fiebre, dolor de cabeza, escalofríos, mialgias y malestar general, que persisten durante 24 – 48 horas.

Limpieza en el edificio: si la limpieza en el edificio no se realiza correctamente, se podrá acumular un gran número de ácaros y otros contaminantes biológicos.

Fumigación para el control de roedores e insectos: si no se realizan periódicamente programas de fumigación, podrían proliferar insectos y roedores.

En definitiva, es importante que la persona que realiza el diagnóstico conozca si estos programas de mantenimiento se llevan a cabo de forma adecuada.

A.1.1.3.3 ¿Se tiene en cuenta el mejor momento para llevar a cabo los mantenimientos, limpiezas, fumigaciones, a fin de no afectar a los ocupantes? Muchos productos de limpieza y detergentes presentan en su composición compuestos volátiles que se liberan al ambiente tras su aplicación, tales como el amoníaco (presente en limpiadores universales, limpiacristales o pulimientos para muebles), el benceno (en quitamanchas y limpia-textiles), el formaldehído (en jabones, detergentes o desinfectantes), el tolueno (en disolventes para grasas) y el tricloroetileno (en quitamanchas, limpia-textiles o disolventes para grasas).

La exposición a corto plazo a los compuestos orgánicos volátiles puede causar, entre otros, efectos neurológicos (tricloroetileno, tolueno, xileno), irritativos (limoneno), inmunológicos (benceno), o respiratorios (formaldehído). Además, la exposición a largo plazo a algunos de estos compuestos puede causar lesiones en diversos órganos, e, incluso, cáncer. En el Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2a de la IARC, de interés ocupacional para



Colombia (Ministerio de la Protección Social e Instituto Nacional de Cancerología, 2006), se encuentran clasificados como agentes carcinógenos el benceno, el tolueno, el formaldehído y el tricloroetileno.

Por lo tanto, y en la medida de lo posible, sería deseable que las operaciones de limpieza y mantenimiento (actividades de limpieza general, limpieza de filtros de los sistemas de climatización, pulido de suelos, etc.) se llevaran a cabo cuando los trabajadores no estén presentes en sus lugares de trabajo, puesto que estos procesos pueden liberar al ambiente contaminantes químicos y/o biológicos.

En relación con los pesticidas, la mayoría son tóxicos para el ser humano, por lo que una exposición a los mismos puede originar efectos perjudiciales en la salud del trabajador en función del tiempo de exposición y la concentración presente de ese pesticida. Además, muchos de ellos presentan el problema adicional de su persistencia en el ambiente debido a su naturaleza química y al modo de aplicación. Por tanto, es muy recomendable realizar estas operaciones de fumigación fuera del horario de trabajo.

Un problema muy frecuente relacionado con los pesticidas es que generalmente se utilizan cuando el edificio está desocupado, por la noche o durante los fines de semana, cuando el sistema de renovación del aire (ventilación) está parado, con lo cual no se elimina el producto. Así, cuando el sistema se pone en marcha, coincidiendo con el retorno de sus ocupantes, los contaminantes circulan por todo el edificio, con el consiguiente riesgo de exposición.

Cuando se aplican plaguicidas, se deben respetar los plazos de seguridad, según la información suministrada por el fabricante. El plazo de seguridad es el tiempo que debe



transcurrir desde que se aplica el plaguicida hasta que se puede volver a entrar en el área tratada, y viene indicado en la etiqueta del producto. Tras ese plazo, la zona debe estar correctamente ventilada, garantizándose así que los trabajadores puedan acceder sin riesgo para su salud, una vez finalizado el mismo. En Colombia, con el Decreto 1843 de 1991 se reglamenta el uso y manejo de plaguicidas, su aplicación y las obligaciones de los propietarios de las edificaciones en las cuales se realice su aplicación.

A.1.1.3.4 ¿El edificio dispone de torres de refrigeración, condensadores evaporativos o sistemas similares? Como se ha indicado anteriormente, la existencia de este tipo de instalaciones implica un riesgo de proliferación y dispersión de la bacteria *Legionella pneumophila*, estando consideradas como instalaciones de mayor riesgo las siguientes: torres de refrigeración y condensadores evaporativos; sistemas de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno; sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire (spas, jacuzzis, piscinas, vasos o bañeras terapéuticas, bañeras de hidromasaje, tratamientos con chorros a presión, etc.); centrales humidificadoras industriales.

A.1.1.3.5 En caso afirmativo: ¿Se dispone de un plan para controlar la proliferación de Legionella? En la Guía Técnica Colombiana GTC 257, se presenta la Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones. En ella se proporcionan criterios para la prevención y el control de la multiplicación y diseminación de las bacterias del género *Legionella*, a partir de ciertas instalaciones y equipos de los edificios, con el fin de evitar el riesgo de contraer la enfermedad producida por estos microorganismos.



Con tal fin, se sugiere la adopción de las medidas adecuadas en las fases de diseño y explotación de algunos sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación y los de preparación y distribución de agua caliente sanitaria y agua fría. Sin embargo, no establece las acciones a adoptar cuando se declaren casos de legionelosis, que quedan bajo la competencia de la autoridad sanitaria (ICONTEC, 2015).

A.1.1.3.6 ¿Se dispone de fuentes, sistema de riego por aspersión, instalación de agua contra incendios u otra instalación que pueda acumular agua en las proximidades? Si bien se trata de instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella, pueden suponer un riesgo importante, por lo cual es necesario que estén sometidas a un mantenimiento adecuado.

A.1.1.3.7 En caso positivo, ¿se realiza un mantenimiento adecuado para la prevención de la proliferación de contaminantes biológicos? Si el edificio dispusiera de algún tipo de las instalaciones indicadas en el punto anterior, se deberá revisar la GTC 257 (ICONTEC, 2015) para instalaciones de menor riesgo.

Adicionalmente, se deberán aplicar programas de mantenimiento que incluirán como mínimo la limpieza y, si procede, la desinfección de la instalación. Las tareas realizadas deberán consignarse en un registro de mantenimiento. La periodicidad de la limpieza de estas instalaciones será de, al menos, una vez al año, excepto en los sistemas de aguas contra incendios que se deberá realizar al mismo tiempo que la prueba hidráulica y el sistema de agua de consumo.



A.1.2 Ficha 2. Aspectos relacionados con la zona de estudio.

Tras identificar los aspectos relacionados con el edificio que pueden afectar la calidad del aire interior a nivel general, mediante el diligenciamiento de la ficha 1, se analizarán los distintos puestos de trabajo objeto del estudio, a través de la aplicación de la ficha 2. Se diligenciarán tantas fichas como puestos de trabajo se definan y así se identificarán los factores de riesgo que pueden afectar la calidad del aire interior en estas áreas concretas.

En la tabla 4 se presenta la ficha 2 del cuestionario, sobre aspectos relacionados con el puesto de trabajo.

Tabla 4. *Ficha 2: Aspectos relacionados con el puesto de trabajo.*

| <i>GENERAL</i> | |
|---|---|
| Departamento _____ | |
| Puesto de trabajo _____ | |
| Planta del edificio _____ | |
| El puesto de trabajo es | |
| <input type="checkbox"/> Oficina cerrada | <input type="checkbox"/> Oficina con divisiones modulares o paneles |
| <input type="checkbox"/> Área abierta | <input type="checkbox"/> Otro _____ |
| ¿Las dimensiones de las áreas de trabajo son adecuadas para el número de personas que las ocupan? | |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| ¿Existe sistema de ventilación/climatización autónomo en el puesto de trabajo? | |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| ¿La zona de estudio tiene ventanas? | |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| ¿Están distribuidas uniformemente por toda la zona de trabajo? | |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| ¿Pueden abrirse y cerrarse con facilidad? | |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| ¿Poseen sistemas de apantallamiento para la radiación solar (cortinas, persianas, etc.)? | |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No |
| Observaciones | |
| _____ | |
| _____ | |
| _____ | |
| <i>CALIDAD DEL AIRE INTERIOR</i> | |



En el exterior del edificio y cerca de las ventanas

- Existen zonas de carga y descarga
- Existen entradas a garajes
- Se están realizando trabajos exteriores de demolición o construcción
- Hay algún punto cercano de recogida de basura
- Existe algún depósito de combustibles

En el interior del edificio y cerca del puesto de trabajo

- Se están realizando actividades de reforma
- Hay algún punto cercano de recogida de basura
- Se realiza alguna actividad diferente a la actividad principal (cocina, cafetería, imprenta, laboratorios, etc.)

En el mismo puesto de trabajo

- Hay alguna fotocopiadora, impresora láser o sistema de desinfección del aire que genera ozono (ozonificadores)
- Se observan humedades en las paredes o techos
- Se perciben olores molestos o desagradables. ¿De qué tipo? _____
- Se observa falta de limpieza (polvo, recogida de basuras, etc.)
- Hay algún punto donde se acumulan grandes cantidades de papel
- Hay algún indicio que refleje un mal mantenimiento (paredes, suelos, mobiliario, etc.)
- Existe alguno de los siguientes materiales en mobiliario, paredes, techo o suelos:
 - Alfombra
 - Madera
 - Papel
 - Mármol

El mobiliario es:

- De reciente adquisición
- Metálico o contiene partes metálicas

Observaciones

VENTILACIÓN/CLIMATIZACIÓN

Los difusores y rejillas, ¿se encuentran correctamente situados, de manera que el aire limpio recorre todo el recinto antes de ser extraído?

- Si
- No

El ambiente se percibe como

- Seco
- Excesivamente húmedo

El sistema de ventilación/ climatización, ¿es adecuado en cuanto a diseño y dimensionamiento?

- Si
- No

¿Están limpias las salidas de aire?

- Si
- No

¿Se puede regular el sistema de ventilación/climatización?

- Si
- No

Observaciones



UNIMINUTO
 Corporación Universitaria Minuto de Dios
 Universidad que transforma la vida

RUIDO Y VIBRACIONES AMBIENTALES

Es molesto el ruido procedente de

- Exterior (tráfico, obras)
- Personas de alrededor (conversaciones, ruidos)
- Equipos cercanos (fotocopiadoras, impresoras, ordenadores)
- Sistema ventilación/climatización

¿Hay alguna instalación que pueda transmitir vibraciones a través de las estructuras del edificio?

Si

No

Observaciones

Fuente: Adaptado de INSHT (2015).

A.1.2.1 General.

A.1.2.1.1 El puesto de trabajo es: Oficina cerrada/área abierta/oficina con divisiones modulares o paneles/otros. El puesto de trabajo puede tener diferentes características. La primera está relacionada con el dimensionamiento de la oficina y con el grado de ocupación de la misma.

Las oficinas cerradas tienen la ventaja de ofrecer un mayor aislamiento y privacidad, de tal manera que si el trabajador tiene la posibilidad de controlar los sistemas de climatización/ventilación, abrir las ventanas, etc., la problemática es mucho menor que en otro tipo de instalaciones. También se reduce mucho el ruido procedente de equipos y de conversaciones ajenas.

Las áreas abiertas y oficinas con divisiones modulares o paneles, tienen la característica de que permiten una mayor comunicación entre compañeros, pero como consecuencia se produce un incremento en el nivel de ruido del local y suele ser más compleja la distribución de los puestos para garantizar una adecuada iluminación en los mismos. También el control de las condiciones termo-



higrométricas, de los sistemas de ventilación/climatización y de renovación del aire, deben tener en cuenta esta característica.

A.1.2.1.2 ¿Las dimensiones de las áreas de trabajo son adecuadas para el número de personas que las ocupan? En relación con las dimensiones de los establecimientos de trabajo, la Resolución 2400 de 1979 establece que deben estar en correcta relación con las labores, procesos u operaciones propias de las actividades desarrolladas, y con el número de trabajadores para evitar acumulación excesiva, hacinamiento o distribución inadecuada que impliquen riesgos para la salud. También establece una superficie de pavimento por trabajador, el volumen de aire suficiente y la altura del techo, pero sin especificar para qué tipo de actividades laborales aplica.

El grado de ocupación de un determinado local está relacionado con la calidad de aire interior: a mayor ocupación, mayor deberá ser la tasa de renovación de aire a través de la ventilación. Una renovación del aire deficiente en un local de trabajo puede dar lugar a problemas de olores, aire viciado, alergias e incluso falta de confort térmico, por eso es importante conocer el grado de ocupación del local.

A.1.2.1.3 ¿Existe sistema de ventilación/climatización autónomo en el puesto de trabajo? La influencia de los sistemas de ventilación/climatización en la calidad del aire interior ya ha sido ampliamente descrita anteriormente. Un determinado sistema de ventilación/climatización del aire no se puede considerar ni mejor ni peor, pues todos van a tener una serie de ventajas e inconvenientes. Se debe comprobar si el sistema de ventilación/climatización está bien adaptado a las necesidades y características del puesto de trabajo y de sus ocupantes.



Es siempre deseable que se pueda disponer de ventilación natural. El aire procedente del exterior se combina con el del interior a través de puertas y/o ventanas. La principal ventaja es que no hay un equipo que consuma y, por tanto, no hay que mantener ni limpiar ninguna instalación y tampoco se genera ruido.

A.1.2.1.4 ¿La zona de estudio tiene ventanas? La existencia o no de ventanas en la zona de trabajo va a influir sobre varios factores relacionados con la calidad del aire interior. Por este motivo, es importante fijarse en la presencia de ventanas y en sus características. A continuación se describen algunos aspectos que se deben considerar en este sentido:

Contaminantes. En los ambientes interiores se concentran contaminantes de muy diversa naturaleza (químicos, biológicos, etc.) y procedencia (interior o exterior). La posibilidad de ventilar un local abriendo las ventanas (ventilación natural) va a permitir a los trabajadores renovar el aire de manera rápida y cómoda siempre que perciban el aire como viciado. De la misma manera las propias ventanas van a constituir una fuente de entrada de contaminantes desde el exterior, en caso de que el aire exterior esté contaminado.

En líneas generales es preferible que las ventanas dispongan de un sistema de apertura a que estén clausuradas. Habitualmente el aire interior suele estar más contaminado que el exterior, aunque puede existir alguna situación en la que ocurra lo contrario. Por ejemplo, una torre de refrigeración situada frente a una ventana; en este caso sería obligatoria la consignación de dicha ventana y de todas las que se encuentren a una distancia inferior a 10 metros en horizontal debido al riesgo de contaminación por *Legionella*. Las torres de refrigeración pueden producir aerosoles y la bacteria puede dispersarse al aire. Las gotas de



agua que contienen la bacteria pueden permanecer suspendidas en el aire y penetrar por inhalación en el aparato respiratorio de los trabajadores.

También podría ocurrir que próxima a las ventanas exista una salida de humos procedentes de las cocinas o la salida de los gases del garajes o una zona de carga o descarga de productos químicos o de recogida de la basura; en estos casos podría ser interesante conocer si existe algún procedimiento para evitar que se abran las ventanas en los momentos de mayor emisión de contaminantes.

Iluminación. La presencia de ventanas va a proporcionar luz natural. La mejor luz a la que se adapta el ojo humano es la luz natural. Es importante aprovechar esta situación y optimizar esta fuente de luz, además de ser la más rentable energéticamente hablando. Por este motivo es importante conocer:

La superficie acristalada: a mayor superficie acristalada, habrá mayor nivel de iluminación en el interior, pero también aumentan los posibles problemas de reflejos y deslumbramientos.

La orientación de las ventanas: en función de su orientación y de la hora del día, los rayos de sol incidirán de forma más o menos directa. Si se conocen los momentos en los que la luz entra de forma directa, se sabrá cuándo pueden existir problemas por reflejos y deslumbramientos, tanto directos como indirectos.

La época del año y climatología: en función de la época del año y de la climatología, si llueve o está nublado, por ejemplo, el nivel de iluminación en el interior puede verse alterado.



Estos aspectos no son controlables pero se deben tener en cuenta a la hora del diligenciamiento de las fichas.

Los edificios u objetos en frente: edificaciones o vegetación próximas a las ventanas (árboles de gran tamaño) pueden producir una disminución de la luz natural en los puestos de trabajo. En otras ocasiones se pueden encontrar estructuras con una superficie brillante que reflejen la luz produciendo deslumbramientos a los ocupantes de la zona objeto de estudio.

Confort térmico. La presencia de ventanas con posibilidad de control de su apertura desde el interior facilita la regulación por parte de los trabajadores de la temperatura de los locales. Además, en función de la orientación de la ventana, la radiación solar directa puede influir notablemente en la sensación térmica de los trabajadores.

Ruido. Las ventanas también van a ser un punto crítico de pérdida de aislamiento acústico en los edificios, incluso cuando están cerradas. Los factores que van a influir fundamentalmente en la calidad de las ventanas son: la forma de apertura de la misma, las características del vidrio y el material y calidad del perfil.

Las ventanas con cierre oscilobatiente o abatible disponen de cierre con doble junta que van a ser más aislantes que las de corredera tradicionales. Una adecuada calidad de los perfiles favorecerá la hermeticidad de la ventana y, por tanto, evitará la transmisión del ruido. El PVC y la madera son los materiales con mayor grado de aislamiento acústico. Respecto al cristal, lo importante en este caso es su espesor. Por último, se debe observar, en caso de que se disponga de persianas, cortinas u otros elementos que, pese a poseer un efecto atenuador de la radiación, estos pueden incrementar el ruido en los días ventosos.



Percepción psicosocial. Para las personas la sensación psicológica de contacto con el exterior que puede producir el hecho de tener ventanas resulta muy beneficiosa.

A.1.2.1.5 ¿Están distribuidas uniformemente por toda la zona de trabajo? Cuando las ventanas no son suficientes o no están distribuidas uniformemente en relación con la superficie del local, es posible que nos encontremos con alguna de las siguientes situaciones: la ventilación del local es insuficiente si no hay ventilación mecánica adecuada; la iluminación en los puestos más alejados de las ventanas es deficiente; se producen diferencias térmicas importantes entre los distintos puestos de trabajo debido a la temperatura radiante (procedente de la radiación solar).

A.1.2.1.6 ¿Pueden abrirse y cerrarse con facilidad? Si las ventanas no pueden abrirse, bien porque sean ventanales sin opción de apertura (como ocurre en los edificios conocidos como *herméticos* o *inteligentes*), bien porque están demasiado altas o porque existan obstáculos (armarios) que impidan llegar hasta ellas, pueden aparecer problemas como: concentración de contaminantes y sensación de ambiente viciado, debido a una ventilación insuficiente y a una posible acumulación del CO resultante de la respiración; sensación de malestar por la imposibilidad de regular la temperatura o renovar el aire del recinto.

A.1.2.1.7 ¿Poseen apantallamiento de la radiación solar (cortinas, persianas, etc.)? Anteriormente se mencionaba, en los aspectos a observar relacionados con las ventanas, que podía entrar la luz natural de forma directa a través de las ventanas y producir deslumbramientos. Esta situación se puede prevenir si se dispone de algún elemento que proteja del sol. El



apantallamiento en las ventanas puede prevenir deslumbramientos y reflejos y problemas de confort térmico por radiación solar directa.

Se debe observar si existe algún sistema de apantallamiento de la luz solar: toldos, persianas, cortinas, etc. En el caso de que el sistema empleado para apantallar la radiación solar este constituido por un material textil, se debe observar el grado de limpieza, pues puede ser un foco de contaminantes biológicos o químicos.

A.1.2.2 Calidad del Aire Interior. La calidad del aire interior en los edificios de oficinas va a estar claramente influenciada por el aire procedente del exterior. La presencia de contaminantes en este aire (por obras cercanas, puntos de recogida de basura, garajes en su proximidad, etc.) va a condicionar en gran medida el aire que se encuentre en el interior de las zonas de trabajo. El correcto tratamiento de este aire, así como unos adecuados programas de mantenimiento y conservación de las instalaciones que participan en su renovación, serán fundamentales para garantizar una buena calidad de aire interior.

El aire exterior que entra en el edificio a través del sistema de renovación de aire, o por infiltración, está muy influenciado por la situación del edificio respecto al entorno (zonas de tráfico intenso, garajes, vertederos, actividades agrícolas o industriales). En las últimas décadas la entrada de aire a través de filtraciones ha disminuido considerablemente debido a las mejoras incorporadas en edificios para aumentar su aislamiento con el fin de reducir el consumo de energía y poder mantener temperaturas confortables. Los sistemas de renovación de aire pueden ser también focos de emisión de COV y partículas, básicamente debido al crecimiento microbiano y de hongos en los filtros de los conductos de ventilación.

A.1.2.2.1 En el exterior del edificio y cerca de puertas o ventanas:

Existen zonas de carga y descarga y/o entradas de garajes. Si las ventanas del área de trabajo están situadas cerca de una de estas zonas, los trabajadores estarán expuestos a mayor contaminación procedente del humo de los vehículos, que puede entrar directamente si las ventanas están abiertas. Este humo contiene una gran variedad de contaminantes (partículas, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, monóxido de carbono, plomo, benceno, tolueno). Estos contaminantes tienen diversos efectos nocivos sobre la salud, especialmente a nivel del aparato respiratorio. Por lo tanto, si el humo de los vehículos entrase de forma directa o indirecta, y más o menos continuada, en la zona o área de trabajo objeto de estudio, dichos trabajadores tendrían más probabilidad de manifestar síntomas tales como fatiga, dolor de cabeza, náuseas, mareos, irritación del tracto respiratorio superior y de los ojos, etc.

Se están realizando trabajos exteriores de demolición o construcción. Los trabajos de demolición o construcción favorecen la generación de polvo y partículas en suspensión y, además, pueden dejar al descubierto materiales de revestimiento con efectos nocivos, tales como el asbesto. Las personas más expuestas a los riesgos derivados de estos contaminantes van a ser los propios trabajadores de las obras; pero también pueden verse afectada cualquier persona que se encuentre en las inmediaciones de la misma.

Cuando una de estas obras se encuentra muy cercana del puesto de trabajo, hay que prestar especial cuidado a la apertura de puertas o ventanas, ya que los contaminantes pueden entrar fácilmente y de forma continuada durante el tiempo que dure la obra, por lo que se recomienda abrir las puertas y ventanas el tiempo indispensable.



El asbesto, por ejemplo, es un mineral que se ha utilizado durante años como aislante de paredes y tuberías, en textiles, en revestimientos de suelo, tejados, etc. Existen cientos de edificios que contienen materiales con asbesto, y que permanecerán en ellos hasta el final de su vida útil o su eliminación. El asbesto contenido en el interior de las paredes solamente puede pasar al ambiente en el caso de derribo, perforación o reparación importante.

Normalmente, las personas que trabajan en una obra con exposición al amianto utilizan EPI apropiados, pero el peligro entonces radica en las personas que se encuentran en las inmediaciones de manera permanente y sin protección (por ejemplo, puestos de trabajo de una oficina cercana). Como ya se ha mencionado, en Colombia, para los trabajos de demolición, modificación o mantenimiento de los materiales que contengan asbesto, se deben seguir las indicaciones de la Resolución 7 de 2011.

Otro contaminante de especial importancia es el radón, que es un gas altamente radiactivo. Los niveles de radón en los edificios dependen de las características de los materiales empleados en la fabricación de los elementos constructivos.

Hay algún punto cercano de recogida de basura. Las basuras pueden ser una fuente de olores, de microorganismos y un foco de vectores. Estos vectores, habitualmente insectos y roedores, pueden ser los responsables de la transmisión de los brotes de enfermedades a los trabajadores. La contaminación puede ser producida porque los vectores diseminan por contacto los microorganismos que transportan en su cuerpo, o bien lo hacen a través de las deyecciones que generan. Esto puede provocar problemas de salud, especialmente de alergias. Por ello, es



importante que se lleven a cabo planes adecuados de gestión de residuos y de fumigación para el control de roedores e insectos y de desinfección.

La falta de limpieza puede dar lugar a molestias derivadas por malos olores o a procesos alérgicos. Por ello el mantenimiento y la limpieza de las áreas exteriores de almacenamiento de basuras es esencial para evitar muchos problemas relacionados con la calidad del aire interior. Para que el proceso de limpieza sea efectivo y no interfiera en la calidad del aire interior, deberían establecerse unos procedimientos de buenas prácticas para evitar la difusión en el aire de malos olores.

Existe algún depósito de combustible. Un depósito de combustible puede ser una fuente de COV. Las quejas de los trabajadores pueden proceder de la existencia del propio depósito o de las operaciones de carga, descarga o limpieza.

Es recomendable que las operaciones de carga, descarga o limpieza del depósito de combustible se realicen fuera del horario laboral y ventilando adecuadamente el área si el depósito se encuentra en el interior del edificio.

En la NTC 2801, sobre mercancías peligrosas clase 3 (líquidos inflamables), se determinan las condiciones de almacenamiento de combustibles, entre ellas la necesidad de ventilación con el fin de evacuar los gases o acumulación de vapores (ICONTEC, 2005).

A.1.2.2.2 En el interior del edificio y cerca de la zona de estudio: En el interior del edificio también pueden existir zonas de actividades complementarias donde los contaminantes pueden incorporarse al puesto de trabajo y originar un problema para la calidad del aire interior.



Se están realizando actividades de reforma: Un porcentaje importante de las quejas, relacionadas con la baja calidad del aire interior y con los olores, está correlacionado con nuevas edificaciones o con el uso de materiales de construcción debido a reformas. Generalmente, las concentraciones de COV vinculadas a los materiales de construcción disminuyen de forma relevante con el tiempo transcurrido desde la realización y/o reforma de los edificios.

Al igual que ocurría con los trabajos exteriores de demolición o construcción, las actividades de reforma dentro del edificio pueden dar lugar a la aparición de sustancias perjudiciales para la salud de las personas que trabajan en áreas colindantes. Las zonas donde se estén realizando las obras de reforma, deberían delimitarse, prohibiendo el paso a toda persona ajena a las mismas. Además, debería evitarse que los posibles contaminantes de cualquier origen (productos químicos, materiales de construcción, etc.) lleguen a las zonas ocupadas por los trabajadores.

Hay algún punto cercano de recogida de basura: Las basuras pueden ser una fuente de olores, de microorganismos y un foco de vectores como se ha indicado anteriormente.

Se realiza alguna actividad diferente a la actividad principal (cocina, cafetería, imprenta, laboratorios, etc.): La presencia de este tipo de actividades en la proximidad del área o zona objeto de estudio puede ser una fuente de contaminantes, olores, ruidos y vibraciones que pueden llegar a afectar la calidad del aire interior. Por ejemplo: olores procedentes de las cafeterías, emisión de ozono, ruido o vibraciones de los equipos de la imprenta, COV y otras sustancias químicas empleadas en los laboratorios, etc.

A.1.2.2.3 En el mismo puesto de trabajo:

Hay alguna fotocopiadora, impresora láser o sistema de desinfección del aire que genere ozono (ozonificadores): El uso frecuente y de forma continuada de máquinas fotocopiadoras, impresoras láser, lámparas de descarga de altas frecuencias, lámparas ultravioletas y descargas de arco eléctrico en las áreas de trabajo son fuentes generadoras de ozono. El ozono se produce por la acción de una descarga eléctrica sobre el oxígeno presente en la atmosfera. La utilización de ozonificadores para desodorizar y desinfectar el aire es también otra fuente de generación.

El ozono es un gas inestable, se descompone rápidamente. En las condiciones normales de una oficina el periodo de vida media para el ozono es de tres horas aproximadamente. El ozono es un gas altamente oxidante, por lo que provoca irritación de las vías respiratorias y las mucosas oculares. Penetra principalmente por vía respiratoria y sus efectos dependerán de su concentración en el aire respirado por los trabajadores. Muchos de los síntomas no se manifiestan inmediatamente después de la exposición, sino que pueden pasar horas hasta que aparecen y se ven agravados si durante la exposición se ha estado efectuando un esfuerzo físico.

La concentración de ozono que puede estar presente en una oficina próxima a las fotocopiadoras e impresoras va a depender de varios factores: de los propios equipos, del número de los mismos y del ritmo de utilización, de las condiciones de ventilación y de la temperatura y humedad relativa. Los estudios muestran que estos equipos, en condiciones normales de utilización y ubicados en locales con una ventilación adecuada, originan unas concentraciones de ozono que se sitúan en torno a los 0,006 y 0,04 ppm, obteniéndose un valor de 0,12 ppm a una distancia de 1 m de la máquina.



Por lo tanto, en condiciones normales de utilización, la concentración de ozono medida alrededor de las fotocopiadoras e impresoras láser no parecen ser suficientes para provocar síntomas graves, simplemente provocarían irritación de las vías respiratorias. En la medida de lo posible, debería evitarse la colocación de máquinas fotocopiadoras o impresoras que se utilicen muy frecuentemente cerca de puestos de trabajo, no sólo por la generación de ozono sino también por el ruido que producen.

Los valores límite permisibles de exposición ocupacional, tanto para el ozono como otras sustancias químicas, que se utilizan en Colombia son los establecidos por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales, según la Resolución 2400 de 1979.

Se observan humedades en las paredes o techos: Las humedades en paredes o techos constituyen un indicio de posibles fugas en el suministro de agua potable o residual, o bien en las tuberías que forman parte del sistema de climatización. También se pueden observar humedades remanentes ocasionadas por filtraciones de agua de lluvia o aguas subterráneas. Estas humedades pueden dar lugar a la proliferación microbiana, especialmente mohos, que son fundamentalmente hongos microscópicos que se desarrollan muy bien en ambientes cálidos y húmedos, y que son capaces de producir toxinas (micotoxinas), algunas de las cuales pueden afectar al ser humano. Además, pueden desprender olores debido a la producción de compuestos orgánicos volátiles microbianos (COVM), olor a moho desagradable.

Los mohos se reproducen por medio de pequeñas esporas que se transportan continuamente en el aire libre así como en interiores. Cuando las esporas se depositan en una superficie húmeda comienzan a crecer y a alimentarse de la superficie a la que están adheridas.



Hay mohos que crecen en madera, papel, tejidos (alfombras, cortinas) y comida. Estos crecen cuando se acumula la humedad o exceso de agua dentro de los edificios, aunque algunos pueden crecer también en ambientes con un menor grado de humedad. Los géneros más comunes de mohos de interiores son *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Aspergillus* y *Mucor*.

La exposición de los trabajadores a mohos puede causarles síntomas como dolor de cabeza, congestión nasal o irritación de los ojos. Otras personas que tienen graves alergias a los mohos pueden experimentar reacciones más severas. Algunas reacciones severas pueden incluir fiebre y dificultad para respirar. Las personas con enfermedades crónicas, como enfermedad obstructiva de los pulmones, pueden presentar infecciones de moho en los pulmones. Los mohos que se desarrollan en las humedades pueden producir efectos adversos para la salud, especialmente por vía dérmica y respiratoria. Por ello se recomienda utilizar pinturas anti-fúngicas si hay zonas con tendencia a presentar humedad.

En cuanto a las micotoxinas que producen algunos hongos, se diferencian dos tipos: las aflatoxinas (producidas por especies de *Aspergillus* y *Penicillium* y con efectos tóxicos y cancerígenos, principalmente por ingestión), y los tricotecenos (asociados a diversos mohos, pudiendo destacar el moho negro *Stachybotrys chartarum*, asociado al síndrome de fatiga crónica o encefalopatía miálgica). Si bien no constituyen un riesgo importante en ambientes interiores, se han descrito algunas intoxicaciones en viviendas, hospitales, colegios u oficinas por exposición a polvo de micotoxinas.

Se perciben olores molestos o desagradables. ¿De qué tipo?: Los efectos de tipo sensorial, tales como olores o irritación, suelen ser fuente de numerosos problemas en los

ambientes laborales. En un edificio, el aire contiene cientos de compuestos químicos a concentraciones muy bajas, por lo que intentar su identificación y control es imposible. Además, cuando ocurre un problema de aire cargado, irritante, molesto o de mal olor, no existe, en general, un único responsable sino que se trata de un efecto combinado, por lo que se tiende a considerar a los olores en un interior como una clase única de contaminantes.

En la práctica se pide que el aire que se respira, además de no representar ningún peligro para la salud, resulte fresco y agradable, cualidades estas últimas que están directamente relacionadas con la presencia de compuestos con olor.

Los olores pueden provenir tanto del exterior (humos de automóviles, alcantarillado, etc.) como del interior (cocinas, humedades, mohos, pinturas, barnices, etc.), y los efectos adversos que se relacionan con ellos son muy variados: náuseas, vómitos, dolor de cabeza, hipersensibilidad, estrés, etc. Muchos compuestos químicos tienen olores y cualidades irritantes a concentraciones que no son peligrosas para los ocupantes de un edificio, pero que pueden ser percibidos por un gran número de personas para las que pueden resultar molestos.

Se observa falta de limpieza (polvo, recogida de basuras, etc.): La falta de limpieza puede dar lugar a molestias derivadas de malos olores o a procesos alérgicos derivados de la presencia de polvo en el ambiente. Por ello el mantenimiento de la limpieza en los lugares de trabajo es esencial para evitar muchos problemas relacionados con la calidad del aire interior. Para que el proceso de limpieza sea efectivo y no interfiera en la calidad del aire interior de un lugar de trabajo, deberían establecerse unos procedimientos de buenas prácticas para evitar la difusión en el aire de partículas en suspensión o de COV.



Hay algún punto donde se acumulen grandes cantidades de papel: La acumulación de libros, documentos escritos, legajos, etc. es un foco de acumulación de polvo. Es bastante habitual que, aun en situaciones donde se lleva a cabo una limpieza de las zonas, la zona concreta donde se acumula papel no se suele limpiar. Esto puede provocar una acumulación de polvo y ácaros durante años.

Hay algún indicio que refleje un mal mantenimiento (paredes, suelos, mobiliario): Cualquier lugar de una oficina que se encuentre en mal estado puede ser sospechoso de originar algún tipo de problema relacionado con la calidad del aire interior, por lo que es recomendable tomar nota de los desperfectos que se observen en el lugar de trabajo y siempre que sea posible repararlos, ya que además muchos de ellos pueden dar lugar a otro tipo de riesgos como caídas, cortes, etc.

A.1.2.2.4 Existe alguno de los siguientes materiales en el mobiliario, paredes, techo o suelos: alfombra, madera, papel o mármol. Los materiales de construcción (pinturas, adhesivos, placas de techo, recubrimientos de suelos), muebles y decoración de un edificio pueden emitir COV. En función de las características físicas del material y del modo de aplicación, es posible diferenciar entre emisiones procedentes de productos húmedos (pinturas, disolventes, barnices, masillas, etc.), de productos secos (madera, textiles, recubrimientos para suelos, etc.), de materiales captadores (madera, papel, textiles) y de productos de mantenimiento del edificio (materiales de conservación, productos de limpieza). Los productos emitidos por los diferentes materiales dependerán de su composición química así como del tipo de compuestos empleados en su tratamiento.



Las velocidades de emisión de COV aumentan al aumentar la temperatura, dado que aumenta su presión de evaporación y estas velocidades suelen disminuir con el tiempo, al reducirse también la concentración de compuestos volátiles en las fuentes que los emiten. Las alfombras, sobre todo, los pegamentos y colas utilizados para pegarlas al suelo emiten COV, cuyos niveles deben minimizarse. Para conseguirlo es bueno tener las alfombras guardadas en un almacén durante las semanas previas a la instalación, además de usar pegamentos y colas no tóxicas y con bajos niveles de emisión de volátiles. Al margen de lo anterior, lo que sí es evidente es que las alfombras son almacenes de partículas y otros contaminantes frecuentes como ácaros. Por otro lado, dependiendo de la composición de la alfombra, se podrían favorecer más o menos los fenómenos de electricidad estática, que está muy relacionada con la patología de lipoatrofia semicircular.

Los muebles de madera son frecuentes en las oficinas. El principal problema radica en que, en general, la madera, ya sea para su protección o por motivos decorativos, se suele tratar con algún revestimiento (tintes, barnices, etc.), además de las resinas, adhesivos y colas utilizados, que son potenciales emisores de COV. Lo mismo suele ocurrir cuando se forran las paredes con papeles pintados, ya que el uso de tintas y disolventes de impresión así como las resinas, las colas, los plastificantes y los productos de acabado pueden dar lugar a la emisión al aire de COV. No obstante, cada vez se emplean más los colorantes orgánicos en lugar de pigmentos inorgánicos y las tintas con base acuosa en vez de tintas con disolventes.

Las actividades de pulido de suelos de materiales pétreos como, por ejemplo, el mármol, el granito, etc., pueden producir, entre otros compuestos, el nitrobenceno, que forma parte de la familia



de los COV. El nitrobenceno puede causar una amplia variedad de efectos perjudiciales en la salud de las personas expuestas. Una pequeña cantidad de nitrobenceno puede causar una leve irritación si entra en contacto directo con la piel o con los ojos. Las exposiciones repetidas a concentraciones altas de nitrobenceno pueden causar una enfermedad hematológica denominada metahemoglobinemia. Esta afección disminuye la capacidad de la sangre de transportar oxígeno.

Asimismo, los compuestos utilizados en el pulido de suelos pueden producir olores desagradables. Estas tareas también pueden ser una fuente de ruido. Es importante conocer el horario de esta actividad, pues como medida preventiva se podría considerar el realizar dicha actividad en un horario sin ocupación del edificio para reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos.

A.1.2.2.5 El mobiliario es:

De reciente adquisición: Como ya se ha mencionado, los muebles nuevos tienen más tendencia a desprender COV. Aunque, a medida que pasa el tiempo, esta emisión va disminuyendo, en algunos casos puede durar meses o años, por lo que se recomienda ventilar muy bien los locales en los que se instalen muebles nuevos para evitar efectos nocivos para los trabajadores.

Metálico o con partes metálicas: La utilización de mesas con estructura metálica y borde delgado y angular se ha relacionado, entre otros factores, con la posible aparición en trabajadores de oficina de la lipoatrofia semicircular. No obstante, y aunque aún no se conoce bien la etiología, la presencia de muebles con elementos metálicos, que puedan actuar como conductores de la electricidad estática (los objetos metálicos tienen la facultad de acumular electrones en las partes



extremas o periféricas de las patas metálicas de la mesa, cajoneras, soportes, estanterías metálicas, etc.), constituye uno de los factores de riesgo que hasta ahora se creen relacionados con esta patología.

Otros de los factores de riesgo relacionados con la aparición de lipoatrofia semicircular son: elevada carga de electricidad estática (por ejemplo, en algunas alfombras), baja humedad ambiental, malos hábitos posturales de trabajo, etc.

A.1.2.3 Ventilación/Climatización. La ventilación juega un papel fundamental a la hora de garantizar un aire saludable en los lugares de trabajo. El objetivo de la ventilación no es otro que reducir los niveles de contaminación existentes en un local mediante el aporte de aire limpio, libre del contaminante que se pretende controlar, y en cantidad suficiente para que la concentración se mantenga en niveles constantes y aceptables. Esta ventilación puede ser natural (a través de ventanas), forzada mecánicamente o combinada.

En los casos en los que exista ventilación mecánica, combinada o no, se debe garantizar una renovación apropiada del aire en todo el recinto, siendo imprescindible la correcta colocación de los difusores de aire limpio y de los retornos de aire viciado, que deben situarse de tal manera que permitan un recorrido completo del aire que sale de los difusores antes de ser extraído en los retornos, sin que incida de manera directa sobre ningún trabajador.

Un recinto con alta ocupación deberá tener un sistema de ventilación con una tasa de renovación elevada, para satisfacer los requisitos mínimos de la calidad del aire interior. Sin embargo, en numerosas ocasiones esta circunstancia constituye el origen de los problemas de calidad ambiental en interiores, ya que se tiende a colocar varios puestos de trabajo en un mismo



recinto sin estudiar previamente la capacidad de renovación del aire del sistema de ventilación del mismo.

Una de las medidas correctoras más eficaces es mantener el edificio con una presión atmosférica ligeramente superior a la exterior para así minimizar la entrada de aire contaminado procedente del exterior. La ventilación nocturna, usando principalmente el aire externo como aire fresco para «refrescar» el edificio puede ser una medida muy sencilla para mejorar la calidad del aire interior, si durante la noche, se comprueba que disminuye el tránsito de vehículos en los alrededores del edificio, así como la actividad de las obras circundantes, etc.

Como se mencionó en apartados anteriores, en Colombia, con la Resolución 2400 de 1979, se dictan algunas disposiciones sobre la ventilación general y la cantidad de aire a suministrar en establecimientos de trabajo, dependiendo del tipo de ocupación y el área del piso. Para el caso de Bogotá, la ventilación mecánica en los edificios se encuentra regulada por el Código de Construcción del Distrito Capital en el capítulo D.5 (Acuerdo 20 de 1995).

A.1.2.3.1 Los difusores y retornos, ¿se encuentran correctamente situados, de manera que el aire limpio recorre todo el recinto antes de ser extraído? Los difusores por los que entra el aire limpio y/o refrigerado a un local deben situarse de tal manera que dicho aire recorra todo el local antes de alcanzar las rejillas de retorno.

Lo normal es que los difusores se encuentren en un lado del local en la parte superior y los retornos en el otro lado en la parte inferior, asegurando así el paso del aire de un lado a otro del recinto y de arriba a abajo. No obstante, existen diversas maneras de colocación de estos elementos según la distribución del local, pero lo que realmente es importante es que garantice la



efectividad de la ventilación y/o climatización del mismo y no deje espacios sin ventilar donde pueda acumularse el aire viciado.

A.1.2.3.2 El ambiente se percibe como:

Seco/Excesivamente húmedo: La humedad relativa se expresa como la proporción de la cantidad de vapor de agua presente en el aire en relación con la cantidad que lo saturaría a una temperatura dada. Por ejemplo: una humedad relativa del 70% quiere decir que, de la totalidad de vapor de agua (el 100%) que podría contener el aire a esta temperatura, solo tiene el 70%.

En la Resolución 2400 de 1979 se establece que la temperatura y el grado de humedad del ambiente en los locales cerrados de trabajo, será mantenido, siempre que lo permita la índole de la actividad, entre los límites tales que no resulte desagradable o perjudicial para la salud. También dice que los trabajadores deberán estar protegidos por medios naturales o artificiales de las corrientes de aire, de los cambios bruscos de temperatura, de la humedad o sequedad excesiva y que se tomarán las medidas adecuadas para controlar en los lugares de trabajo las condiciones de temperatura ambiente, incluyendo el calor transmitido por radiación y convección conducción, la humedad relativa y el movimiento del aire de manera de prevenir sus efectos adversos sobre el organismo, y sobre la eficiencia de los trabajadores.

La mayoría de los autores recomiendan que la humedad relativa se encuentre entre el 40% y el 60%, ya que, si se sobrepasa el 70%, se crean ambientes bochornosos. Por otra parte, humedades relativas inferiores al 30% pueden provocar alteraciones en las mucosas y vías respiratorias.

Una humedad relativa muy elevada limita la evaporación del sudor, sobre todo si coinciden temperaturas elevadas con poca velocidad de aire o actividades que implican una actividad física intensa, creando una sensación incómoda que conviene compensar con los otros factores que intervienen en la percepción térmica. Además, los valores altos de humedad relativa favorecen la proliferación del crecimiento de bacterias, levaduras y mohos. Por otra parte, uno de los factores que parecen influir en la aparición de casos de lipoatrofia semicircular es una humedad relativa baja. Se aconseja, en la medida de lo posible, que la humedad relativa se mantenga en unos niveles elevados, normalmente por encima del 50%, para así disminuir la electricidad estática del ambiente.

En la legislación colombiana no están establecidos valores de referencia para la humedad relativa que se deban cumplir, sin embargo, Piñeda y Montes (2014) proporcionan unos valores de referencia de temperatura y humedad relativa para el confort térmico de los trabajadores de oficinas, basados en normatividad internacional: la temperatura debe estar comprendida entre 17°C y 27°C, en donde se realicen trabajos ligero estará comprendida entre 14°C y 25°C; la humedad relativa estará comprendida entre el 30% y el 70%, excepto en donde existan riesgos por electricidad estática, en los que el límite inferior será el 50%.

A.1.2.3.3 ¿El sistema de ventilación/climatización es adecuado en cuanto a diseño y dimensionamiento? En primer lugar el sistema deberá tener en cuenta el aire exterior, el tipo de contaminación que existe en función de las actividades colindantes, industrias, tráfico, etc. Esto determinará las características del sistema de depuración del aire de entrada.



El objetivo de un adecuado diseño y dimensionamiento es que los ocupantes del edificio reciban un aire limpio y con la temperatura y humedad necesarias para el desarrollo de su actividad.

El grado de renovación de dicho aire se debe ajustar a lo ya indicado anteriormente (Resolución 2400 de 1979 y Acuerdo 20 de 1995) y el sistema deberá cumplir con las recomendaciones establecidas para la temperatura y la humedad relativa.

A.1.2.3.4 ¿Están limpias las salidas de aire? Una inadecuada limpieza o mantenimiento en la instalación puede dar lugar a la acumulación de polvo, suciedad y microorganismos. Si se observa que las salidas de aire se encuentran sucias, posiblemente exista una falta de mantenimiento y limpieza en la instalación de ventilación/climatización.

A.1.2.3.5 ¿Se puede regular el sistema de ventilación/climatización? Independientemente de si el sistema es general o autónomo en el área, es interesante que se pueda regular, de manera que los trabajadores puedan ajustar la temperatura en función de sus necesidades.

A.1.2.4 Ruido y Vibraciones. Los niveles de ruido registrados en ambientes interiores donde se realizan actividades propias de oficina suelen ser inferiores a los niveles descritos en la legislación como valores límites permisibles para exposición ocupacional al ruido (Resolución 1792 de 1990).

No obstante, muy a menudo los trabajadores de oficina están expuestos a niveles de ruido que pueden producir molestias, afectar a su rendimiento disminuyendo la concentración e incluso, en ocasiones, originar problemas de salud (alteración de los ritmos respiratorio y cardiaco, alteraciones hormonales, etc.).



Es fundamental conocer las fuentes que originan los ruidos molestos (tráfico exterior, tráfico aéreo, equipos de trabajo cercanos, etc.) e implantar las medidas más oportunas en cada ocasión (aislantes acústicos, apantallamiento de fuentes sonoras, reubicación de los puestos de trabajo o de los equipos de trabajo, etc.). En ocasiones es difícil establecer una serie de medidas técnicas, pues el foco emisor son las propias personas, conversaciones, llamadas telefónicas, etc.

Las vibraciones también pueden ser un contaminante molesto al tener la peculiaridad de que el umbral de sensibilidad está muy próximo al de molestia.

A.1.2.4.1 Es molesto el ruido procedente de:

Exterior (tráfico, obras, etc.): El ruido puede proceder del exterior, originado por el tráfico, recogida de basuras, peatones, ruido de sirenas, obras que se realizan en las inmediaciones del lugar de trabajo, tráfico aéreo, etc.

Personas de alrededor (conversaciones, etc.): También habrá que tener en cuenta el ruido que se genera en el propio lugar de trabajo debido a las conversaciones telefónicas o entre compañeros, o debido a la propia tarea cuando se trata de puestos con atención al público. Las molestias por ruido de personas, conversaciones y teléfonos, fundamentalmente, suele ser superior en aquellas oficinas abiertas o con un nivel de ocupación alto. También áreas de trabajo próximas a salas de reuniones, cafeterías, etc., que se encuentren mal aisladas, pueden ser un foco de emisión el ruido procedente de las personas.

Equipos cercanos (fotocopiadoras, impresoras, ordenadores, etc.): En otras ocasiones el ruido es causado por los equipos cercanos al puesto de trabajo, tales como impresoras,



fotocopiadoras o teléfonos. El diseño de los lugares de trabajo y la adecuada ubicación de estos equipos, necesarios pero emisores de ruido, es fundamental para garantizar el bienestar de los trabajadores. Es importante que se observe el entorno próximo a los puestos de trabajo, preferiblemente en el horario de mayor concurrencia, pues será entonces cuando se pueda comprobar con mayor fiabilidad el grado de molestia que pueden sufrir los trabajadores al estar expuestos a este tipo de equipos.

Sistema de ventilación/climatización: En algunos casos el sistema de ventilación y/o climatización genera ruido molesto debido a un mantenimiento inadecuado de la instalación.

A.1.2.4.2 ¿Hay alguna instalación que pueda transmitir vibraciones a través de las estructuras del edificio? Las vibraciones es uno de los aspectos menos estudiados en los entornos de trabajo. Es un contaminante que se puede transmitir a través de la estructura del edificio procedente de los equipos de aire acondicionado, motores de los ascensores, puertas automáticas de los garajes, etc.

En ocasiones algunas instalaciones están generando una serie de vibraciones y estas se pueden transmitir por el edificio a una zona determinada. Un posible ejemplo de esto son los equipos de aire acondicionado situados en las azoteas de los edificios. Estos, si no disponen de una adecuada sujeción y mantenimiento, pueden producir vibraciones y/o ruido.

Si se detectase algún equipo ruidoso o que vibrase durante su funcionamiento, se deberán tener en cuenta técnicas o sistemas que garanticen la atenuación de ruidos y vibraciones, tales como atenuadores acústicos, soportes anti-vibratorios, uniones flexibles de conductos, etc.



A.1.3 Ficha 3. Aspectos relacionados con el trabajador.

En esta fase es fundamental recoger la opinión de los trabajadores, pues adquiere gran importancia la percepción individual sobre estos factores ambientales de riesgo y analizar aquellos puestos de trabajo que presenten un mayor número de quejas y/o problemas.

Una vez diligenciada la ficha 3, se podrá dar por finalizada la recogida de datos y ya se podrá tener una visión global completa de la situación de la calidad del aire interior en la oficina o edificio objeto del estudio. En la tabla 5 se muestra la ficha 3 del cuestionario sobre los factores relacionados con el trabajador.

Tabla 5. *Ficha 3: Factores relacionados con el trabajador.*

| <i>VENTILACIÓN/CLIMATIZACIÓN</i> | |
|---|---|
| ¿Las salidas de aire inciden directamente sobre el trabajador? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| ¿La temperatura se percibe como confortable? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| Observaciones | |
| <hr/> | |
| <hr/> | |
| <hr/> | |
| <i>RUIDO Y VIBRACIONES AMBIENTALES</i> | |
| ¿Se percibe ruido en el puesto de trabajo procedente del exterior, de personas alrededor, de equipos cercanos o del sistema de ventilación/climatización? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| ¿El trabajo realizado requiere atención al público? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| ¿El trabajo realizado requiere alto grado de concentración? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| ¿Se perciben vibraciones en el puesto de trabajo? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| Observaciones | |
| <hr/> | |
| <hr/> | |
| <hr/> | |
| <hr/> | |



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios
Educación de calidad al alcance de todos

ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación existente es

- Iluminación natural
- Iluminación general
- Iluminación artificial
- Iluminación localizada

En caso de existir ventanas, ¿los puestos están situados perpendicularmente a estas?

- Si
- No

¿El nivel de iluminación es suficiente para el tipo de tarea desarrollada?

- Si
- No

¿Existen diferencias de iluminación?

- Dentro de la zona de trabajo
- Entre la zona de trabajo y el resto del entorno visible

¿Existe deslumbramiento directo dentro del campo visual del trabajador debido a algunas de estas fuentes?

- Luminarias muy brillantes
- Ventanas situadas frente al trabajador
- Paredes o paneles demasiado luminosos
- Ausencia de uso del sistema de apantallamiento de luz solar (persianas, cortinas, etc.)

¿Se producen reflejos o brillos molestos?

- Si
- No

¿El sistema de iluminación produce parpadeos molestos?

- Si
- No

Observaciones

SINTOMATOLOGÍA ASOCIADA AL EDIFICIO

¿En el último mes, ha experimentado síntomas oculares que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Enrojecimiento
- Picazón
- Resequedad
- Lagrimeo
- Hinchazón
- Visión borrosa
- Otro _____

¿En el último mes, ha experimentado síntomas con la utilización de lentes de contacto que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Molestias
- Depósito / película
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado síntomas nasales que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Hemorragia nasal
- Congestión nasal

- Resequedad nasal
- Rinitis (goteo nasal)
- Estornudos seguidos (+ de 3)
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado síntomas de garganta que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Resequedad
- Picazón
- Dolor
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado trastornos respiratorios que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Dificultad para respirar
- Tos
- Dolor de pecho
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado síntomas bucales que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Sabores extraños
- Resequedad / sensación de sed
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado síntomas cutáneos que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Resequedad de piel
- Erupciones
- Escamas
- Picazón
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado trastornos digestivos que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Mala digestión
- Nauseas
- Vomito
- Diarrea
- Estreñimiento
- Dolor / pinchazos
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado síntomas dolorosos que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- De espalda
- Musculares
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado síntomas parecidos a la gripa que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Fiebre
- Escalofríos



- Debilidad
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado síntomas de tensión que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Ansiedad
- Irritabilidad
- Insomnio
- Agotamiento
- Depresión
- Sensación de pánico
- Otros _____

¿En el último mes, ha experimentado trastornos generales que considere relacionados con el edificio en el que trabaja?

- Apatía
- Debilidad
- Mareo
- Dificultad de concentración
- Dolor de cabeza
- Aletargamiento / falta de energía
- Menstruación irregular
- Otros _____

Observaciones

Fuente: Adaptado de INSHT (2015) y INSHT (1991).

A.1.3.1 Ventilación/Climatización.

A.1.3.1.1 ¿Las salidas de aire inciden directamente sobre algún trabajador? En la Resolución 2400 de 1979 se establece que los trabajadores deberán estar protegidos por medios naturales o artificiales de las corrientes de aire, de los cambios bruscos de temperatura, de la humedad o sequedad excesiva.

También que, la instalación de calefacción que se adopte no habrá de perjudicar al trabajador entre otras, por las corrientes de aire que pudieran producirse. Y concluye con que se tomarán las



medidas adecuadas para controlar en los lugares de trabajo las condiciones de temperatura ambiente, incluyendo entre otras, el movimiento del aire de manera de prevenir sus efectos adversos sobre el organismo, y sobre la eficiencia de los trabajadores.

Un ligero aumento en la velocidad del aire puede desencadenar una serie de quejas aunque la temperatura se mantenga dentro de los límites aceptables.

A.1.3.1.2 ¿La temperatura se percibe como comfortable? Un ambiente térmico inadecuado en el lugar de trabajo puede ocasionar problemas a las personas que lo ocupan. Este cuestionario es apto para ser aplicado en ambientes térmicos moderados, por lo que los efectos ocasionados por una temperatura inadecuada son leves, tales como escalofríos, pérdida de habilidad manual, o bien malestar por el calor o el frío.

Dichos efectos tienen un impacto en el bienestar de los trabajadores, provocando irritabilidad; incremento de la agresividad; de las distracciones; de los errores; etc. El confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. La sensación térmica que experimenta una persona está relacionada, principalmente, con el equilibrio térmico global de su cuerpo. Tal equilibrio depende fundamentalmente de la actividad física y de la vestimenta del individuo, así como de determinados parámetros ambientales: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad del aire.

En ambientes térmicos moderados, la humedad del aire tiene solo un impacto modesto sobre la sensación térmica. Se puede emplear una velocidad del aire más alta para compensar la



sensación de calor provocada por un incremento de temperatura. Para ello se abren las ventanas, se usan ventiladores, etc.

Por otra parte, la incomodidad térmica puede ser motivada por el calentamiento o enfriamiento local indeseado del cuerpo. Los factores de incomodidad local más comunes son la asimetría de temperatura radiante (superficies frías o calientes), las corrientes de aire (que provocan enfriamiento local del cuerpo debido al movimiento del aire), la diferencia vertical de la temperatura del aire (diferente temperatura del aire al nivel de los pies y de la cabeza) o incomodidad causada por la presencia de suelos fríos o calientes.

Las personas con actividad sedentaria son las más sensibles a la incomodidad local. El confort térmico está influido también por factores personales del propio trabajador, tales como: edad, sexo, constitución corporal, actividad, vestimenta, estado de salud, tiempo de permanencia, historial térmico, etc. A continuación profundizamos un poco más en algunos de estos aspectos:

Edad. Los mecanismos termorreguladores del organismo se hacen menos eficientes a medida que envejecemos. Las personas de mayor edad reducen su metabolismo, por lo que disminuye la producción de calor y de sudoración.

Sexo. Las mujeres tienen menos capacidad para adaptarse al ambiente térmico debido a que la temperatura de la piel, su capacidad evaporativa y su metabolismo son ligeramente inferiores a los del hombre.

Constitución corporal. Es conveniente resaltar que la producción de calor es proporcional al volumen del cuerpo, y la disipación de calor es proporcional a la superficie



corporal. Cuanto más corpulenta es una persona, su relación superficie-volumen disminuye, al mismo tiempo que disminuye la capacidad de disipar calor al ambiente. Por el contrario, una persona delgada tiene una mayor superficie expuesta en relación con su volumen, y la capacidad de disipación que tiene es mayor. Es por este motivo por lo que un individuo grueso/robusto en un ambiente cálido perderá menos calor con relación al calor que produce; al contrario ocurrirá en un ambiente frío donde el individuo delgado perderá más calor proporcionalmente y pasará más frío.

Vestimenta. También influye en la sensación térmica ya que ofrece un efecto aislante. Por una parte, aísla de las condiciones ambientales y por otra, evita las pérdidas de calor del cuerpo.

A.1.3.2 Ruidos y Vibraciones ambientales.

A.1.3.2.1 ¿Se percibe ruido en el puesto de trabajo procedente del exterior, personas alrededor, equipos cercanos o del sistema de ventilación/climatización? El origen del ruido puede ser muy dispar. Dependiendo de las características del edificio y del entorno, puede proceder del exterior o del interior del edificio.

El ruido podrá producirse de forma puntual o discontinua (uso de impresoras, teléfonos, etc.), o ser más frecuente o continuo (sistemas de ventilación/climatización). Si el ruido es discontinuo, puede ser difícil su identificación y es fundamental conocer la opinión de los trabajadores. Asimismo, hay que valorar que cada actividad tiene un grado u otro de tolerancia al ruido y la componente individual también es importante en este caso. Lo que a algunos



trabajadores puede no resultarles molesto a otros puede impedirles la concentración en su puesto de trabajo.

Los trabajadores que ocupan oficinas abiertas, de atención al público o en aquellas que se observe una acumulación de equipos, son más susceptibles de percibir un mayor nivel de ruido.

A.1.3.2.2 ¿El trabajo requiere atención al público? Cuando las tareas que se realizan en el lugar de trabajo implican atención al público, ya sea de forma directa o vía telefónica, se generan conversaciones. El ruido procedente de dichas conversaciones afecta al grado de concentración. De hecho, la conversación tiene un impacto más negativo en el rendimiento que el ruido de fondo, sobre todo cuando la conversación no está relacionada con el tipo de tarea que se realiza en el puesto de trabajo.

A.1.3.2.3 ¿El trabajo realizado requiere alto grado de concentración? Las tareas que se realizan en los puestos de oficina requieren, por regla general, unos elevados niveles de atención y concentración. En este sentido, la influencia de las condiciones ambientales del lugar de trabajo va a verse reflejada en una serie de efectos sobre el comportamiento de los trabajadores. En el marco laboral, las reacciones de comportamiento que más se han estudiado han sido los efectos sobre el rendimiento. Se produce también gran variabilidad en función de las características de las personas.

La disminución del rendimiento suele ser mayor después de la exposición al ruido que durante la misma. Se ha podido comprobar que el ruido afecta a la capacidad de comprensión, a la memoria y a la capacidad de leer. Es también evidente que el ruido provoca una disminución

de la atención y, por consiguiente, un deterioro en la realización de trabajos que requieren concentración, destreza o altos niveles de atención. Para continuar realizando su tarea, el trabajador debe esforzarse para aislarse del ruido ambiente molesto, lo que se traduce en definitiva en un mayor desgaste y fatiga mental.

A.1.3.2.4 ¿Se perciben vibraciones en la zona de estudio? Las vibraciones a las que se hace referencia son vibraciones de cuerpo completo. En este caso se ha observado que los límites de confort están muy próximos a los límites de detección de las vibraciones. Esto quiere decir que casi el hecho de percibir las vibraciones en un entorno como el de una oficina va a ser molesto y, por tanto, generar malestar. Es importante preguntar a los trabajadores si perciben vibraciones para intentar localizar su procedencia. Las vibraciones pueden llegar a producir fatiga visual (por ejemplo, si un trabajador está fijando la vista en una pantalla y esta vibra).

A.1.3.3 Iluminación. Como se ha indicado anteriormente, diferenciamos dos tipos de iluminación: la iluminación natural y la iluminación artificial. Los aspectos que se deben contemplar respecto a la iluminación en un lugar de trabajo son: el tipo de tarea que se realice, las características de los trabajadores, nivel de iluminación, uniformidad de la iluminación y el equilibrio de las luminancias en el campo de visión.

La iluminación artificial puede clasificarse en general y localizada. La general proporciona una iluminación uniforme sobre toda la superficie a iluminar, de modo que los puestos de trabajo puedan ser intercambiables en toda el área iluminada. La localizada consiste en una iluminación directa y precisa sobre una zona particular, en este caso, la superficie de



trabajo, consiguiéndose un alto nivel de iluminación y una percepción elevada de los elementos a destacar.

El principal problema es ajustar el nivel de iluminación a las exigencias visuales de la tarea, sin que existan diferencias entre los niveles de iluminación de la tarea con los del resto del entorno visible. Así mismo, deben evitarse los deslumbramientos, tanto directos (producidos directamente por una luminaria situada en el campo visual del observador) como indirectos (la reflexión que una luminaria produce sobre una superficie reflectante y que entra en el campo visual del trabajador).

A.1.3.3.1 El sistema de iluminación existente es:

Iluminación Natural y/o Artificial: Es deseable que en el puesto de trabajo exista iluminación natural procedente de ventanas o claraboyas. Las ventajas de la luz natural son varias: supone un ahorro energético, al ser la más económica, además, es la única que permite apreciar los colores de una manera más realista. Tiene también unos efectos psicológicos positivos, ya que permite un contacto permanente con el exterior. Por otra parte, produce menos cansancio a la vista, pues el ojo humano está adaptado al espectro que produce la luz solar.

A lo largo de la jornada de trabajo la luz natural es claramente insuficiente. Por lo tanto, es necesario suministrar iluminación artificial capaz de proporcionar el nivel de iluminación necesario para el desarrollo de los procesos visuales que deben acompañar las actividades laborales. La iluminación suministrada de modo artificial debe ser diseñada para las condiciones de luz más desfavorables, esto es: cuando hay ausencia completa de luz del día.



Existen diversos tipos de lámparas artificiales: lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes, lámparas de vapor de mercurio, lámparas de vapor de sodio y fuentes de luz especiales como los Light Emitting Diode (LED) o las lámparas de Xenón. Es importante elegir adecuadamente las fuentes de luz y sus luminarias, y además disponer su correcta distribución en el local/lugar de trabajo.

Las fuentes de luz que habitualmente se utilizan son los tubos fluorescentes de 36 o 58 W, que pueden proporcionar niveles de iluminación de 500 lux., aunque hay una tendencia a la sustitución de estas por LED. Las LED tienen una serie de ventajas como la rápida respuesta al encendido y apagado, la larga duración, su robustez mecánica, su reducido tamaño, su bajo calentamiento y el menor mantenimiento en general. Aunque este tipo de lámparas actualmente se encuentra en una fase de implantación y de mejora de la tecnología, pueden aparecer diferentes problemas como que la luz puede ser más fría que la procedente de fluorescentes y su precio es más caro.

Iluminación General y/o Localizada: En cuanto a los diferentes sistemas de alumbrado/iluminación se distingue entre iluminación general e iluminación localizada. En oficinas, habitualmente se encuentran sistemas de iluminación general complementada ocasionalmente con iluminación localizada.

El objetivo principal de un sistema de iluminación general es conseguir una iluminación uniforme, sobre toda la superficie a iluminar, con los niveles necesarios en función de la tarea a desarrollar dentro del local. Este tipo de sistema de alumbrado pretende garantizar un determinado nivel de iluminación homogéneo en todos los puestos que están situados en un



mismo plano en el local de trabajo. Estos sistemas están orientados a locales de trabajo donde el nivel de iluminación recomendado es el mismo para todos los puestos de trabajo.

La iluminación localizada consiste en situar una luminaria en el propio puesto de trabajo para conseguir un alto nivel de iluminación y una percepción muy notable de los elementos a destacar. El objetivo es suministrar la cantidad de luz necesaria para la tarea, complementando de esta manera la iluminación general. Así se obtiene el nivel de iluminación requerido para la tarea sin tener que modificar la instalación general. Este tipo de iluminación permite disponer, en un mismo puesto físico de trabajo, de diferentes niveles de iluminación y por tanto combinar diferentes tareas (por ejemplo, de lectura en papel y de escritura con ordenador). También permite que trabajadores con niveles de exigencia lumínica diferentes puedan emplazarse en la misma área de trabajo.

Sin embargo, habitualmente se sobredimensionan estos sistemas y produce un desequilibrio de luminancias muy molesto para el trabajador. Es muy importante que no haya demasiado contraste entre la iluminación localizada y la iluminación general, lo cual originaría problemas de adaptación visual y, consecuentemente, posibles molestias visuales y oculares. Un adecuado suplemento de luz localizada ayuda a resolver problemas de bajo nivel de iluminación en algún puesto de trabajo, pero este aporte de luz puede provocar un desequilibrio en el nivel de iluminación entre zonas de trabajo y los alrededores y también un desequilibrio de las luminancias en el campo de visión de los trabajadores.

En la Resolución 2400 de 1979 se establecen todos los requerimientos de iluminación que deben tener los lugares de trabajo.



A.1.3.3.2 En caso de existir ventanas, ¿los puestos están situados perpendicularmente a éstas? El puesto de trabajo, especialmente cuando se utilizan ordenadores, debe encontrarse perpendicular al plano de la ventana. No debe situarse un puesto con ordenador enfrentado a la ventana, pues podría producir reflejos y deslumbramientos directos. Tampoco se debe situar el puesto de espalda a las ventanas pues en este caso los deslumbramientos podrían ser indirectos y además producir sombras.

Esta es la norma general. Pero, cuando se analice una situación en la que la distribución de los puestos parece inadecuada, se deberán observar otras características como la orientación de las ventanas o si los cristales disponen de algún tratamiento. Lo importante es discriminar si se producen o no deslumbramientos de cualquier tipo debido a la inadecuada orientación espacial del puesto con respecto a las ventanas. Esta situación excepcional se deberá anotar en las observaciones.

A.1.3.3.3 ¿El nivel de iluminación es suficiente para el tipo de tarea desarrollada? El nivel de iluminación se define como la cantidad de flujo luminoso incidente por unidad de superficie del objeto iluminado. Se mide en lux. La cantidad de luz sobre el plano de trabajo determina la visibilidad y afecta la agudeza visual, la sensibilidad de contraste o capacidad de discriminar diferencias de brillo y color y la eficiencia de acomodación o eficiencia de enfoque sobre las tareas a diferentes distancias.

Cuanto mayor sea la cantidad de luz y hasta un cierto valor máximo, mejor será el rendimiento visual. El nivel de iluminación de un puesto de trabajo se adaptará a la tarea a



realizar y tendrá en cuenta la edad del trabajador así como las condiciones reales en que se debe realizar el trabajo.

En la Resolución 2400 de 1979 se determinan los niveles mínimos de intensidad de iluminación en función de las exigencias visuales de las zonas donde se ejecuten tareas. También, en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, RETILAP se establecen los niveles de iluminancia mínimos, máximos y medios, dependientes del tipo de recinto y actividad (Resolución 180540 de 2010).

El nivel inadecuado de iluminación es una de las causas más frecuentes de los problemas visuales, tales como la fatiga visual. En este sentido, el nivel de iluminación óptimo para una tarea determinada corresponde al que da como resultado un mayor rendimiento con una menor fatiga.

A.1.3.3.4 ¿Existen diferencias de iluminación?: Dentro de la zona de trabajo / Entre la zona de trabajo y el resto del entorno visible. La distribución de los niveles de iluminación se debe realizar de acuerdo con las indicaciones del RETILAP. Así mismo, con el fin de evitar las molestias debido a los cambios bruscos de luminancia, el RETILAP plantea una tabla de uniformidades y relación entre luminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea. La tabla aplica tanto para áreas adyacentes como para las áreas donde se desarrolla la tarea (Resolución 180540 de 2010).

A.1.3.3.5 ¿Existe deslumbramiento directo dentro del campo visual del trabajador debido a algunas de estas fuentes? El deslumbramiento directo se produce por fuentes de luz situadas en el campo visual, y especialmente las situadas cerca de la línea de visión. Estas fuentes de luz



pueden ser luminarias muy brillantes, paredes reflectantes o ventanas situadas frente al trabajador. El deslumbramiento daña la vista y produce fatiga visual.

El grado de deslumbramiento no depende solamente de las fuentes de luz que inciden en el campo visual, sino también de la propia tarea que se realice, que demandará más o menos nivel de iluminación. Es decir: cuanto mayor es la cantidad de luz en el campo visual, más efecto tendrá el deslumbramiento. Por tanto hay que llegar a un equilibrio para que no se produzca deslumbramientos por un nivel de iluminación muy elevado.

En el RETILAP, se entregan directrices para el control del deslumbramiento tanto por luminarias muy brillantes y presencia de ventanas y se dan indicaciones para el uso de apantallamiento (Resolución 180540 de 2010).

Luminarias muy brillantes: Las luminarias pueden producir deslumbramiento. Por tanto, se debe observar dónde están colocadas y si son muy brillantes. Se debe observar también si la luz incide directamente o indirectamente, siendo preferible a estos efectos la luz indirecta. Las luminarias suelen disponer de unos sistemas de apantallamiento para evitar este problema y en ocasiones se emplean bombillas o tubos fluorescentes translucidos de tal manera que la luz emite de una forma diferida (casi indirecta). El problema de esta solución es que el flujo luminoso es algo menor y, por tanto, esta pérdida llevará a un menor nivel de iluminación en la superficie de trabajo, aspecto que se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar las características de la luminaria.

Ventanas situadas frente al trabajador: Al igual que ocurre con la luz artificial, la luz natural puede producir reflejos y deslumbramientos. En este caso una ventana situada enfrente



del trabajador es muy probable que pueda producir deslumbramientos directos y con mucha seguridad vayan a ser perturbadores.

Paredes o paneles demasiado luminosos: En esta pregunta se intenta valorar si las superficies, y en especial las paredes, reflejan mucha luz, de tal manera que una pared o un panel que refleje la luz puede producir un deslumbramiento si esta llega al campo visual del trabajador. Si los paneles, e incluso las paredes, disponen de superficies brillantes, será un signo que haga sospechar un posible deslumbramiento por este motivo.

Ausencia de uso del sistema de apantallamiento de luz solar (persianas, cortinas, etc.): En ocasiones la presencia de un sistema que apantallamiento de la luz solar puede ser suficiente como medida preventiva para evitar un deslumbramiento directo o indirecto de dicha luz. No es sólo necesario que estén presentes estos sistemas, es necesario que, cuando se produzca el deslumbramiento, se empleen. Se debe observar que funcionan correctamente y que los trabajadores conocen su utilidad.

A.1.3.3.6 ¿Se producen reflejos o brillos molestos? Los reflejos son consecuencia de la reflexión que una luminaria produce sobre una superficie brillante o pulida (teclado, mobiliario, paredes), y que incide en el campo visual del trabajador. El efecto que producen los reflejos son los mismos que los provocados por el deslumbramiento directo. Estos se manifiestan principalmente en una pérdida de visión general, reducción en la definición y contraste de la imagen y fatiga psicológica. En uno de los apartados del RETILAP, se proporcionan las indicaciones para el control de los reflejos que pueden provocar deslumbramiento (Resolución 180540 de 2010).



A.1.3.3.7 ¿El sistema de iluminación produce parpadeos molestos? Por otra parte, en cuanto a los parpadeos de las fuentes de luz, hay que comentar que el flujo de luz emitido por todas las lámparas alimentadas con corriente alterna presenta una fluctuación periódica. Hoy en día, las luminarias disponen de unos sistemas que eliminan este efecto, no obstante, es un aspecto que se deberá comprobar.

En el caso de las tareas de oficina, se pueden producir parpadeos muy pronunciados cuando se utilizan fuentes de luz ya deterioradas. Los parpadeos provocan un aumento de la fatiga visual, sobre todo en el caso de tareas que requieren una atención elevada. En uno de los apartados del RETILAP se encuentran las recomendaciones para el control del parpadeo y de los efectos estroboscópicos (Resolución 180540 de 2010).

A.1.3.4 Sintomatología asociada al edificio. Finalmente, se presenta un apartado sobre la sintomatología que puedan estar presentando los trabajadores y que se encuentre directamente relacionada con el edificio. Por esta razón, se debe tener en cuenta solamente aquello que se considere relacionado con el edificio en el que se trabaja. Por ejemplo, si normalmente se sufre de unos cuantos resfriados al año no se han de marcar los síntomas correspondientes, pero si desde que se trabaja en el edificio, se ha observado que la frecuencia ha aumentado, entonces si se deben señalar.

La finalidad de este apartado es recoger la información necesaria sobre las quejas planteadas por los ocupantes del edificio, cuyo objetivo es la identificación de la sintomatología propia del Síndrome del Edificio Enfermo, buscando la definición precisa de las mismas, así



como su magnitud y distribución. El análisis de los datos así obtenidos permitirá decidir la estrategia de actuación posterior (INSHT, 1991).

Durante los años setenta, aparecieron algunas publicaciones que hacían referencia a una mayor incidencia de quejas por cefaleas, irritación de mucosas y sensación de fatiga entre trabajadores de grandes edificios de oficinas. Posteriormente, ya en la década de los ochenta, se observó que este problema era más frecuente en edificios herméticos y con sistemas centralizados de control de la ventilación/aire acondicionado. La incidencia real del problema es desconocida, pero la OMS estima que afecta al 30% de los edificios modernos y que causa molestias al 10-30% de sus ocupantes (INSHT, 1991).

Los síntomas que han sido comunicados en diferentes estudios sobre el tema y que conforman el síndrome del edificio enfermo, son principalmente: irritación de ojos, nariz y garganta, sequedad de piel y mucosas, eritema cutáneo, fatiga mental, somnolencia, cefaleas, vértigos, mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas, dificultad respiratoria, jadeo, sibilancias, cuadros de asma, disfonía, tos, alteraciones del gusto y del olfato, náuseas. Algunos de estos síntomas se comportan de forma característica, aumentando a lo largo de la jornada laboral y remitiendo o mejorando al abandonar el trabajo, desapareciendo incluso durante las vacaciones (INSHT, 1991).

De esta forma, con la aplicación de este apartado, se obtendrá con mayor o menor precisión, el diagnóstico de síntomas relacionados con el edificio por la prevalencia de síntomas en más del 20% de trabajadores (INSHT, 1991), y el tipo y la localización de las quejas, los cuales se encuentran directamente relacionados con la calidad del aire interior.



A.2 Fase 2: Toma de muestras

Una vez que se han identificado los factores de riesgo para la calidad del aire interior y su localización por medio del diligenciamiento del cuestionario de la fase 1, es posible realizar la toma de muestras para los agentes químicos y biológicos y las mediciones de los agentes físicos con el fin de determinar cuantitativamente su presencia, sus concentraciones o sus niveles, dependiendo del agente, en el edificio objeto de estudio.

A.2.1 Agentes químicos. Para la fase de toma de muestras de agentes químicos se recomienda seguir la Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional del Ministerio de la Protección Social (2011).

En esta guía, se recomienda que la determinación de la concentración de un contaminante químico se realice por medio de tomas de muestras representativas de la situación considerada; por lo anterior, es necesario contar con procedimientos claros, precisos y homologados que faciliten la actuación de manera unificada en relación con las evaluaciones en los ambientes contaminados. Los métodos más recomendados internacionalmente son los elaborados por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) y el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH).

Las muestras destinadas a medir la exposición de trabajadores, se deben hacer mediante procedimiento de muestreo personal y ambiente general; deberá tenerse la certeza de que estas reflejan con exactitud la exposición real del trabajador. De acuerdo a lo anterior, se señalan tres zonas para la recolección de muestras de los ambientes de trabajo; estas son: muestras personales



en donde el equipo de muestreo se fija directamente al trabajador, quien los debe llevar durante los períodos de trabajo y descanso; muestras de zona de respiración en donde el equipo de muestreo es mantenido por otra persona, quien debe situarlo cerca de la zona de respiración del trabajador (a 15 cm como máximo de la nariz) y se usa cuando el equipo no permite ubicarlo directamente en el trabajador; y ambiente general o muestreo por área en donde el equipo de muestreo se coloca en un sitio fijo del área del trabajo (Ministerio de la Protección Social, 2011).

Siguiendo la terminología comúnmente aceptada y propuesta por NIOSH para describir los diferentes tipos de muestras relacionadas con los valores límites permisibles de la ACGIH (Threshold Limit Values, TLV) ponderados para ocho horas de exposición y los TLV para valores techos con exposiciones de 15 minutos, las clases principales de muestreo que pueden efectuarse corresponden a: medición mediante muestra única de período completo en donde la muestra se toma durante toda la jornada de ocho horas (para sustancias con efectos en salud crónicos); medición durante muestras consecutivas de período completo la cual se realiza durante la mayor parte de la jornada de ocho horas, se obtienen varias muestras de duración igual o desigual (para sustancias con efectos en salud crónicos, tiene la ventaja que precisa el período de trabajo con mayor exposición); y medición durante muestras puntuales tomadas aleatoriamente con la cual se obtienen muestras muy breves (15 minutos) durante períodos de tiempo representativos, distribuidos a lo largo de la jornada de ocho horas (para sustancias con efectos agudos) (Ministerio de la Protección Social, 2011).

Los métodos para determinar la concentración de contaminantes químicos deben ser de gran sensibilidad y precisión. La OSHA ha propuesto que la seguridad de estos métodos alcance



un nivel de confianza del 95%; lo cual significa, garantizar que el 95% de las medidas obtenidas no difieran del verdadero valor en más o menos 20%, consiguiendo que estas sean tan seguras como el estándar requiera (Ministerio de la Protección Social, 2011).

Las metodologías de muestreo y analíticas para cada una de las diferentes sustancias químicas, presentadas por NIOSH y OSHA, se encuentran en los anexos 1 y 2, respectivamente de la Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional (Ministerio de la Protección Social, 2011).

A.2.2 Agentes físicos.

Para la medición de ruido en ambientes de trabajo, se recomienda seguir la NTC 4653 Acústica. Directrices para la medición de la exposición al ruido en ambientes de trabajo (ICONTEC, 1999).

En cuanto a las mediciones de iluminación, se puede utilizar la GTC 8 Electrotecnia. Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados (ICONTEC, 1994).

Para el caso de las vibraciones y las condiciones termohigrométricas: calor, frío y humedad, no se cuenta con referentes nacionales para su medición. En este caso, se recomienda el uso de las normas ISO. Para vibraciones ISO 2631, para calor ISO 7243 y 7923, para frío ISO 7730, 11079 y 15753 y para humedad ISO 7730, 7243 y 15753 (Ministerio de la Protección Social, 2011).

A.2.3 Agentes biológicos. Según la Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional (Ministerio de la Protección Social, 2011), es posible determinar la



presencia o no de agentes biológicos en el puesto de trabajo, si se conocen características propias del agente a identificar, tales como: (a) tipo de agente, bacteria, hongo, virus, etc.; (b) las posibles enfermedades que potencialmente puede producir; (c) los mecanismos de acción según la vía de entrada del microorganismo; (d) la capacidad de esporular; (e) conocer si la acción nociva para el trabajador, la produce el agente directamente o uno de sus productos, por ejemplo sus toxinas; (f) la sobrevivencia en condiciones adversas (latencia en el medio ambiente); (g) la capacidad del agente de adquirir resistencia a sustancias (persistencia); (h) la virulencia o capacidad infectante; (i) la frecuencia de conversión del trabajador sano post-exposición, tasa de seroconversión por ejemplo.

Si el microorganismo es generador de esporas, entonces se debe inducir la activación, germinación y crecimiento de las esporas, formas vegetativas o de resistencia. Para la identificación de un agente en áreas de trabajo, deben realizarse toma de muestras de aire y sobre superficies (Ministerio de la Protección Social, 2011).

Si se trata de agente productor de toxinas (endotoxinas), las que se conservan activas a pesar que el microorganismo esté muerto, estas son fácilmente recuperables sobre medios sólidos y líquidos, como el acetato de celulosa. Otra manera de evaluar la presencia del agente en el medio laboral, es a través de la comparación de los datos obtenidos en las muestras biológicas versus la condición de manejo del control del riesgo biológico en el área de trabajo (Ministerio de la Protección Social, 2011).

En la Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional (Ministerio de la Protección Social, 2011), también se especifican las formas de cálculo de la



presencia del agente biológico identificado, como razón global, razón del grupo del agente, proporción específica del tipo de agente y razón de variación del agente biológico.

A.3 Fase 3: Valoración de resultados

Los resultados obtenidos en la fase 2 de toma de muestras, deben compararse con un valor de referencia que indique si la calidad del aire interior es conforme o no. Los valores de referencia son los establecidos en las normativas vigentes y por lo tanto de obligado cumplimiento (Morales et al., 2010).

A.3.1 Agentes químicos. En el caso de Colombia, como se ha mencionado anteriormente, no existen valores de referencia establecidos propiamente en la normatividad nacional.

En la Resolución 2400 de 1979 se establece que los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias químicas en los establecimientos de trabajo son los establecidos por la ACGIH.

Como valores de referencia, en los ambientes de trabajo, en España son de aplicación los valores límites ambientales (VLA) adoptados como límites de exposición profesional (LEP) por el INSHT. Estos valores son del mismo tipo que los criterios técnicos tipo TLV de la ACGIH de Estados Unidos así como de otros valores límite establecidos en diferentes países. Todos ellos dirigidos a una población adulta en condiciones de trabajar y son válidos para unos tiempos de exposición concretos (INSHT, 2001).

En la tabla 6 se muestran los VLA (INSHT) para los agentes químicos presentes en los edificios, que se mencionaron a lo largo de la presente guía, y algunos TLV (ACGIH), con el fin

de que sean tomados como valores de referencia con los cuales comparar los resultados obtenidos en las fases anteriores.

Tabla 6. *Valores límites ambientales para agentes químicos al interior de edificios no industriales.*

| <i>Agente químico</i> | <i>INSHT</i> | | <i>ACGIH</i> | |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | <i>VLA-ED</i> | <i>VLA-EC</i> | <i>TLV-TWA</i> | <i>TLV-STEL</i> |
| Amoniaco | 20 ppm 14 mg/m ³ | 50 ppm 36 mg/m ³ | | |
| Asbesto* | 0,1 fibras/cm ³ | | | |
| Benceno* | 1 ppm 3,25 mg/m ³ | | | |
| Dióxido de azufre | 0,5 ppm 1,32 mg/m ³ | 1 ppm 2,64 mg/m ³ | 2 ppm 5,2 mg/m ³ | 5 ppm 13 mg/m ³ |
| Dióxido de nitrógeno | 3 ppm 5,7 mg/m ³ | 5 ppm 9,6 mg/m ³ | 3 ppm 5,6 mg/m ³ | 2 ppm 2,5 mg/m ³ |
| Fibras manufacturadas: fibras vítreas artificiales (fibras cerámicas refractarias, fibras para usos especiales, etc.)* | 0,5 fibras/cm ³ | | | |
| Fibras manufacturadas: fibras vítreas artificiales (fibra de vidrio, lana mineral, etc.) | 1 fibras/cm ³ | | | |
| Formaldehído* | | 0,3 ppm 0,37 mg/m ³ | | |
| Hidrocarburos alifáticos alcanos y sus mezclas, gases | 1000 ppm | | | |
| Monóxido de carbono | 25 ppm 29 mg/m ³ | | 50 ppm 55 mg/m ³ | 400 ppm 440 mg/m ³ |
| Nitrobenceno | 0,2 ppm 1 mg/m ³ | | | |
| Ozono | | | 0,1 ppm 0,2 mg/m ³ | |
| Ozono: trabajo moderado | 0,08 ppm 0,16 mg/m ³ | | | |
| Ozono: trabajo ligero | 0,1 ppm 0,2 mg/m ³ | | | |
| Ozono: trabajo pesado, moderado o ligero (≤ 2 horas) | 0,2 ppm 0,4 mg/m ³ | | | |



UNIMINUTO
ACGIH Universidad Minuto de Dios

| <i>Agente químico</i> | <i>INSHT</i> | | | |
|---|------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| | <i>VLA-ED</i> | <i>VLA-EC</i> | <i>TLV-TWA</i> | <i>TLV-STEL</i> |
| Partículas no especificadas fracción inhalable | 10 mg/m ³ | | | |
| Partículas no especificadas fracción respirable | 3 mg/m ³ | | | |
| Plomo | 0,15 mg/m ³ | | | |
| Tolueno | 50 ppm | 100 ppm | | |
| | 192 mg/m ³ | 384 mg/m ³ | | |
| Tricloroetileno* | 10 ppm | | | |
| | 55 mg/m ³ | | | |
| Xileno | 50 ppm | 100 ppm | | |
| | 221 mg/m ³ | 442 mg/m ³ | | |

Nota: * clasificados como agentes químicos cancerígenos y mutágenos por el INSHT.

Fuente: adaptada de INSHT (2016) y Morales et al. (2010).

Los VLA-ED corresponden a los valores de referencia para la exposición diaria y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud. Los VLA-EC son los valores de referencia para la exposición de corta duración; su valor no debe ser superado por ninguna exposición corta a lo largo de la jornada laboral (INSHT, 2016).

Los TLV-TWA corresponden al límite de exposición permisible media de tiempo ponderado (time weighted average) que se define como la concentración media de contaminante para una jornada de 8 horas diarias o 40 semanales, a la que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos. Se calcula la media de las exposiciones producidas en el tiempo. Los TLV-STEL corresponden al valor límite umbral de exposición de corta duración. (short term exposure level) que es el nivel de exposición a corto plazo en el que



los límites de exposición no deben durar más de 15 minutos, no deben repetirse más de cuatro veces por día y deben estar espaciados en el tiempo al menos una hora (Morales et al., 2010).

A.3.2 Agentes físicos. Para el caso específico del ruido, como se mencionó anteriormente, en Colombia se encuentra regulado por la Resolución 1792 de 1990.

En la tabla 7 se muestran los valores adoptados como valores límites permisibles para exposición ocupacional al ruido continuo e intermitente.

Tabla 7. *Valores límites permisibles para la exposición ocupacional a ruido.*

| <i>Tiempo de exposición</i> <i>horas</i> | <i>Nivel permisible</i> <i>dB</i> |
|---|--------------------------------------|
| 8 | 85 |
| 4 | 90 |
| 2 | 95 |
| 1 | 100 |
| 1/2 | 105 |
| 1/4 | 110 |
| 1/8 | 115 |

Fuente: Resolución 1792 de 1990.

En cuanto a la iluminación, en la sección 410.1 del RETILAP, se establecen los niveles de iluminancia que deben cumplirse en los lugares de trabajo. En la tabla 8 se muestran los niveles de luminancia mínimos, medios y máximos, por tipo de recinto y actividad, que se deben cumplir en edificios o sitios de trabajo no industriales.

Tabla 8. *Niveles de luminancia.*

| <i>Tipo de recinto y actividad</i> | <i>Niveles de iluminancia (lux)</i> | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------|
| | <i>Mínimo</i> | <i>Medio</i> | <i>Máximo</i> |
| Áreas generales en las edificaciones | | | |
| Áreas de circulación, corredores | 50 | 100 | 150 |
| Escaleras, escaleras mecánicas | 100 | 150 | 200 |
| Vestidores, baños | 100 | 150 | 200 |
| Almacenes, bodegas | 100 | 150 | 200 |



UNIMINUTO
 Universidad Minuto de Dios
 de Bogotá

| <i>Tipo de recinto y actividad</i> | <i>Niveles de iluminancia (lux)</i> | | |
|--|-------------------------------------|--------------|---------------|
| | <i>Mínimo</i> | <i>Medio</i> | <i>Máximo</i> |
| Fábricas de confecciones | | | |
| Costura | 500 | 750 | 1000 |
| Inspección | 750 | 1000 | 1500 |
| Prensado | 300 | 500 | 750 |
| Oficinas | | | |
| Oficinas de tipo general, mecanografía y computación | 300 | 500 | 750 |
| Oficinas abiertas | 500 | 750 | 1000 |
| Oficinas de dibujo | 500 | 750 | 1000 |
| Salas de conferencias | 300 | 500 | 750 |
| Centros de atención médica | | | |
| <i>Salas</i> | | | |
| Iluminación general | 50 | 100 | 150 |
| Examen | 200 | 300 | 500 |
| Lectura | 150 | 200 | 300 |
| Circulación nocturna | 3 | 5 | 10 |
| <i>Salas de examen</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Inspección local | 750 | 1000 | 1500 |
| <i>Terapia intensiva</i> | | | |
| Cabecera de la cama | 30 | 50 | 100 |
| Observación | 200 | 300 | 500 |
| Estación de enfermería | 200 | 300 | 500 |
| <i>Salas de operación</i> | | | |
| Iluminación general | 500 | 750 | 1000 |
| Iluminación local | 10000 | 30000 | 100000 |
| <i>Salas de autopsia</i> | | | |
| Iluminación general | 500 | 750 | 1000 |
| Iluminación local | 5000 | 10000 | 15000 |
| <i>Consultorios</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Iluminación local | 500 | 750 | 1000 |
| <i>Farmacia y laboratorios</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 400 | 750 |
| Iluminación local | 500 | 750 | 1000 |
| Almacenes | | | |
| <i>Iluminación general</i> | | | |
| En grandes centros comerciales | 500 | 750 | 1000 |
| Ubicados en cualquier parte | 300 | 500 | 750 |
| Supermercados | 500 | 750 | 1000 |



UNIMINUTO
 Universidad Minuto de Dios
 de Dios

| <i>Tipo de recinto y actividad</i> | <i>Niveles de iluminancia (lux)</i> | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------|
| | <i>Mínimo</i> | <i>Medio</i> | <i>Máximo</i> |
| Colegios y centros educativos | | | |
| <i>Salones de clase</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Tableros | 300 | 500 | 750 |
| Elaboración de planos | 500 | 750 | 1000 |
| <i>Salas de conferencias</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Tableros | 500 | 750 | 1000 |
| Bancos de demostración | 500 | 750 | 1000 |
| Laboratorios | 300 | 500 | 750 |
| Salas de arte | 300 | 500 | 750 |
| Talleres | 300 | 500 | 750 |
| Salas de asamblea | 150 | 200 | 300 |

Fuente: adaptado de Resolución 180540 de 2010.

Para el caso de la temperatura y la humedad, no existen referencias nacionales con las cuales comparar los resultados que se obtengas de las mediciones, sin embargo, como se mencionó previamente, Piñeda y Montes (2014) proporcionan unos valores de referencia de temperatura y humedad relativa para el confort térmico de los trabajadores de oficinas, basados en normatividad internacional: la temperatura debe estar comprendida entre 17°C y 27°C, en donde se realicen trabajos ligero estará comprendida entre 14°C y 25°C; la humedad relativa estará comprendida entre el 30% y el 70%, excepto en donde existan riesgos por electricidad estática, en los que el límite inferior será el 50%.

En cuanto a las vibraciones, también se ha mencionado anteriormente, que el nivel de percepción es por lo general el mismo en el que se genera molestia (INSHT, 2015), por lo tanto debe evitarse cualquier tipo de vibración en los edificios no industriales.

A.3.3 Agentes biológicos. En cuanto a los valores de referencia para agentes biológicos, ni la ACGIH ni el INSHT han establecido TLV o valores límites por varias razones: (a) los



microorganismos cultivables no constituyen una sola entidad, son mezclas complejas de diversa naturaleza; (b) la respuesta de la persona a los bio-aerosoles será muy diferente dependiendo del germen y de la susceptibilidad individual del trabajador; (c) no es posible tomar y evaluar todos los componentes de un bio-aerosol utilizando un solo método de muestreo; (d) la información disponible acerca de las concentraciones de bio-aerosoles cultivables y los efectos sobre la salud es insuficiente (Ministerio de la Protección Social, 2011).

Una vez finalizada la fase 3, se hacen necesarios el diseño y la implementación de las medidas de control para los factores identificados y valorados. Estas medidas dependen tanto de los factores que están afectando la calidad del aire anterior, como de las condiciones particulares del edificio y de cada puesto de trabajo en el que se realizará la intervención.