

Riesgos Laborales relacionados con el Medio Ambiente

Un proyecto de:



AEDHE

ASOCIACIÓN DE EMPRESARIOS DEL HENARES

Con la financiación de:



**FUNDACIÓN
PARA LA
PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES**

Diseño y maquetación

José Luis Domínguez Real
www.imagotipo.com

Impresión:

Artes Gráficas RM, S.L.
Avda. de Castilla, 42
28830 San Fernando de Henares
Madrid (España)

Riesgos Laborales relacionados con el Medio Ambiente

Un Proyecto de:



Con la financiación de:



Riesgos Laborales relacionados con el Medio Ambiente

Editado por: AEDHE (Asociación de Empresarios del Henares)
Noviembre de 2008

Un proyecto de: AEDHE (Asociación de Empresarios del Henares)
Avda. Juan Carlos I, 13
28806 Alcalá de Henares - Madrid (España)
www.aedhe.es

Con la financiación de: FUNPRL (Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales)
C/ Príncipe de Vergara, 108 - 6º
28002 Madrid (España)
www.funprl.es

Ejecución Técnica: CEO (Centro de Enseñanzas Ocupacionales, S.A.)
C/ San Diego, 15
28801 Alcalá de Henares - Madrid (España)
www.grupo-ceo.com

Equipo técnico: Nuria Peribáñez Álvarez
Myrna Hernández Rodríguez
M^a Trinidad Sánchez Rodríguez
M^a del Carmen Muñoz Mulero

Con la colaboración de: Olga Sánchez Fernández
Directora Asesoría Jurídica de AEDHE

Introducción

Desde la entrada en vigor de la Ley de Prevención, Ley 31/1995, el 10 de febrero de 1996, ha sido mucho lo avanzado tanto en la concienciación sobre la prevención como en la implantación de medidas preventivas.

Trece años más tarde es el momento de dar un salto cualitativo para evitar estancamientos y seguir profundizando en la prevención de los riesgos en el ámbito laboral. Este avance ha de producirse en dos direcciones. Se ha de avanzar en conocimiento sobre los riesgos, sobre las medidas preventivas y sobre la subsunción de la prevención por empresarios y trabajadores. Es decir, sobre la interiorización de la prevención en el trabajo. Y se ha de avanzar en la calidad de la gestión de la prevención. Ambas direcciones podrían agruparse en una sola: la mejora continua de la gestión integrada de la prevención. Este modelo supondría un avance importante.

Esta obra recoge los conocimientos precisos para la intervenir en prevención de los riesgos laborales químicos, físicos y biológicos y facilitar, con dichos conocimientos, la gestión en mejora continua de la prevención.

Se han recogido los conocimientos sobre estas materias pues son los riesgos que ocasionan daños más espectaculares, con

lesiones físicas graves o incluso la muerte. Primeramente hay que salvaguardar la vida y evitar los daños físicos en el trabajo. Con esta edición se quiere aportar una herramienta de trabajo para la prevención que sirva tanto para los empresarios como para los trabajadores y, sobretodo, para los responsables de la prevención. Dará respuesta a muchas de las inquietudes que venimos percibiendo en los Técnicos de Prevención de Riesgos de nuestras empresas.

En este texto se introduce, también, el medio ambiente. Pues los riesgos físicos, como el ruido, o los químicos y biológicos pueden afectar, también, al entorno donde están ubicadas las empresas. Por esto mismo se precisa la gestión integrada de prevención y medioambiente. Para la puesta en práctica eficaz, es conveniente que las organizaciones pongan a punto los medios y los mecanismos de apoyo necesarios para realizar su política ambiental así como los objetivos y metas que se hayan fijado.

AEDHE, en el Corredor del Henares, mantiene desde hace muchos años una serie de actuaciones sistematizadas dirigidas a este fin, con publicaciones, jornadas, cursos y diversas acciones encaminadas a estimular las políticas de prevención.

Mención singular merece la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales cuyo apoyo para la publicación de este libro no es sino una manifestación más de lo que viene haciendo desde antaño.

En la confianza de haber logrado aportar un excelente material de trabajo agradecemos su contribución cotidiana en tan importante misión y reiteramos nuestro agradecimiento a las Instituciones que han hecho posible la publicación que les ofrecemos.

Rafael Jiménez Rábago

Asociación de Empresarios del Henares

Alcalá de Henares, noviembre de 2008

1

**Naturaleza
de los
Riesgos
Ambientales
en el medio
laboral**

Naturaleza de los Riesgos Ambientales en el medio laboral

¿Qué es un riesgo?

Un riesgo es la probabilidad de que suceda un evento, impacto o consecuencia adversa. Se entiende también como la combinación de la frecuencia o probabilidad que puedan derivarse de la materialización de un peligro.

Definiciones

Peligro

Es todo aquello que puede producir un daño o deterioro de la salud del trabajador.

Daño

Cualquier lesión que sufra el trabajador en el trabajo o a consecuencia del mismo.

Riesgo laboral

La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar el riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo, pudiendo por ello cuantificarse ($Vr = E \times P \times G$).

Prevención de riesgos laborales

La prevención de riesgos laborales es la disciplina que busca promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos asociados a un proceso productivo, además de fomentar el desarrollo de actividades y medidas necesarias para prevenir los riesgos derivados del trabajo.

Si bien es un ámbito que, por lo menos en España, tiene una historia de más de 100 años, esta denominación ha sido relativamente reciente, a raíz de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

Riesgo ambiental

En ciencias ambientales se denomina riesgo ambiental a la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente debido a un fenómeno natural o a una acción humana. El riesgo ambiental representa un campo particular dentro del más amplio de los riesgos, que pueden ser evaluados y prevenidos.

Riesgos ambientales versus riesgos laborales

Las condiciones ambientales pueden resultar nocivas tanto para la salud física como para la salud psíquica en función de una serie de perturbaciones, algunas de las cuales son de una gran agresividad, como son las derivadas de la presencia en el medio ambiente de trabajo de agentes químicos, físicos o biológicos que pueden entrar en contacto con las personas que trabajan y afectar negativamente a la salud de las mismas; estas condiciones son las que se conocen como **riesgo higiénico**.

Se entiende por **medio ambiente** o **medioambiente** al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

Entre los factores de riesgo de carácter medioambiental, destacamos :

- Climatización
- Aspecto general del centro de trabajo
- Contaminantes biológicos
- Contaminantes químicos
- Distancia al centro de trabajo
- Iluminación

- Radiaciones
- Ruidos
- Ventilación industrial

La principal conexión existente entre el lugar de trabajo y el medio ambiente general es que la fuente de peligro suele ser la misma, ya se trate de un tipo de actividad u de otra.

Está ampliamente aceptado que los conocimientos científicos y la capacitación que se requieren para evaluar y controlar los peligros para la salud de origen ambiental son en su mayoría los mismos que se precisan para abordar los peligros para la salud en el lugar de trabajo. La toxicología, la epidemiología, la higiene en el trabajo, la ergonomía, la ingeniería de la seguridad son los instrumentos básicos de la ciencia del medio ambiente.

El proceso de evaluación y gestión de riesgos es también el mismo: identificación de los peligros, clasificación de los riesgos, evaluación de la exposición y estimación del riesgo. Los pasos siguientes son evaluar las opciones de control, controlar la exposición, dar a conocer el riesgo y establecer un programa continuo de vigilancia de la exposición y el riesgo. Así pues, los riesgos ambientales y los riesgos laborales están estrechamente ligados por metodologías comunes, especialmente en materia de evaluación de la salud y control de la exposición.

En muchas ocasiones se han identificado peligros para la salud de origen ambiental a partir de observaciones de consecuencias adversas sobre la salud de los trabajadores, y es indudable que en el lugar de trabajo es donde mejor se comprende el efecto de las exposiciones industriales sobre la salud.

Para la salud

Al diseñar los lugares de trabajo y decidir la estrategias de control en materia de higiene industrial se han de tener en cuenta cuestiones ambientales de carácter general. Sustituir una sustancia por otra que no sea tan tóxica puede tener sentido desde el punto de vista de la salud en el trabajo, pero si esa nueva sustancia no es biodegradable o daña la capa de ozono no será una solución adecuada para controlar la exposición -lo único que se haría es trasladar el problema a otro sitio-. El empleo de los clorofluorocarbonos, que hoy se utilizan mucho como refrigerantes en lugar del amoníaco, sustancia más peligrosa, es el ejemplo clásico de lo que hoy sabemos que fue una sustitución inadecuada desde el punto de vista ambiental. Así pues, al vincular los riesgos en el trabajo y la salud ambiental se reduce el riesgo de adoptar decisiones erróneas en materia de control de las exposiciones.

Hay que destacar que a veces las normas de salud ambiental suelen ser mucho

más estrictas que las de salud en el trabajo. Tenemos un ejemplo de ello en los valores de referencia recomendados por la OMS para determinadas sustancias químicas. La cuestión de las normas o criterios suscita vivos debates de carácter político, ético y científico.

Vincular los riesgos en el lugar de trabajo y los riesgos de carácter ambiental puede contribuir de forma positiva a resolver esas controversias. A este respecto, estrechar la relación entre los dos ámbitos puede redundar en una mayor coherencia a la hora de establecer las normas. Probablemente inspiradas, al menos en parte, por el activo debate sobre medio ambiente y desarrollo sostenible propuesto por el **Programa 21**^{*1}, muchas organizaciones de profesionales de la salud en el trabajo han cambiado su denominación por la de organizaciones de “salud en el trabajo y salud ambiental” como una forma de reconocer que sus miembros dedican cada vez más atención a los peligros para la salud de origen ambiental tanto dentro como fuera del lugar de trabajo.

En resumen, **los riesgos ambientales y los riesgos en el lugar de trabajo están estrechamente ligados por:**

- El hecho de que la fuente de la amenaza para la salud suele ser la misma
- Sus metodologías comunes, especialmente en materia de evaluación de la salud y control de las exposiciones
- La contribución aportada por la epidemiología del trabajo al conocimiento de los efectos de las exposiciones ambientales
- Los efectos de las enfermedades profesionales sobre el bienestar en el hogar y la comunidad, y, a la inversa, los efectos de las patologías ambientales sobre la productividad de los trabajadores
- La necesidad científica de tener en cuenta las exposiciones totales para determinar las relaciones dosis-respuesta
- La eficiencia en el perfeccionamiento y aprovechamiento de los recursos humanos resultante de dicha vinculación
- La mejora en las decisiones sobre control de las exposiciones derivada de esta visión más amplia
- Mayor coherencia a la hora de establecer las normas
- El hecho de vincular estos riesgos es un incentivo más para rectificar los peligros a que están expuestas tanto la población laboral como la comunidad.

^{*1}: **Programa 21** es un programa de las Naciones Unidas (ONU) para promover el desarrollo sostenible. Es un plan detallado de acciones que deben ser acometidas a nivel mundial, nacional y local por entidades de la ONU, los gobiernos de sus estados miembros y por grupos principales particulares en todas las áreas en las cuales ocurren impactos humanos sobre el medio ambiente.

Naturaleza de los Riesgos Ambientales en el medio laboral

Tipos de contaminantes

Entre las condiciones ambientales y las personas se establece una relación causa-efecto. Cuando el efecto producido es perjudicial y no deseado, a la condición ambiental que lo genera la llamamos contaminante.

Los contaminantes se clasifican de acuerdo con sus características físicas en:

- Contaminantes químicos (materia en el ambiente): polvo, humo, fibras, nieblas, bruma, gas, vapor
- Contaminantes físicos: (energía en el ambiente): ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes, condiciones termohigrométricas
- Contaminantes biológicos (seres vivos): virus, bacterias, hongos, parásitos

Los contaminantes pueden ser impurezas naturales y contaminaciones generados por la acción del hombre. Las contaminaciones generadas por la acción del hombre, son en general más importantes o más peligrosas.

La actividad industrial o laboral particular determina la cantidad, los tipos y las características de los contaminantes emitidos.

Generalmente se puede decir que:

- Cualquier sustancia que tiene efectos negativos para ecosistemas también es nocivo para el hombre cuando entra al cuerpo humano
- Cualquier sustancia dañosa para la salud de personas también causa problemas en el medio ambiente una vez liberada a la atmósfera, al suelo o al agua

Contaminantes Químicos

Como contaminantes químicos se puede entender toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que tiene probabilidades de lesionar la salud de las personas en alguna forma o causar otro efecto negativo en el medio ambiente.

Los agentes químicos pueden aparecer en todos los estados físicos.

Los agentes químicos representan seguramente el grupo de contaminantes más importante, debido a su gran número y a la omnipresencia en todos los campos laborales y en el medio ambiente.

Clasificación:

- Gases
- Vapores
- Aerosoles (sólidos y líquidos)

Grado de peligro de contaminantes químicos

El grado de peligro de los contaminantes químicos, se puede considerar según los siguientes factores:

- Explosividad: La capacidad de una sustancia para expandir sus moléculas en forma brusca y destructiva.
- Inflamabilidad: La capacidad de una sustancia para producir combustión de sí misma, con desprendimiento de calor
- Toxicidad: La capacidad de una sustancia para producir daños a la salud de las personas que están en contacto con ella
- Reactividad: La capacidad de una sustancia para combinarse con otras y producir un compuesto de alto riesgo (como compuesto inflamable, explosivo, tóxico etc.)
- Corrosividad: Sustancias con propiedades ácidas o alcalinas

Vías de entrada:

Inhalación

Las partículas muy finas, los gases y los vapores se mezclan con el aire, penetran en el sistema respiratorio, siendo capaces de llegar hasta los alvéolos pulmonares y de allí pasar a la sangre. Según su naturaleza química provocarán efectos de mayor a menor gravedad atacando a los órganos cerebro, hígado, riñones, etc.) Y por eso es imprescindible protegerse. Las partículas de mayor tamaño pueden ser filtradas por los pelos y el moco nasal, donde quedarán retenidas. Algunos de los gases tóxicos que actúan por absorción inhalatoria:

- Monóxido de carbono
- Ácido cianhídrico
- Sulfuro de hidrógeno
- Vapores de mercurio

Otras intoxicaciones pueden ser producidas por absorción de vapores procedentes de disolventes como:

- Benceno
- Metanol
- Nitrobenceno

Absorción cutánea:

El contacto prolongado de la piel con el tóxico, puede producir intoxicación por absorción cutánea, ya que el tóxico puede atravesar la barrera defensiva y ser distribuido por todo el organismo una vez ingresado al mismo. Son especialmente peligrosos los tóxicos liposolubles como los insecticidas y otros pesticidas.

Ingestión:

La sustancia ingerida conlleva un riesgo específico dependiendo de su naturaleza, siendo diferente la gravedad del accidente y la urgencia de su atención, la cual nunca es menor. Algunas sustancias muestran su efecto tóxico de forma inmediata, especialmente aquellos de acción mecánica (como los corrosivos), pero otros no lo hacen hasta después de su absorción en el tubo digestivo, distribución y metabolización, por lo cual pueden aparentar ser inocuos en un primer momento.

Actividades en las que se está expuesto a riesgos químicos:

- Actividad docente y de investigación en laboratorios
- Tareas de soldadura

- Operaciones de desengrase
- Operaciones de fundición
- Destilaciones, rectificaciones y extracciones
- Limpieza con productos químicos
- etc

Contaminantes Físicos

Los contaminantes físicos son caracterizados por un intercambio de energía entre persona y ambiente.

Clasificación

- Energía mecánica: ruido, vibraciones
- Energía térmica: calor, frío
- Energía electromagnética: Radiaciones ionizantes y Radiaciones no ionizantes

Vías de entrada

Para los contaminantes físicos las vías de entrada podemos decir que son específicas, para cada uno de ellos:

- Ruido: sistema auditivo
- Radiación ultravioleta: piel, ojos
- Calor-Frío, condiciones termohigrométricas: piel
- Radiaciones: piel, ojos

Profesionales que se están expuestos a riesgos físicos

- Transportistas
- Carretilleros
- Soldadores
- Técnico en Rayos
- Agricultores
- etc

Contaminantes Biológicos

Los contaminantes biológicos son todos los agentes representados por organismos vivos (la mayoría suelen que ser microorganismos como bacterias, virus, hongos etcétera), con un determinado ciclo de vida que, al penetrar dentro del ser humano, ocasionan enfermedades de tipos infecciosos o parasitarios.

Son enfermedades producidas por agentes biológicos:

- Enfermedades transmisibles que padecen determinada especie de animales, y que a través de ellos, o de sus productos o despojos, se transmiten directa o indirectamente al hombre, como por ejemplo, el carbunco, el tétanos, la brucelosis y la rabia
- Enfermedades infecciosas ambientales que padecen o vehiculan pequeños animales, como por ejemplo, toxoplasmosis, histoplasmosis, paludismo, etc.
- Enfermedades infecciosas del personal sanitario. Son enfermedades infecto-contagiosas en que el contagio recae en profesionales sanitarios o en personas que trabajen en laboratorios clínicos, salas de autopsias o centros de investigaciones biológicas, como por ejemplo, la Hepatitis B

Principales Vías de penetración:

- Vía respiratoria: a través de la inhalación. Las sustancias tóxicas que penetran por esta vía normalmente se encuentran en el ambiente difundidas o en suspensión (gases, vapores o aerosoles)
- Vía dérmica: por contacto con la piel, en muchas ocasiones sin causar erupciones ni alteraciones notables
- Vía digestiva: a través de la boca, esófago, estómago y los intestinos, generalmente cuando existe el hábito de ingerir alimentos, bebidas o fumar en el puesto de trabajo
- Vía parenteral: por contacto con heridas que no han sido protegidas debidamente

Profesionales que están expuestos a riesgos biológicos:

- Veterinarios
- Personal sanitario
- Agricultores
- Curtidores

Clasificación

Los contaminantes biológicos se clasifican en cuatro **grupos de riesgo**, según el índice de riesgo de infección:

CONTAMINANTES BIOLÓGICOS: GRUPOS DE RIESGO			
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
Incluye los contaminantes biológicos que son causa poco posible de enfermedades al ser humano.	Incluye los contaminantes biológicos patógenos que pueden causar una enfermedad al ser humano. Es poco posible que se propaguen al colectivo y, generalmente, existe una profilaxis o tratamiento eficaz. <i>Ej.: Gripe, tétanos...</i>	Incluye los contaminantes biológicos patógenos que pueden causar una enfermedad grave en el ser humano; existe el riesgo que se propague al colectivo, pero generalmente, existe una profilaxis eficaz. <i>Ej.: Ántrax, tuberculosis, hepatitis...</i>	Contaminantes biológicos patógenos que causan enfermedades graves al ser humano; existen muchas posibilidades de que se propague al colectivo, no existe tratamiento eficaz. <i>Ej.: Virus del Ébola</i>

En el capítulo 4 de este libro (Riesgo Biológico), se tratan en detalle todos los contaminantes biológicos descritos anteriormente.

2

Riesgo Químico

Riesgo Químico

Caracterización

El trabajo desarrollado en cualquier ámbito laboral, provoca alteraciones en el ambiente de trabajo que originan una serie de factores o estímulos agresivos para la salud de las personas implicadas. Dichos factores o estímulos, que reciben el nombre de **contaminantes**, pueden presentarse como porciones de materia (inerte o viva), así como manifestaciones energéticas de naturaleza variada y su comparecencia en el entorno de trabajo origina lo que se denomina como **riesgo higiénico**. Este concepto puede establecerse como *“la probabilidad de sufrir alteraciones en la salud por la acción de los contaminantes”* también llamados **factores de riesgo** durante la realización de un trabajo.

Por tanto, un **contaminante** es un producto químico, una forma de energía o un ser vivo presente en el medio laboral, que en cantidad o concentración suficiente pueden alterar la salud de las personas que entran en relación o contacto con él. Llamamos **contaminante químico** a todo producto natural o sintético, denominado genéricamente sustancia, que durante su manipulación puede incorporarse al ambiente y penetrar al organismo humano con efectos nocivos y capacidad para lesionar la salud de las personas que entran en contacto con él, en función de su inherente toxicidad y de su tiempo de permanencia.

Las acciones adversas que los productos químicos peligrosos

son capaces de ejercer sobre las personas y el medio ambiente, responde a diversos mecanismos, cuya actuación suele estar condicionada por circunstancias que puedan formar parte de las condiciones de trabajo. Por esta razón, el conocimiento de estos mecanismos es importante, porque proporciona la base para identificar los daños posibles, en las circunstancias de una situación real o prevista de exposición a productos peligrosos, así como para establecer las medidas más eficaces para la prevención de estos daños que tienen su origen en la capacidad de aquellos para:

- Dar lugar a incendios y explosiones
- Corroer o irritar la piel o mucosas
- Intoxicar a corto o largo plazo
- Afectar negativamente el medio ambiente

Los productos químicos peligrosos **se clasifican** según sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas y sus efectos sobre la salud y el medio ambiente.

Según sus **propiedades físicas químicas**: explosivos, comburentes, extremadamente inflamables, fácilmente inflamable, inflamables.

Según sus **propiedades toxicológicas**: muy tóxicos, tóxicos, nocivos, corrosivos, irritantes, sensibilizantes.

Según sus **efectos sobre la salud humana**: carcinogénicos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción.

Según sus **efectos para el medio ambiente**: peligrosos para el medio ambiente.

La **absorción** de un contaminante químico por el organismo, supone su incorporación a la sangre tras rebasar los escollos naturales formados por las diferentes barreras biológicas (paredes de los alveolos pulmonares, la propia piel, epitelio gastrointestinal, capas celulares, tejido vascular, etc.) y así, ser distribuido por todo el cuerpo, al que se llega por diferentes vías: respiratoria, dérmica, digestiva o parenteral.

En el medio laboral, la **vía respiratoria** es sin lugar a dudas la fundamental, pues cualquier sustancia presente en la atmósfera de trabajo es susceptible de ser inhalada. Está constituida por todo el sistema respiratorio (nariz, boca, laringe, faringe, bronquios, bronquiolos y alveolos pulmonares).

La absorción de las sustancias a través de la **piel** puede contribuir significativamente a la dosis global absorbida en la exposición laboral. A pesar del reconocimiento de esta importancia, la medida directa de la exposición dérmica está muy poco desarrollada y generalmente se emplea el control biológico para estimar su contribución.



En cuanto a la absorción por vía **digestiva**, generalmente, se considera de poca importancia, salvo en casos de intoxicación accidental o cuando se come, bebe, fuma en el puesto de trabajo. Por tanto, su control supone el empleo de las correspondientes prácticas higiénicas.

La penetración directa del tóxico a la sangre, a través de una discontinuidad de la piel por ejemplo, a través de una herida o una llaga se denomina **vía parenteral**.

Los contaminantes químicos en el aire pueden presentarse en forma de **moléculas individuales** (gas o vapor) o en forma de **agregados moleculares** (moléculas unidas en grupo), dando lugar a los **aerosoles** (sólidos y líquidos).

Los **gases** (p. e. ozono, monóxido de carbono, dióxido de carbono) son fluidos amorfos que al expandirse ocupan todo el espacio que los contiene, permaneciendo así a condiciones establecidas de 760 mm de Hg y 25 ° C. Los **vapores** (p. e. cetonas, éteres, alcoholes, derivados clorados) son la fase gaseosa de una sustancia generalmente líquida, aunque también sólida a 25°C y 760 mm Hg de presión.

Se considera **aerosol** a toda dispersión de partículas sólidas y/o líquidas en la atmosfera de trabajo, de tamaño inferior a 100 micras en un medio gaseoso.

Sólidos: polvos (p. e. óxidos metálicos, metales, sílice, madera), humos (p. e. carbón, petróleo, asfalto) y humos metálicos (p. e. plomo, plata, níquel, hierro)

Líquidos: niebla o bruma (p. e. ácido crómico, aceite mineral, ácido sulfúrico, disolventes pulverizados)



Riesgo Químico

Efectos

Los **efectos de un contaminante** en el organismo dependen del contaminante, del individuo y de las condiciones de la exposición y en base a éstos se clasifican como:

- **Tóxicos sistémicos.** Actúan sobre órganos o sistemas específicos (p. e. disolventes orgánicos, insecticidas, plomo, etc.). Los principales órganos afectados son el riñón y el hígado.
- **Anestésicos o narcóticos.** Actúan como depresores del sistema nervioso central (SNC) limitando la actividad cerebral (p. e. disolventes).
- **Irritantes.** Atacan el tejido con el que entran en contacto, pudiendo afectar a la piel, vías respiratorias y ojos (p. e. ácidos, bases, etc.)
- **Sensibilizantes.** Producen reacciones alérgicas que pueden traducirse en afecciones dérmicas o respiratorias (p. e. isocianatos usados en la fabricación de espumas, pinturas, etc.). No afectan a la totalidad de los individuos expuestos ya que se requiere una predisposición fisiológica y sólo se presenta en individuos previamente sensibilizados.

- **Neumoconióticos.** Engloba todos los compuestos en forma de polvo o humos que se adhieren al pulmón y mediante un estímulo irritativo hacen que el parénquima pulmonar se endurezca, reduciendo la capacidad pulmonar e impidiendo la difusión de oxígeno.
- **Corrosivos.** Aquellos que por su carácter ácido o cáustico producen un ataque químico sobre un tejido vivo sobre el que contactan, originando su destrucción, quemaduras o irritación.
- **Asfixiantes.** Aquellos que impiden o dificultan la llegada de oxígeno a los tejidos celulares (p. e. dióxido de carbono, propano, monóxido de carbono, etc.).
- **Carcinógenos.** Capaces de inducir proliferación celular desordenada (p.e. amianto, benceno, compuestos hexavalentes de cromo, etc.).
- **Teratógenos.** Provocan malformaciones congénitas, resultado de la interferencia en el desarrollo embrionario normal (p. e. dioxinas, etc.).
- **Mutágenos.** Aquellas que actuando sobre el material genético, provocan alteraciones hereditarias.

El **polvo**, en el ámbito de los contaminantes químicos, es un referente importante, como consecuencia de los efectos que pueden generar sobre la salud de los trabajadores, que va desde una neumoconiosis hasta una simple incomodidad. El polvo se puede clasificar según su tamaño en **visible**, distinguible a simple vista con tamaño mayor de 30 micras, **sedimentable**, con tamaño entre 10 y 20 micras, **inhalaable**, con tamaño menor de 10 micras y **respirable**, que puede penetrar en los pulmones, con tamaño inferior a 5 micras.

En función a sus efectos, el polvo se clasifica como **neumoconiótico** (produce efectos irreversibles en el pulmón: p. e. polvo conteniendo más de un 1 % de sílice), **tóxico** (tiene una acción primaria en el organismo y sus efectos dependen de la cantidad total de polvo suspendido: p. e. óxido de plomo), **cancerígeno** (puede inducir u originar un tumor maligno al someter a la persona a una determinada dosis: p. e. asbesto, ácido crómico, níquel) e **inerte** (no produce alteraciones fisiológicas de importancia, salvo afecciones respiratorias o molestias en el trabajo y no contiene ningún compuesto tóxico y los productos neumoconióticos están en un porcentaje inferior al 1 %).

Los **disolventes**, dada su elevada presión de vapor y por tanto, su capacidad de evaporación, se encuentran en todos los ambientes donde se utilizan, incluso a temperatura ambiente. Suelen ser mezclas de diferentes compuestos químicos y no suelen ser solubles en agua: suelen ser combustibles, dando lugar muy fácilmente a mezclas inflamables. Su toxicidad vendrá dada por su máximo valor de

concentración en el aire admisible; sin embargo hay que tener en cuenta que a más presión de vapor del producto más cantidad de él existirá en el ambiente.

La toxicidad de los disolventes acuosos está dada por las sustancias que añadidas al agua, como ácidos, álcalis, oxidantes, etc. pueden presentar riesgos en contactos accidentales, como consecuencia de nieblas, etc. y en general ocasionan irritaciones del sistema respiratorio.

Es importante tener en cuenta que, cuando en un medio laboral existen varios contaminantes, se pueden presentar **efectos simples** (los producidos por cada contaminante aislado), **efectos aditivos** (los producidos por varios contaminantes sobre un mismo órgano o sistema) y **efectos sinérgicos o potenciadores** (cuando varios contaminantes multiplican su interacción mutua).

Riesgo Químico Evaluación

La actuación de la higiene industrial es de tipo preventivo y de carácter técnico y se basa en un esquema metódico o secuencia lógica que prácticamente es aplicable a cualquier situación en la que un contaminante puede encontrarse en el de trabajo.

Ante la perspectiva de un contaminante en un puesto de trabajo, el primer paso es el que conduce a la **identificación** del mismo. Para ello, debe realizarse una encuesta higiénica, como estudio previo y obtener información sobre productos, procesos, maquinaria, organización, sintomatología de los individuos afectados, etc. Una vez conocido el contaminante, el siguiente paso es averiguar la concentración del mismo en ese ambiente de trabajo mediante una **medición** y junto con el tiempo de exposición, determinar la dosis que recibe el personal expuesto. Dichas mediciones se someten a una **valoración** basada en valores de referencia con el que se pueden comparar. Si como resultado de la evaluación surge una **situación peligrosa** hay que adoptar medidas que haga disminuir el riesgo hasta situaciones seguras, debiendo realizarse **correcciones**. De considerarse la **situación segura**, será preciso verificar periódicamente las condiciones ambientales, constatando que permanecen inalterables y seguras.



La **encuesta higiénica** es una secuencia de etapas dirigidas a recopilar información sobre los factores de riesgos y sobre las exposiciones, así como a documentar la actividad laboral en esos términos. Aparte de los factores de riesgo o contaminantes, deben quedar sobradamente documentadas en el tiempo, la emisión de los agentes y la continuidad de la exposición, los procedimientos de trabajo y los procedimientos organizativos y de control que repercutan en la intensidad o frecuencia de las exposiciones. Es necesario tener en cuenta que en muchos casos el contaminante es un producto intermedio en un proceso, generado por el mismo proceso y que una vez pasado un tiempo de estar presente desaparece o se transforma. No siempre se trata de identificar sustancias que se perciben con el olfato.

Con el uso de buenas prácticas de gestión y una eficiente política de compras, homologación de proveedores y productos, especificaciones de seguridad y salud, inventario de sustancias peligrosas, etcétera, es posible tener identificados un número importante de agentes o factores de riesgos.

Debemos recordar que siempre que se genere un daño para la salud, se modifique el proceso productivo, se introduzca una sustancia nueva o se adopte una nueva normativa se debe evaluar nuevamente el riesgo higiénico. Por otro lado, cabe resaltar que la higiene industrial presenta una serie de dificultades a tener en consideración:

- Determinación de valores límite dada la distinta respuesta de los individuos
- La frecuente presencia simultánea de varios contaminantes
- La incorporación de nuevas sustancias
- Representatividad de las mediciones en tiempo, espacio y precisión
- Restricción económica de las medidas operativas de control

Mediciones de contaminantes químicos

Tras ser relacionados los contaminantes y la probabilidad de exposición a dichos agentes, se debe describir igualmente el número de personas afectadas y en qué momento se produce dicha exposición. Es necesaria valorar esta exposición para establecer una estrategia adecuada de vigilancia y control. Esta estrategia permitirá estimar la exposición a los agentes químicos mediante tomas de muestras o mediciones. Se entiende por **medición** el manejo del instrumental adecuado para realizar una valoración cuantitativa con la finalidad de tener una estimación válida de la exposición a dichos contaminantes. Según el tipo de exposición y del resultado,

la medición podrá ser única, múltiple o precisar tomas de muestras. En determinadas situaciones las mediciones y las tomas de muestras podrán reiterarse periódicamente y de forma continuada. Los resultados de las mediciones nos permitirán tomar decisiones en relación con los valores límites o de referencia

Para que las muestras sean representativas se deberán determinar las concentraciones a lo largo de todo el día y en todas las jornadas. El método en que los higienistas optimizan el tiempo y número de mediciones se denomina **estrategia de muestreo** que se basa fundamentalmente en un muestreo estadístico.

En gran parte, el control de los riesgos higiénicos se apoya en la evaluación, por lo que esta tarea pasa a ser un factor capital en la actividad preventiva. El elemento clave en una evaluación es que el resultado final que se logre sea fiel reflejo del riesgo real medido; así pues, todas las exigencias que se han de considerar en la medición, están vinculadas con la representatividad. La evaluación se basa en comparar el resultado medido con el valor umbral aplicable.

Los puntos relevantes de toda **estrategia de medición** son los siguientes:

- **Selección de los trabajadores para el control de la exposición.** Suele ser recomendable subdividir a los trabajadores por grupos de exposición homogénea, elegir al azar los trabajadores a medir o muestrear, corroborar el supuesto de homogeneidad y atribuir el resultado alcanzado a la totalidad del grupo.
- **Selección de los requisitos de la medición.** Engloba todos aquellos matices que impliquen que los resultados sean representativos (muestreos personales en la zona respiratoria del trabajador), que se correlacionen con las condiciones de trabajo y con las instalaciones habituales, así como que identifiquen las alteraciones surgidas en el tiempo. Excepcionalmente, y siempre que sea válido para evaluar la exposición del trabajador, se acepta reemplazar el muestreo personal por mediciones en un punto fijo o estático e incluso contemplar el caso más desfavorable.
- **Prototipo en la medición.** El muestreo debe definirse de manera que sea representativos de las tareas identificadas para tiempos establecidos. Cuando las tareas varíen a lo largo de la jornada de trabajo puede ser conveniente iniciar un nuevo muestreo para cada cambio de actividad o tener en cuenta las diferentes circunstancias que concurren y originan variaciones en la exposición.
- **Localización de la medición.** Ambientales (muestreo de un área o zona) y personales (muestreo de área o entorno del trabajador)

Para poner en marcha la toma de muestras de contaminantes químicos en el

medio laboral y establecer el tipo de instrumentación a manejar, se deben sopesar los siguientes aspectos estrechamente relacionados entre sí:

- Tiempo para el que está establecido el valor de referencia
- Estado físico del contaminante presente y las propiedades que se precisen medir
- Técnicas de muestreo y análisis

Para determinar el contaminante y su concentración se puede llevar a cabo, de una forma directa en el lugar de trabajo (**medición directa**) o bien a través de una toma de muestra (**medición indirecta**) que se basa en la captación de los contaminantes sobre un soporte para su posterior análisis en el laboratorio.

La medición de la concentración de los contaminantes en el ámbito laboral puede efectuarse por diversos procedimientos considerando:

- *Tipo de instrumentación:* medición directa y medición indirecta
- *Localización de la medición:* **ambientales** (determinación de las concentraciones en zonas de trabajo definidas) y **personal** (instrumentos de tamaño reducido y funcionamiento autónomo que acompañan al operario durante el desarrollo de su trabajo)
- *Duración de la medición:* puntual y promediada

Sistemas de medición de lectura directa

Los instrumentos de lectura directa se denominan así por que ejecutan el muestreo y análisis en el propio instrumento, mediante una acción manual o mecánica, determinando la concentración del contaminante directamente en una escala logrando en una sola acción o ejecución conocer las condiciones higiénicas o las circunstancias de peligrosidad en las que se desenvuelve una tarea, en el mismo instante en que se están produciendo estos hechos.

Ventajas

- Rapidez en las determinaciones
- Obtención de muestras puntuales de interés de modo inmediato
- Económicos
- Manipulación sencilla
- Versatilidad para la detección de numerosos contaminantes

SISTEMAS DE TOMA DE MUESTRAS

ACTIVOS:

BOMBA DE ASPIRACIÓN +

FILTRO DE MEMBRANA

SOLUCIÓN ABSORBENTE

TUBO RELLENO DE ADSORBENTE

PASIVOS:

SIN BOMBA DE ASPIRACIÓN



HLJL 11

MEDICIÓN

TIPOS DE MEDICIÓN

DIRECTA

EN EL PROPIO PUESTO



INDIRECTA

TOMA DE MUESTRA PARA
ANALIZAR EN LABORATORIO



HLJL 32

Desventajas

- Escasa precisión
- Frecuentes interferencias, que pueden falsear el resultado final

Los equipos de medición directa se clasifican en dos grupos:

Instrumentos o tubos colorimétricos. Son ampliamente usados dada su simplicidad, fácil manejo y contando con un amplio abanico de posibilidades. Son tubos de vidrio rellenos de material poroso (sólido granulado como gel de sílice u óxido de aluminio) impregnado de una sustancia química reactiva que proporciona una mancha de un color característico, sellados en sus extremos. El aire contaminado se hace circular a través de una bomba (de fuelle o de pistón), de aspiración manual hacia el tubo y se origina un cambio de color que se inicia en el extremo de entrada y avanza a lo largo del tubo sobre la base de la concentración del contaminante. La longitud de la mancha generada nos señala la concentración del contaminante según el volumen de aire que ha transitado. Sobre la pared del tubo está inscrita una escala en la cual para un volumen determinado de aire muestreado, el avance de la zona coloreada o cama adsorbente, indica la medida de la concentración. La sencillez de operación y la rapidez de la medida, así como el bajo coste de esta técnica y su versatilidad para la detección de numerosos agentes químicos (más de 350 sustancias), hacen de ella un instrumento de indudable interés para monitorear.

Aplicaciones. La aplicación más importante de estos tubos se circunscribe a la obtención de valores de las concentraciones en aire relacionadas con periodos de corta duración.

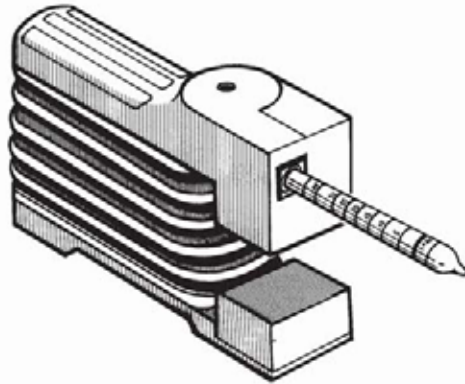
- Cuantificación de ambientes cerrados o peligrosos antes de acceder a ellos (p. e. cisternas, tanques, pozos)
- Detección rápida de los focos generadores de contaminación
- Estudios preliminares para tener una primera idea del posible grado de riesgo
- Confirmación de la presencia de presuntos contaminantes
- Verificación de la eficacia de los sistemas de control ambiental

Instrumentos no colorimétricos. Monitores. Están formados por un sensor que da origen a una señal eléctrica constante o a intervalos regulares, proporcional a la concentración del contaminante que se encuentra en la atmósfera y reflejado en una pantalla.

Se utilizan principalmente para:

- Evaluaciones y controles previos

TUBO COLORIMÉTRICO Y BOMBA DE ASPIRACIÓN MANUAL



HLJL.7

EJEMPLOS DE CONTAMINANTES PARA LOS QUE EXISTEN MONITORES

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| • AMONIACO | • ÓXIDOS DE NITRÓGENO |
| • ARSENAMINA | • OZONO |
| • CLORO | • FOSGENO |
| • MERCURIO | • DIÓXIDO DE AZUFRE |
| • HIDRAZINA | • DIISOCIANATOS |
| • ÁCIDO CIANHÍDRICO | • MONÓXIDO DE CARBONO |
| • SULFURO DE HIDRÓGENO | • HIDROCARBUROS |



HLJL.9

- Localización de focos de contaminación (fugas en conductos y recipientes)
- Valoración del posible riesgo para la salud

Sistema de medición de lectura indirecta. Consiste en transferir el contaminante a través de un sistema de captación o muestreo adecuado a un soporte (filtro, líquidos, sólido adsorbente, etc.) que los retiene para su posterior análisis en el laboratorio. Existe una íntima relación entre el sistema de toma de muestra y el método analítico que después se va a utilizar para efectuar el análisis de la muestra. Para que el sistema de toma de muestra sea válido debe:

- Ser capaz de proporcionar una muestra representativa, por lo que es preciso fijar el lugar, momento y duración del muestreo, así como el caudal a utilizar y el volumen.
- Ser apropiado tanto al estado físico del contaminante a muestrear, como al método analítico al que será sometida la muestra para su posterior análisis

En cualquier sistema de toma de muestra se deben determinar:

- El sistema de captación y soporte de la muestra
- Volumen a muestrear (o tiempo de muestreo)
- Caudal de captación

Los sistemas de toma de muestras pueden ser de dos tipos: activos y pasivos. En los **sistemas activos**, el aire es obligado a pasar a través de un soporte de captación mediante una bomba de aspiración, mientras que en los **sistemas pasivos**, es el propio contaminante quien por fenómenos de difusión y permeación llega al soporte de la muestra y se distribuye uniformemente.

Sistemas de muestreos activos

El sistema de muestreo se compone de dos partes: una bomba que es la responsable de aspirar un determinado volumen de aire y un soporte en donde queda fijado el contaminante. Los principales soportes son: filtros (en portafiltro o cassette), soluciones absorbentes (en impinger o borboteador) y sólidos adsorbentes (en tubos de vidrio).

La naturaleza, el tipo y las características del soporte a utilizar para la captación de un determinado contaminante, obedecerán a varios aspectos como:

- El estado físico del contaminante (vapor, gas, aerosol)
- Las propiedades químicas del contaminante
- El método analítico a emplear



Toma de muestras con filtros

La técnica más frecuente para la captación y muestreo de contaminantes sólidos y aerosoles en general es la filtración. Este sistema se basa en forzar el paso de un volumen de aire a través de un filtro montado en un portafiltro o cassette. La retención de las partículas del contaminante obedece a fenómenos de tamizado, inercia, gravedad y fuerzas electrostáticas, sobre un soporte material o membrana con poros llamado filtro. La unidad básica de captación la forman: el filtro el soporte y el portafiltro o cassette.

Toma de muestras con soluciones absorbentes

Las soluciones absorbentes se fundamentan en el paso de un volumen conocido de aire a través de una solución absorbente adecuada, contenida en la parte inferior de un frasco llamado impinger o borboteador. Fijan los contaminantes a través de reacciones químicas tales como solubilización, neutralización, oxidación, reducción, etc. Al pasar el aire contaminado por el líquido éste lo absorbe. La unidad de captación está formada por: impinger o borboteador, solución absorbente y trampa para proteger el equipo muestreador de posibles arrastres o reabsorciones.

Toma de muestras con adsorbentes

Los sólidos adsorbentes retienen los contaminantes al transitar un volumen de aire contaminado a través de un tubo de vidrio relleno de materiales sólidos (material granulado de gran actividad superficial), en ocasiones impregnados con alguna sustancia química que favorece la adsorción de los contaminantes (gases o vapores) con un alto dinamismo superficial. Las sustancias adsorbentes más frecuentes son: carbón activo y gel de sílice.

Sistemas de muestreos pasivos

La captación en muestreo pasivo obedece a fenómenos de difusión y permeación mediante los cuales las moléculas de un gas, que permanecen en continuo movimiento, son capaces de penetrar y expandirse espontáneamente a través de la masa de otro gas, hasta difundirse uniformemente en su seno, así como de rebasar una membrana sólida que le ofrezca una capacidad de penetración o permeabilidad específica. Los soportes que se manejan en estos sistemas son sólidos adsorbentes o sólidos impregnados con un reactivo específico.

Estos dispositivos se basan en un lecho adsorbente, generalmente carbón activo, separado del ambiente exterior por una barrera en la que se han practicado unos orificios de superficie y longitud conocidos. La cantidad de contaminante fijada en el lecho está controlada por la longitud y el diámetro de los orificios, así como por el tamaño o peso molecular del contaminante. A causa del gradiente de concentración entre el exterior de la barreta y la superficie del adsorbente, los vapores se difunden



atravesando los orificios por difusión molecular, fijándose en el lecho sobre la base de la concentración ambiental y el tiempo de muestreo.

El método analítico

Una vez el contaminante es captado por alguna de las técnicas de muestreo antes indicadas, debe ser analizado a través de una técnica analítica apropiada. Los métodos analíticos para la medida de los contaminantes del ambiente de trabajo deben disponer de unas propiedades mínimas, fijadas en la legislación o admitidas por consenso general, para poderlos utilizar con fiabilidad. Esta conformidad se consigue a través de pruebas de normalización, ejecutadas en primer término en un solo laboratorio y posteriormente entre varios laboratorios, llevando a cabo un protocolo de ensayos definido.

La selección de un método analítico apropiado es capital para el resultado de la evaluación. Todos los métodos analíticos normalizados generalmente fijan el sistema de muestreo, al caudal, el tiempo de muestreo, el volumen de la muestra, posibles interferencias y requisitos en la manipulación, conservación y transporte de la muestra.

Las dos técnicas analíticas de mayor uso son:

- **Espectroscopia.** Se basa en la medición e interpretación de fenómenos de absorción, dispersión, o emisión de radiación electromagnética. Los principales contaminantes determinados por estas técnicas son: metales pesados, sílice, amoníaco, cloro, óxidos de azufre o nitrógeno.
- **Cromatografía.** Se basa en la separación de componentes distribuidos en dos fases, una estacionaria y otra móvil que pasa a través de la anterior. Los contaminantes más comunes determinados por esta técnica son: hidrocarburos, alcoholes, ésteres, cetonas, éteres, derivados halogenados, plaguicidas.

Evaluación de la exposición laboral

Recopilados todos los datos: la identificación del riesgo y la cuantificación de la magnitud del problema higiénico, una vez conocidas las concentraciones ambientales, el número de operarios expuestos y el tiempo y periodicidad de las exposiciones, se realiza la evaluación de los riesgos identificados comparando con los valores límites de referencias adecuados.

Los **valores límites de exposición** contenidos en normas técnicas tienen carácter de recomendación y constituyen, por tanto, solo una referencia. Atendiendo a su aplicabilidad en España hay que mencionar los dos siguientes, los cuales son

actualizados anualmente:

- *Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España*. Publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- TLV's. Valores límites para sustancias químicas en el medio ambiente de trabajo.

Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España

Valores Límite Ambientales (VLA)

Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

Se habla de la mayoría y no de la totalidad puesto que, debido a la amplitud de las diferencias de respuesta existentes entre los individuos, basadas tanto en factores genéticos como en hábitos de vida, un pequeño porcentaje de trabajadores podría experimentar molestias a concentraciones inferiores a los **VLA**, e incluso resultar afectados más gravemente, sea por empeoramiento de una condición previa o desarrollando una patología laboral.

Los **VLA** se establecen teniendo en cuenta la información disponible, procedente de la analogía físico-química de los agentes químicos, de los estudios de experimentación animal y humana, de los estudios epidemiológicos y de la experiencia industrial.

Los **VLA** sirven exclusivamente para la evaluación y el control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos incluidos en la lista de valores. Cuando uno de estos agentes se puede absorber por vía cutánea, sea por la manipulación directa (sólido, líquido) del mismo, sea a través del contacto de los gases, vapores y nieblas con las partes desprotegidas de la piel y cuya aportación puede resultar significativa al contenido corporal total del trabajador, la medición de la concentración ambiental puede no ser suficiente para cuantificar la exposición global. En este caso los agentes aparecen señalados en la lista con la notación "vía dérmica". Esta llamada advierte, por una parte, de que la medición de la concentración ambiental puede no ser suficiente para cuantificar la exposición global y, por otra, de la necesidad de adoptar medidas para prevenir la absorción dérmica.

El valor límite para los **gases y vapores** se establece originalmente en ml/m^3 (ppm), valor independiente de las variables de temperatura y presión atmosférica,

pudiendo también expresarse en mg/m³ para una temperatura de 20°C y una presión de 101,3 kPa, valor que depende de las citadas variables. La conversión de ppm a mg/m³ se efectúa utilizando la siguiente ecuación:

$$VLA \text{ en mg m} = (VLA \text{ en ppm})/24,04$$

siendo 24,04 el volumen molar en litros en tales condiciones estándar y (VLA en ppm) peso molecular del agente químico en gramos.

El valor límite para la **materia particulada** no fibrosa se expresa en mg/m³ o submúltiplos y el de fibras, en fibras/m³ o fibras/cm³, en ambos casos para las condiciones reales de temperatura y presión atmosférica del puesto de trabajo. Esto significa que las concentraciones medidas en estas unidades, en cualquiera de las condiciones de presión y temperatura, no requieren ninguna corrección para ser comparadas con los valores límites aplicables.

En ausencia de cualquier otra indicación los valores límite se refieren a la fracción inhalable.

Tipos de Valores Límite Ambientales

Se consideran las siguientes categorías de **VLA**:

Valor Límite Ambiental-Exposición Diaria (VLA-ED)

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias.

Nota: Se entiende **zona de respiración** como el espacio alrededor de la cara del trabajador del que éste toma el aire que respira. Con fines técnicos, una definición más precisa es la siguiente: semiesfera de 0,3 m de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del segmento imaginario que une ambos oídos y cuya base está constituida por el plano que contiene dicho segmento, la parte más alta de la cabeza y la laringe.

Referir la concentración media a dicha jornada estándar implica considerar el conjunto de las distintas exposiciones del trabajador a lo largo de la jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente duración, como equivalente a una única exposición uniforme de ocho horas.

Así pues, la **ED** puede calcularse matemáticamente por la siguiente fórmula:

$$ED = \sum c_i t_i / 8$$

siendo c_i la concentración i-ésima y t_i el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor c_i

Nota: A efectos del cálculo de la ED de cualquier jornada laboral, la suma de los tiempos de exposición que se han de considerar en el numerador de la fórmula anterior será igual a la duración real de la jornada en cuestión, expresada en horas. De esta manera los VLA-ED representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos ocho horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

Valor Límite Ambiental-Exposición de Corta Duración (VLA-EC)

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior, en la lista de Valores Límite.

Lo habitual es determinar las **EC** de interés, es decir, las del período o períodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos de duración en cada uno de ellos. De esta forma, las concentraciones obtenidas coincidirán con las **EC** buscadas.

No obstante, si el método de medición empleado, por ejemplo basado en un instrumento de lectura directa, proporciona varias concentraciones dentro de cada período de 15 minutos, la **EC** correspondiente se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$EC = \sum c_i t_i / 15$$

siendo c_i la concentración i-ésima dentro de cada período de 15 minutos y t_i el tiempo de exposición, en minutos, asociado a cada valor c_i

Nota: La suma de los tiempos de exposición que se han de considerar en la fórmula anterior será igual a 15 minutos.

El **VLA-EC** no debe ser superado por ninguna **EC** a lo largo de la jornada laboral. Para aquellos agentes químicos que tienen efectos agudos reconocidos pero cuyos principales efectos tóxicos son de naturaleza crónica, el **VLA-EC** constituye un complemento del **VLA-ED** y, por tanto, la exposición a estos agentes habrá de valorarse en relación con ambos límites. En cambio, a los agentes químicos de efectos principalmente agudos como, por ejemplo, los gases irritantes, sólo se les asigna para su valoración un **VLA-EC**.

Límites de Desviación (LD)

Pueden utilizarse para controlar las exposiciones por encima del **VLA-ED**, dentro de una misma jornada de trabajo, de aquellos agentes químicos que lo tienen

asignado. No son nunca límites independientes, sino complementarios de los **VLA** que se hayan establecido para el agente en cuestión, y tienen un fundamento estadístico. Para los agentes químicos que tienen asignado **VLA-ED** pero no **VLA-EC**, se establece el producto de **3 x VLA-ED** como valor que no deberá superarse durante más de 30 minutos en total a lo largo de la jornada de trabajo, no debiéndose sobrepasar en ningún momento el valor **5 x VLAED**.

TLV's Valores Límites para Sustancias Químicas

Hasta el momento en que no han aparecido los "Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España", ha sido práctica habitual de la higiene industrial en nuestro país, la utilización de los valores TLV's de la ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) de los Estados Unidos. Esto se ha debido básicamente al desfase de los valores límites de exposición que aparecen en el Reglamento de Actividades, Molestas, Insalubres y Peligrosas (RAMINP) que los hacían totalmente inaplicables. Los valores TLV's son los que gozan de mayor prestigio a escala internacional.

A continuación la definición de los TLV's

- **TLV-TWA:** concentración media de una jornada de 8 horas/día o 40 horas/semana a la que la mayoría de trabajadores pueden estar expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos a su salud
- **TLV-STEL:** Concentración media de 15 minutos que no deber ser sobrepasada en ningún periodo de la jornada
- **TLV-C:** Concentración que no se debe sobrepasar en ningún instante

Para realizar la **valoración** debemos disponer de la siguiente información:

- Concentración promedio permisible (Valor límite)
- Concentración media del contaminante
- Tiempo de exposición

Una vez recopilados estos datos se actuará según se trate de un contaminante o de varios contaminantes.

Caso de un contaminante

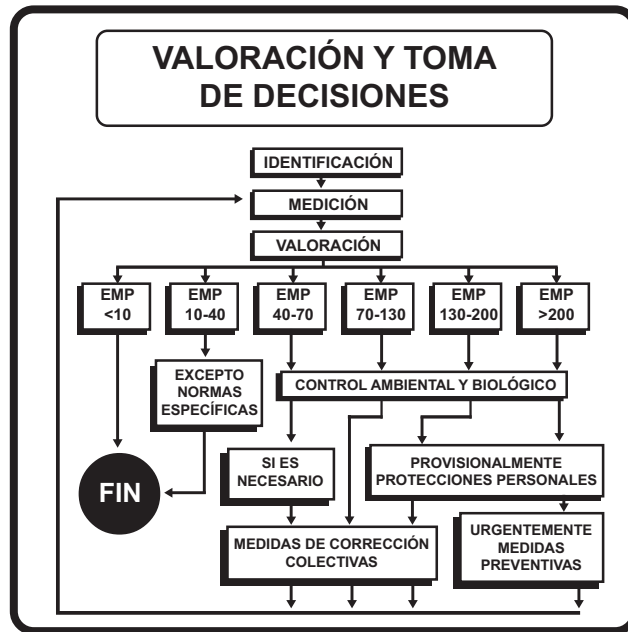
En primer lugar debemos determinar la exposición máxima permisible (% EMP):

$$\%EMP = \frac{\text{Conc. media}}{\text{Valor límite}} \frac{\text{T. exposición}}{8} 100$$

De tal forma que si :

- **% EMP > 100** Existe riesgo higiénico
- **% EMP < 50** No existe riesgo higiénico
- **50 < % EMP < 100** Existen dudas sobre el riesgo higiénico

Nota: el valor límite empleado corresponde al valor promedio para 8 horas de trabajo.



Caso de varios contaminantes

Pueden presentarse dos situaciones:

A. Los efectos de cada uno de los contaminantes son independientes. En esta situación para asegurar que no existe riesgo higiénico en todos los casos debe cumplirse lo siguiente:

$$C_1 < \text{Valor límite promedio}_1 \text{ y } C_{\max 1} < \text{Valor límite techo}_1$$

$$C_2 < \text{Valor límite promedio}_2 \text{ y } C_{\max 2} < \text{Valor límite techo}_2$$

$$C_3 < \text{Valor límite promedio}_3 \text{ y } C_{\max 3} < \text{Valor límite techo}_3, \text{ etc...}$$

B. Los efectos son aditivos (p. e. Tóxicos sistémicos). En este caso se calculará el valor K mediante la siguiente fórmula:

$$C_1/\text{Valor Límite Promedio}_1 + C_2/\text{Valor Límite Promedio}_2 + C_3/\text{Valor Límite Promedio}_3 + \text{etc} = K$$

- Si $K > 1$, existe riesgo higiénico
- Si $K < 0.5$, no existe riesgo higiénico
- Si $0.5 < K < 1$, existen dudas sobre el riesgo higiénico y se deberán hacer evaluaciones periódicas

Para ahondar más en el tema de estrategias de muestreo de contaminantes químicos, y posterior evaluación de la exposición, se recomienda la lectura de la norma **UNE-EN 689**, considerada desde su publicación como la guía práctica, en la que los higienistas industriales deben basar el desarrollo de sus actividades. Por tanto, proporciona las directrices para la evaluación de la exposición a agentes químicos en las atmósferas de los lugares de trabajo y describe una estrategia para comparar la exposición laboral, por inhalación de los agentes químicos, en el lugar de trabajo con los valores límite y una estrategia para la medición.

Agentes Químicos Cancerígenos y Mutágenos

Los conocimientos científicos actuales no permiten identificar niveles de exposición por debajo de los cuales no exista riesgo de que los agentes mutágenos y la mayoría de los cancerígenos produzcan sus efectos característicos sobre la salud. No obstante, se admite la existencia de una relación **exposición-probabilidad del efecto** que permite deducir que cuanto más baja sea la exposición a estos agentes menor será el riesgo.

En estos casos, mantener la exposición por debajo de un valor máximo determinado no permitirá evitar completamente el riesgo, aunque sí podrá limitarlo. Por esta razón, los límites de exposición adoptados para algunas de estas sustancias no son una referencia para garantizar la protección de la salud, sino unas referencias máximas para la adopción de las medidas de protección necesarias y el control del ambiente de los puestos de trabajo.

Agentes Químicos Sensibilizantes

Son agentes químicos sensibilizantes las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado

dé lugar a efectos negativos característicos. En los lugares de trabajo las exposiciones a estos agentes pueden producirse por las vías respiratoria, dérmica o conjuntiva, provocando reacciones en las propias vías de exposición. Inicialmente, la respuesta de las personas a un compuesto sensibilizante puede ser pequeña o no existir. Sin embargo, después de que un individuo se ha sensibilizado, la exposición siguiente puede producir respuestas intensas incluso a muy bajas concentraciones.

La sensibilización se produce en la mayoría de los casos mediante un mecanismo inmunológico. Las reacciones alérgicas pueden llegar a ser muy graves. Sus manifestaciones más comunes, dependiendo de la vía de exposición, son: rinitis, asma, alveolitis, bronquitis, eczema de contacto, urticaria de contacto y blefarokonjuntivitis. Los trabajadores que se han sensibilizado a un compuesto en particular también pueden presentar una reactividad cruzada a otros compuestos con estructura química similar.

Sustancias que no son sensibilizantes, pero sí irritantes, pueden igualmente provocar o agravar la reacción alérgica de los individuos sensibilizados. La reducción de la exposición a los sensibilizantes y a sus análogos estructurales generalmente disminuye la incidencia de las reacciones alérgicas entre las personas sensibilizadas. Sin embargo, para algunas personas sensibilizadas, la única forma de prevenir la respuesta inmune a los agentes sensibilizantes y sus análogos estructurales es evitar por completo la exposición, tanto en el puesto de trabajo como fuera del mismo.

La capacidad de producir sensibilización está contemplada en la normativa sobre clasificación de sustancias peligrosas, que asigna a estos agentes las frases de riesgo R42 "Puede causar sensibilización por inhalación" y/o R43 "Puede causar sensibilización por contacto con la piel". En la lista de Valores Límite Ambientales, los agentes capaces de producir este tipo de efectos aparecen señalizados con la notación "Sen". También se señalizan con esta nota los agentes químicos que por su naturaleza no están contemplados en la citada normativa sobre clasificación de sustancias peligrosas, pero que presentan efectos del tipo considerado.

La asignación de esta anotación no significa necesariamente que la sensibilización sea el efecto crítico en el que está basado el VLA ni que sea el único efecto de ese agente. Los VLA basados en la sensibilización pretenden proteger a los trabajadores de este efecto pero no intentan proteger a los trabajadores que ya han sido sensibilizados.

En consecuencia, los compuestos con notación de sensibilizante (Sen) plantean un problema especial en los lugares de trabajo. En estos casos las exposiciones por las vías respiratoria, dérmica y conjuntiva deben eliminarse o reducirse a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible, utilizando las medidas de control adecuadas o, incluso, equipos de protección individual. En cualquier caso se deberá respetar el VLA correspondiente.

Riesgo Químico Prevención

Una vez determinada la existencia de una situación de riesgo para el trabajador, es imprescindible eliminarlo, o de no ser posible esta circunstancia, reducirlo hasta niveles que se puedan estimar como aceptables.

Las acciones para aminorar el riesgo deberán dirigirse, primordialmente, hacia la reducción de la concentración y/o hacia la disminución del tiempo de exposición. Por otra parte, para que una sustancia química pueda llegar a ser inhalada es preciso que se encuentre dispersa en el aire y para que ello ocurra tiene que existir un foco contaminante, es decir, una máquina o equipo que lo libere al ambiente.

Es a través de su estancia en el aire, en el medio ambiente del local de trabajo, y por medio de su propagación a lo largo de dicho medio ambiente, que la sustancia en cuestión podrá acceder a la zona respiratoria del trabajador, y allí, ser inhalada.

Dentro de las medidas preventivas correctoras, tenemos que indicar en primer lugar las que poseen un **carácter técnico**, que son las que rebajan el riesgo disminuyendo la concentración por debajo de los valores límite, ejerciendo su acción con un orden de prioridad en foco, medio de propagación y receptor y en segundo término las de **carácter administrativo** que aunque no disminuyen el riesgo si disminuye la dosis.

MEDIDAS CORRECTORAS

1º
 ACTUACIÓN SOBRE
 EL FOCO
 CONTAMINANTE



**IMPEDIR
LA EMISIÓN**

2º
 ACTUACIÓN SOBRE
 EL MEDIO DE
 DIFUSIÓN



**EVITAR LA
PROPAGACIÓN**

3º
 ACTUACIÓN SOBRE
 EL INDIVIDUO



**PROTEGER
AL TRABAJADOR**


HLI. 34

CLASIFICACIÓN DE LOS EPI	
TIPO DE EPI	EJEMPLO
PROTECTORES DEL OÍDO	TAPONES, CASCOS (RUIDO)
PROTECTORES DE LOS OJOS Y LA CARA	GAFAS (RADIACIONES)
PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS	MÁSCARAS
PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS	GUANTES
PROTECTORES DE LA PIEL	CREMAS DE PROTECCIÓN
PROTECTORES DE TRONCO Y ABDOMEN	MANDILES
PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS	ZAPATOS, BOTAS
PROTECTORES DE LA TOTALIDAD DEL CUERPO	ROPAS ESPECIALES (CALOR Y FRÍO)


HE.VI.3

Actuaciones sobre el foco emisor

Actuando sobre el proceso, operaciones o productos empleados, con el objeto de impedir la formación del contaminante, o en caso de generarse, limitando su paso hacia la atmósfera del puesto de trabajo. Debe ser prioritaria y para ello se puede:

- En la fase de **diseño** de la instalación deben considerarse los problemas en relación con la salud, eligiendo equipos diseñados para evitar la exposición a cualquiera de los contaminantes que puedan resultar nocivos.
- **Sustituir** el agente por otro no tóxico o peligroso o al menos que no sea tan tóxico o peligroso. Este es el caso de los cancerígenos o sensibilizantes, dado que las otras medidas pueden disminuir la concentración del contaminante, pero no evitan su presencia y por tanto sus efectos, difícilmente controlables. Además, cualquier deficiencia en el control del agente, podría conllevar a la liberación del agente nocivo, generándose graves consecuencias.
- **Modificar el proceso.** Un adecuado estudio puede dar lugar a la modificación de un proceso por otro que genere menos contaminante. Así por ejemplo, automatizando puede hacer innecesaria la presencia del trabajador durante su funcionamiento, o manejar productos en otro estado (por ejemplo, en vez de un gas utilizar una disolución que lo contenga).
- También se puede proceder al **encerramiento** encapsulando el proceso a través de reactores cerrados, confinando el punto de operación de la máquina que origina el foco emisor. El asilamiento en un **local separado** puede resultar muy útil, ya que disminuye el número de operarios afectados.

La **extracción localizada** es una forma de suprimir el agente químico del ambiente en el instante en que éste se origina.

El **mantenimiento preventivo** de los equipos de trabajo es otra técnica complementaria, que puede eludir exposiciones accidentales frente a contaminantes químicos.

Actuaciones sobre el medio de difusión

Una vez finalizadas las posibilidades de actuación en el foco, si aún persiste el riesgo, debemos actuar sobre el medio de propagación o difusión del contaminante.

NORMAS DE USO DE LOS EPI

- 1** QUE SEA ADECUADO PARA RETENER EL CONTAMINANTE A QUE ESTAMOS EXPUESTOS


- 2** QUE PROTEJA TODAS LAS VÍAS DE ENTRADA (OJOS, NARIZ, BOCA)



NO



SÍ
- 3** QUE SEA LO MÁS COMFORTABLE POSIBLE



NO



SÍ
- 4** QUE SE UTILICE ADECUADAMENTE



NO



SÍ

HL.VI.16

NORMAS DE USO DE LOS EPI

- 5** QUE SE MANTENGA LIMPIO Y EN CONDICIONES DE USO



NO



SÍ
- 6** QUE ESTE CERTIFICADO FRENTE AL RIESGO QUE PRETENDEMOS PROTEGER



NO



SÍ
- 7** QUE NO HAYA PERDIDO NINGUNA DE SUS CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE PROTECCIÓN



NO



SÍ
- 8** QUE SEA UNO PARA CADA PERSONA



HL.VI.17

Para evitar que el contaminante ya generado se extienda o disperse por la atmósfera y adquiera niveles peligrosos para los operarios más cercanos al foco contaminante, se puede incidir sobre:

- La **limpieza** es un elemento fundamental, dado que su ausencia se traduce en focos secundarios de contaminación. Es trascendental limpiar los suelos, paredes, maquinaria y todos los emplazamientos donde se pueda depositar la suciedad.
- La **ventilación por dilución o general** es una buena técnica que puede utilizarse en ciertos casos con contaminantes pocos nocivos.
- El **aumento de distancia** entre el foco contaminante y el receptor, pues cuando mayor sea la distancia, más diluido llegará el contaminante al receptor.
- Las **barreras** y los sistemas de **alarma** son un buen complemento de las medidas precedentes.

Actuaciones sobre el trabajador

Protegiendo al operario para que el contaminante no penetre en su organismo. Las medidas de actuación sobre el individuo solamente estarán justificadas cuando las actuaciones sobre el foco o el medio de propagación sean imposibles o insuficientes.

Una manera de reducir el riesgo es **reducir el tiempo de exposición**, intercambiado o rotando al personal.

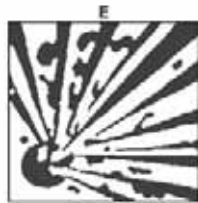
El **encerramiento del trabajador** es el inverso del encerramiento del proceso. Precisa de un cuidadoso estudio y debe considerar las necesidades de relación del individuo con el resto de sus compañeros.

Los **equipos de protección individual** deben ser el último de los recursos y deben ser considerados como medida provisional, en tanto se encuentran otras medidas de solución; sin embargo son imprescindibles en determinadas circunstancias.

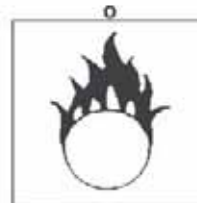
Por último **la información y formación** del trabajador debe integrar el primer referente en la acción preventiva.

Es obvio indicar, que las medidas más eficaces desde el punto de vista de la higiene, y desde el punto de vista medioambiental, son las que ejercen su acción sobre el foco emisor del contaminante. Se actúa sobre el medio difusor cuando no ha sido posible la eliminación en el foco y por último, solo sobre los trabajadores expuestos, cuando no es posible actuar de forma selectiva sobre las anteriores etapas o como medida complementaria de otras adoptadas.

Pictogramas de peligrosidad para el etiquetado de los residuos



EXPLOSIVO



COMBURENTE



FACILMENTE INFLAMABLE



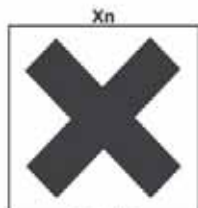
EXTREMADAMENTE INFLAMABLE



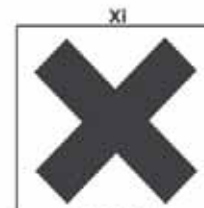
TOXICO



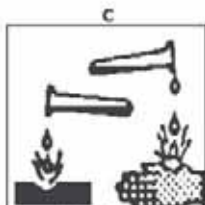
MUY TOXICO



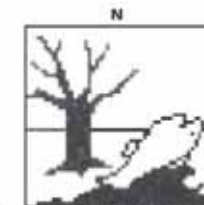
NOCIVO



IRRITANTE



CORROSIVO



PELIGROSO PARA EL MEDIO AMBIENTE

Información de los Productos Químicos Peligrosos

Para los productos químicos la información sobre su peligrosidad y el riesgo derivado de su utilización está recogida:

- En la etiqueta
- Ampliada, para uso profesional, en la **ficha de datos de seguridad (FDS)**

Su contenido está regulado por la legislación sobre comercialización de productos químicos relativa a la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos recogida en el RD 363/1995 y su posterior modificación RD 255/2003.

Etiquetas

Todo producto químico, sustancia o preparado, clasificado como peligroso debe incluir en su envase una etiqueta bien visible que es la primera información básica que recibe el usuario sobre los peligros inherentes al mismo y sobre las precauciones a tomar en su manipulación. Esta etiqueta, redactada en el idioma oficial del Estado, contendrá:

- **Nombre de la sustancia.**
- **Nombre, dirección y teléfono del fabricante o importador.** Es decir del responsable de su comercialización en la Unión Europea (UE).
- Pictogramas de peligrosidad
- **Frases R** que permiten identificar y complementar determinados riesgos mediante su descripción. La redacción de las frases R estará normalizada, evitando así confusiones y ambigüedades.

Ejemplos:

- R1: Explosivo en estado seco.
- R2: Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- **Frases S** que, a través de consejos de prudencia, establecen medidas preventivas para la manipulación y utilización. La redacción de las frases S y sus combinaciones se ajustará, también, a textos establecidos y normalizados. Ejemplos:
 - S12: No cerrar el recipiente herméticamente.
 - S24 Evítese el contacto con la piel
 - Número de registro CE de la sustancia

Ejemplo de etiqueta:

		N,N-Dimetilanilina Nombre, dirección y teléfono del responsable de la comercialización	
T: TÓXICO	N: Peligroso para el medioambiente		N.º CE: 204-493-5
Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel. Posibles efectos cancerígenos. Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua. Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados. En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible muestrese la etiqueta). Evítese su liberación al medio ambiente. Récabense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.			

Fichas de datos de seguridad (FDS)

Las **fichas de seguridad** dan una información más específica y completa que las etiquetas. Recogen los diferentes aspectos preventivos y de emergencia a tener en cuenta como son las medidas a tomar para su correcta manipulación, para la lucha contra incendios, en caso de accidente, primeros auxilios e incompatibilidades.

Es conveniente ponerla a disposición de los operarios que usen los productos químicos para consultarlas. Es obligación del fabricante o suministrador facilitarlas con la primera entrega del producto. Se compone de los siguientes 16 apartados, los cuales deben estar redactados en lengua oficial del Estado:

1. Identificación de la sustancia o preparado y del responsable de su comercialización
2. Composición / información sobre los componentes
3. Identificación de peligros
4. Primeros auxilios
5. Medidas de lucha contra incendios
6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental
7. Manipulación y almacenamiento

8. Controles de exposición / protección individual
9. Propiedades físicas y químicas
10. Estabilidad y reactividad
11. Informaciones toxicológicas
12. Informaciones ecológicas
13. Consideraciones relativas la eliminación
14. Informaciones relativas al transporte
15. Informaciones reglamentarias
16. Otras informaciones: consejos relativos a la formación, usos recomendados y restricciones

A continuación se presenta un caso práctico resuelto en el que se aplica la metodología de actuación en higiene industrial: identificación, medición, evaluación, aplicación de las correspondientes medidas correctoras.

Caso práctico

A.- Identificación de Contaminantes Químicos en un proceso de fabricación

En un taller de fabricación de muebles metálicos el proceso de producción comprende las siguientes fases:

FASE 1: Estampación de chapa. Se parte de bobinas de chapas de acero que se conforman con prensas. Las chapas están impregnadas de aceites para protegerlas de la corrosión.

FASE 2: Fabricación. Las piezas de chapán se unen entre sí con soldadura eléctrica al arco. La soldadura se realiza con máquinas de electrodo continuo con aporte de un gas de protección (CO₂). El electrodo contiene cobre. La unión de bisagras se realiza mediante soldadura con soplete oxiacetilénico y material de aporte (varilla de aleación plata/cadmio).

FASE 3: Preparación para la pintura. Los muebles se desengrasan por inmersión en una cuba de tricloroetileno. El local de desengrase es independiente y está separado de los locales de fabricación y pintura.

FASE 4: Pintado. Los muebles se pintan en una instalación ubicada en un local separado. El sistema es de una pistola aerográfica.

EJERCICIO A: Para cada una de las fases identifique el contaminante y el origen del mismo.

B.- Medición de la concentración de Contaminantes Químicos

Para evaluar la exposición a vapores de disolventes en la operación de pintado del apartado anterior, se ha realizado una toma de muestra personal de aire en la zona respiratoria del trabajador. Esto implica calibración de una bomba de muestreo, obtención de la muestra personal en un tubo de relleno de carbón activo, análisis de la muestra en un laboratorio y cálculo de la concentración a partir de los datos de calibración de la bomba y de los resultados remitidos por el laboratorio.

Calibración de la bomba. Volumen 100 ml (V) y tiempo 50 segundos (t).
Determine el caudal (Q) de la bomba en litros minutos sabiendo que $Q = V/t$.

Datos del muestreo. La hora de inicio del muestreo 11 horas con 10 minutos; hora final del muestreo 13 horas con 10 minutos. Los resultados del laboratorio (mg) de Xileno, acetato de butilo y acetona fueron 4.2, 1.6 y 1.2, respectivamente.

EJERCICIO B: Determine la concentración de cada uno de los disolventes.

C.- Evaluación de la exposición a Contaminantes Químicos

La jornada en el puesto de trabajo en el que se ha obtenido la muestra del ejercicio anterior es de 8 horas y 20 minutos con unas pausas totales de 40 minutos/día. Los valores de referencia TLV para los contaminantes detectados son: xileno: 441 mg/m³; acetato de butilo: 724 mg/m³; acetona: 1205 mg/m³.

% EMP = (concentración X tiempo de exposición/TLW x 8) X 100

NOTA: el tiempo de exposición debe estar en horas

EJERCICIO C: Determine el porcentaje de exposición máxima permitida (EMP) y sugiera acciones preventivas para este puesto de trabajo.

D.- Control de la contaminación mediante ventilación general

En la instalación de desengrase del primer ejercicio se consumen, por término medio, 15 kg de tricloroetileno por día de trabajo (la instalación de desengrase está funcionando 10 horas diarias).

EJERCICIO D: Suponiendo que este consumo de tricloroetileno sea debido a evaporación, calcular el caudal de ventilación necesario en el local de desengrase. EL TLV del tricloroetileno es 273 mg/m³.

SOLUCIÓN A

Proceso/Tarea	Contaminante	Origen
ESTAMPACIÓN	• Aceite	Manipulación de chapas engrasadas
FABRICACIÓN	• Humos de soldadura	• Metales constituyentes de la chapa (hierro, manganeso). • Metales del electrodo (cobre, plata, cadmio). • Productos de combustión del aceite. • Gases de protección de la soldadura (CO₂). • Gases formados por la radiación y calor de la soldadura (ozono, óxidos de nitrógeno).
DESENGRASE	• Vapores de tricloroetileno	• Evaporación del tricloroetileno contenido en la cuba. • Extracción de las piezas de la cuba impregnadas con líquidos).
PINTURA	• Vapores de los disolventes de la pintura • Partículas de la pintura	• Una composición típica de los disolventes es: Tolueno, Xileno, Acetato de butilo, Acetona). • Las partículas de pintura pueden contener: plomo, cromo y cinc. • En un caso real lo mejor es consultar al fabricante para saber que sustancias químicas forman parte de la formulación de las pinturas.

SOLUCIÓN B

$$\text{Caudal (Q)} = \text{Volumen (V)} / \text{tiempo (t)}$$

$$0.12 \text{ litros/minuto}$$

(Nota: el volumen hay que cambiarlo a litros = 0.100 litros y el tiempo a minutos = 0.83 minutos)

$$\text{Concentración de cada uno de los disolventes (C = miligramos/ m3)}$$

$$\text{Volumen} = \text{Caudal} \times t$$

$$0.12 \text{ litro/minuto} \times 120 \text{ minutos} = 14.4 \text{ litros}$$

$$\text{Volumen en m3: } 14.4 / 1000 = 0.0144 \text{ m3 (Nota } 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros)}$$

$$\text{Concentración de Xileno: } 4.2 / 0.0144 = 292$$

$$\text{Concentración de Acetato de butilo: } 1.6 / 0.0144 = 111$$

$$\text{Concentración de acetona: } 1.2 / 0.0144 = 83$$

SOLUCIÓN C**Tiempo de exposición**

$$8 \text{ horas y } 20 \text{ minutos} - 40 \text{ minutos} = 7 \text{ horas y } 40 \text{ minutos (6 7.66 horas)}$$

$$\text{Xileno: \% EMP} = (292 \times 7.66 / 441 \times 8) \times 100 = 63 \%$$

$$\text{Acetato de butilo: \% EMP} = (111 \times 7.66 / 724 \times 8) \times 100 = 15 \%$$

$$\text{Acetona: \% EMP} = (83 \times 7.66 / 1205 \times 8) \times 100 = 7 \%$$

Al ser los tres disolventes químicamente similares el efecto es aditivo por lo que el % EMP = 85 %
Si observamos la figura valoración y toma de decisiones (pág. 46) podemos concluir que debemos realizar tanto controles ambientales como biológicos. Asimismo se deberán tomar medidas de corrección colectivas (por ejemplo, ventilación)

SOLUCIÓN D

Para asegurar que se mantengan los niveles del tricloroetileno en valores inferiores al TLV, se deberá suministrar un caudal de aire tal que se mantengan la concentración del mismo en cantidades inferiores. Por tanto:

$$\text{Cantidad de contaminante generado por hora: } 1500 \text{ g/hora}$$

$$\text{Concentración deseada: } 273 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{Factor de seguridad : } 5$$

$$Q = \text{Factor de seguridad} \times \text{cantidad de contaminante/ hora} \times 1000 / \text{TLV}$$

$$Q = 5 \times 1500 \times 1000 / 273 = 28000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Riesgo Químico

Legislación

En este capítulo se recogen los enunciados de la legislación vigente relacionada con los riesgos a los que se exponen los trabajadores que desarrollan su actividad laboral en presencia de agentes químicos y sustancias peligrosas.

Real Decreto 374/2001, de 06/04/2001, Sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los AGENTES QUÍMICOS durante el trabajo. (BOE nº 104, de 01/05/2001) y sus modificaciones.

Reglamento 1907/2006, de 18/12/2006, Relativo al Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias y Preparados Químicos (REACH). Se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos y, se modifican y derogan disposiciones de referencia en este ámbito. (DOCE nº L 396, de 30/12/2006).

Real Decreto 363/1995, de 10/03/1995, Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de SUSTANCIAS PELIGROSAS. (BOE nº 133, de 05/06/1995) y sus modificaciones.

Real Decreto 255/2003, de 28/02/2003, Se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de PREPARADOS PELIGROSOS. (BOE nº 54, de 04/03/2003) y sus modificaciones.

Real Decreto 379/2001, de 06/04/2001, APQ - Aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7. (BOE nº 112, de 10/05/2001) y sus modificaciones.

Real Decreto 665/1997, de 12/05/1997, Sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a AGENTES CANCERÍGENOS durante el trabajo. (BOE nº 124, de 24/05/1997) y sus modificaciones.

Real Decreto 349/2003, de 21/03/2003, Se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a AGENTES CANCERÍGENOS durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos y sus modificaciones.

Real Decreto 396/2006, de 31/03/2006, Se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los Trabajos con Riesgo de Exposición al AMIANTO. (BOE nº 86, de 11/04/2006) y sus modificaciones.

Reglamento 850/2004, de 29/04/2004, Sobre CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES y por el que se modifica la Directiva 1979/117/CE. (DOCE nº L 158, de 30/04/2004) y sus modificaciones.

Real Decreto 551/2006, de 05/05/2006, Se regulan las operaciones de Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera en territorio español. (BOE nº 113, de 12/05/2006) y sus modificaciones.

Real Decreto 412/2001, de 20/04/2001, Se regulan diversos aspectos relacionados con el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril. (BOE nº 110, de 08/05/2001) y sus modificaciones.

Real Decreto 1253/1997, de 24/07/1997, Sobre condiciones mínimas exigidas a los BUQUES que transporten MERCANCÍAS PELIGROSAS o Contaminantes, con origen o destino en puertos marítimos nacionales. (BOE nº 198, de 19/08/1997) y sus modificaciones.

Real Decreto 1749/1984, de 01/08/1984, Se aprueba el Reglamento Nacional sobre Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por Vía AÉREA y las Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgo de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea. (BOE nº 236, de 02/10/1984) y sus modificaciones.

Real Decreto 1254/1999, de 16/07/1999, Se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los ACCIDENTES GRAVES en los que intervengan Sustancias Peligrosas. (BOE nº 172, de 20/07/1999).

Real Decreto 1196/2003, de 19/09/2003, Se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de ACCIDENTES GRAVES en los que intervienen SUSTANCIAS PELIGROSAS. (BOE nº 242, de 09/10/2003).

Riesgo Químico

Análisis del REACH

El Reglamento REACH (CE 1907/2006) es un sistema integrado único para el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos, que tiene como principal objetivo garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y del medio ambiente.

Este Reglamento se basa en el principio de que corresponde a los fabricantes, importadores, productores y usuarios intermedios garantizar que sólo fabrican, comercializan o usan sustancias que no afectan negativamente a la salud humana o al medio ambiente.

Lo dispuesto en este Reglamento se basa en el principio de la precaución.

El Reglamento CE 1907/2006, más conocido por su acrónimo en inglés REACH (registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas), fue aprobado por el Parlamento Europeo el 13 de Diciembre de 2006 y por el Consejo de la Unión Europea el 18 de Diciembre. Finalmente ha sido publicado en el DOUE el Sábado 30 de Diciembre (L 396, p. 1-852).

El documento consta de 852 páginas; las primeras 40 contienen los 131 considerandos de esta norma. Los 141 artículos que componen el REACH están contenidos en las siguientes 193 páginas (páginas 41 a 234). Las siguientes 618 páginas contienen los 17 anexos para la aplicación del Reglamento.

El artículo 141.1 indica que el Reglamento entró en vigor el **1 de Junio de 2007**. Las obligaciones asociadas al registro de las sustancias por sí mismas, en preparados

o en artículos (Título II, artículos 62 al 95) y de clasificación y etiquetado de las sustancias (Título XI, artículos 112 al 116), entre otras, entró en vigor el **1 de Junio de 2008** (artículo 141.2).

Las sustancias sometidas a la aplicación de REACH, y las exentas, se describen en el artículo 2 y Anexos IV y V.

Los productos químicos definidos como “sustancias en fase transitoria” (artículo 3.20), tienen diferentes plazos para efectuar su pre-registro y posterior registro en función de su “riesgo” inherente y del tonelaje:

1 de Junio de 2008 a 1 de Diciembre de 2008

Prerregistro de sustancias en fase transitoria (artículo 28).

1 de Junio de 2008 a 1 de Diciembre de 2010

Registro de sustancias en fase transitoria con tonelaje igual o superior a 1.000 t/año y sustancias “de riesgo” con tonelaje igual o superior a 1 t/año (artículo 23.1).

1 de Junio de 2008 a 1 de Junio de 2013

Registro de sustancias en fase transitoria con tonelaje igual o superior a 100 t/año (artículo 23.2).

1 de Junio de 2008 a 1 de Junio de 2018

Registro de sustancias en fase transitoria con tonelaje igual o superior a 1 t/año (artículo 23.3).

El registro debe realizarse según las normas recogidas en los artículos indicados a continuación:

Caso general para el registro de sustancias:

Artículo 10.- Información que deberá presentarse para el registro general.

Artículo 12.- Información que deberá presentarse en función del tonelaje.

Artículo 14.- Informe sobre la seguridad química y obligación de aplicar y recomendar medidas de reducción de riesgos.

Caso simplificado para el registro de sustancias intermedias (según se definen en el artículo 3.15).

Artículo 17.- Registro de sustancias intermedias aisladas in situ

Artículo 18.- Registro de sustancias intermedias aisladas transportadas

Principales objetivos del REACH

El REACH abarca la fabricación, importación y uso de sustancias y preparados químicos y artículos que los contengan y pretende:

- Garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y el medio ambiente.
- Mantener y reforzar la competitividad e innovación de la industria química en la Unión Europea, favoreciendo la libre circulación de sustancias en el mercado interior.

Otros aspectos relevantes de esta normativa:

- Desarrollar mecanismos y procedimientos más eficaces, que hagan recaer sobre la industria una mayor responsabilidad en materia de suministro de información sobre los peligros y las medidas de reducción del riesgo de las sustancias químicas utilizadas.
- Favorecer la comunicación eficaz a través de la cadena de suministro industrial de uso seguro de sustancias que incluya la información sobre los riesgos químicos y el modo en que pueden gestionarse, con el fin de reducir los riesgos de los trabajadores, los consumidores y el medio ambiente.
- Desarrollar nuevas metodologías de evaluación, fomentando el uso de métodos alternativos y la transparencia en la difusión de los resultados.

El REACH pretende garantizar el uso seguro de las sustancias químicas y generará una gran cantidad de información. Por ello, a medida que se vaya implementando podremos observar mejoras significativas en la evaluación y gestión de los riesgos laborales para los consumidores y para el medio ambiente.

Para conseguir sus objetivos, el REACH establece una serie de obligaciones para los fabricantes, productores e importadores, así como los usuarios industriales y profesionales de las sustancias químicas como tales, en forma de preparados y/o contenidas en artículos.

Registro

El fabricante o importador de una sustancia en cantidades iguales o superiores a 1 tonelada anual deberá presentar una solicitud de registro a la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA). En determinadas circunstancias esta obligación también afecta a los productores de artículos.

Para las sustancias que ya se producen o importan actualmente, se establece una fase transitoria en la que las empresas deberán realizar un pre-registro ante la Agencia Europea con el fin de no duplicar el trabajo ni los ensayos que deben realizarse. Este pre-registro se debe realizar desde el 1 de junio de 2008 hasta el 1 de diciembre de 2008. Posteriormente a estas fechas, las sustancias que actualmente se fabrican o importan y no hayan sido pre-registradas tendrán que cumplir los mismos requisitos que las sustancias de nueva fabricación/ importación.

Las sustancias que entren en esta fase transitoria se irán registrando posteriormente en función de su peligrosidad y de su tonelaje de fabricación/ importación anual.

Evaluación

La Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos evaluarán las solicitudes de registro.

Con el fin de garantizar un enfoque armonizado, la Agencia desarrollará, en cooperación con los Estados Miembros, criterios de riesgos basados en la información sobre los peligros, exposición y/o tonelaje, para priorizar y seleccionar las sustancias para las que se deba realizar una evaluación en profundidad.

Autorización

El objetivo de la autorización es garantizar que los riesgos derivados de sustancias identificadas como altamente preocupantes, estén adecuadamente controlada y que dichas sustancias sean progresivamente sustituidas en último término por sustancias o tecnologías alternativas adecuadas. A este fin, todos los fabricantes, productores, importadores y usuarios intermedios que solicitan autorizaciones analizarán la disponibilidad de alternativas y considerarán los riesgos.

Restricciones

Si existe un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente derivado de la fabricación, uso y comercialización de sustancias y al que deba hacerse frente a escala comunitaria, se establecerán restricciones en relación a su fabricación, uso y comercialización.

Al adoptar este tipo de decisión se tendrán en cuenta las consecuencias socioeconómicas de la restricción y la disponibilidad de alternativas.

La restricción se puede referir a la limitación de uso o bien a la prohibición de puesta en el mercado.

Cómo prepararse para el REACH

1º. Realice un inventario de todas las sustancias químicas con sus números de identificación CAS, CE, etc. incluyendo las sustancias presentes en preparados y artículos.

2º. Determine las toneladas por año de cada una de las sustancias.

3º. Identifique la clasificación de peligrosidad de cada una de las sustancias.

4º. Elabore una lista de sus suministradores y clientes para cada sustancia.

5º. Si es usuario de sustancias o preparados químicos, comuníquese con sus proveedores, distribuidores y los usuarios de sus sustancias y preparados.

6º. Portal de información del centro de referencia REACH (PIR).

El portal de información sobre REACH (PIR) se ha creado con la finalidad de informar y asesorar sobre temas relativos a la aplicación del REACH. Para ello cuenta con un grupo técnico que proporcionará información específica sobre el reglamento.

<http://www.reach-pir.es>

Este portal es el canal principal para que las empresas envíen información a la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA).

Ante el incremento de consultas recibidas y para evitar saturaciones en la página web del Centro de Referencia REACH, se ha establecido una copia duplicada de la página web en la siguiente dirección:

<http://www.inia.es/reach>

3

Riesgo Físico

/ RUIDO

/ VIBRACIONES

/ RADIACIONES

Riesgo Físico

RUIDO

Caracterización

Todos estamos sometidos a un alto nivel de ruido, tanto en nuestras casas (gestión medioambiental) como en nuestro trabajo (prevención de riesgos laborales). Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB(A), como el límite superior deseable. En España, se establece como nivel de confort acústico los 55 dB(A). Por encima de este nivel, el sonido resulta pernicioso para el descanso y la comunicación.

Según estudios de la Unión Europea (2005): 80 millones de personas están expuestos diariamente a niveles de ruido ambiental superiores a 65 dB(A) y otros 170 millones, lo están a niveles entre 55-65 dB(A).

Las principales causas de la contaminación acústica son aquellas relacionadas con las actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras. Es por esto que desde el punto de vista integrador de la prevención de riesgos laborales y de la gestión medioambiental, se contribuye a mitigar esta contaminación acústica, pues si se previene en origen, se mitigan o eliminan los focos emisores y se disminuye la contaminación acústica de la empresa así como de su entorno. El alto grado de mecanización de las industrias, el aumento exponencial del tráfico, etc, incide en la contribución de las empresas a los niveles de contaminación acústica.

El ruido daña seriamente la salud de las personas e interfiere con las actividades cotidianas en el trabajo, en casa y durante el tiempo de ocio, produciendo daños fisiológicos y psicológicos, lo cual, afecta seriamente la calidad de vida en nuestra sociedad.

Este hecho es particularmente notable en el Corredor del Henares, zona con una alta densidad tanto de población como de industria. Muy vertebrado por vías de comunicación terrestre (contaminación acústica del tráfico rodado y ferroviario) y con otros elementos muy contaminantes desde el punto de vista acústico, como es la presencia de dos aeropuertos, el de Barajas y el de Torrejón de Ardoz, que tienen sus sendas de aproximación y las salidas estándar sobre algunas de las ciudades de mayor población del Corredor, hecho que no hace si no aumentar el impacto negativo de la contaminación acústica.

Definiciones

Sonido

Es un movimiento ondulatorio con una intensidad y frecuencia determinada que se transmite en un medio elástico (Aire, Agua o Gas), generando una vibración acústica capaz de producir una sensación auditiva.

Ruido

Algún sonido indeseado, o bien todo sonido no deseado. Sonido inarticulado y confuso más o menos fuerte.

Ruido ambiental

El sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el anexo I de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. (Según RD 1513/05)

Contaminación acústica

Presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente (según L37/03). El término contaminación acústica hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas.

Este término está estrechamente relacionado con el ruido debido a que ésta se da cuando el ruido es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos para una persona o grupo de personas.

Aglomeración

La porción de un territorio, con más de 100.000 habitantes, delimitada por la administración competente que es considerada zona urbanizada por la administración competente (RD 1513/05).

Área acústica

Ámbito territorial, delimitado por la Administración competente, que presenta el mismo objetivo de calidad acústica.

Calidad acústica

Grado de adecuación de las características acústicas de un espacio a las actividades que se realizan en su ámbito.

Decibelio (A)

Escala de medida de niveles de ruido que compensa las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del rango auditivo, siguiendo la línea isofónica de 40 fonos. Para adecuar las mediciones del sonómetro a la sensibilidad del oído humano se emplean diferentes filtros, siendo el A el que logra un registro idéntico al que percibe el oído humano. Se representa como dB (A).

Decibelio (C)

Escala de medida de niveles de ruido que compensa las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del rango auditivo, siguiendo la línea isofónica de 100 fonos. Se representa como dB (C).

Efectos nocivos

Los efectos negativos sobre la salud humana o sobre el medio ambiente.

Emisor acústico

Cualquier actividad, infraestructura, equipo, maquinaria o comportamiento que genere contaminación acústica.

Evaluación acústica

El resultado de aplicar cualquier método que permita calcular, predecir, estimar o medir la calidad acústica y los efectos de la contaminación acústica.

Gran eje viario

Cualquier carretera con un tráfico superior a 3 millones de vehículos por año.

Gran eje ferroviario

Cualquier vía férrea con un tráfico superior a 30.000 trenes por año.

Gran aeropuerto

Cualquier aeropuerto civil con más de 50.000 movimientos por año, considerando como movimientos tanto los despegues como los aterrizajes, con exclusión de los que se efectúen únicamente a efectos de formación en aeronaves ligeras.

Índice de emisión

Índice acústico relativo a la contaminación acústica generada por un emisor.

Índice de inmisión

Índice acústico relativo a la contaminación acústica existente en un lugar durante un tiempo determinado.

Índice de ruido

Una magnitud física para describir el ruido ambiental, que tiene una relación con un efecto nocivo.

Molestia

El grado de perturbación que provoca el ruido o las vibraciones a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno.

Mapa de ruido

La presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un índice de ruido, en la que se indicará la superación de cualquier valor límite pertinente vigente, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un índice de ruido en una zona específica.

Relación dosis-efecto

La relación entre el valor de un índice de ruido y un efecto nocivo.

Sonómetro

Instrumento de medida usado para medir el nivel sonoro, con ponderación de frecuencia y exponencial de tiempo promediado.

Valor límite de emisión

Valor del índice de emisión que no debe ser sobrepasado, medido con arreglo a unas condiciones establecidas.

Valor límite de inmisión

Valor del índice de inmisión que no debe ser sobrepasado en un lugar durante

un determinado período de tiempo, medido con arreglo a unas condiciones establecidas.

Zonas de alta sensibilidad acústica

Son áreas acústicas en las que es precisa una protección alta contra el ruido, como espacios protegidos, zonas docentes, sanitarias, etc..

Zonas de moderada sensibilidad acústica

Se refieren a aquellas áreas que admiten una percepción media del nivel sonoro, como zonas residenciales, turísticas, etc...

Zonas de baja sensibilidad acústica

Áreas que admiten una percepción del nivel sonoro elevada, como actividades de restauración, de ocio o sector terciario (locales comerciales).

Zonas de protección acústica especial (L37/2003)

Son áreas acústicas en las que se incumplen los objetivos aplicables de calidad acústica, aun observándose por los emisores acústicos los valores límite de emisión. Una vez declaradas, procede la elaboración de planes zonales para la mejora acústica progresiva del medio ambiente en aquéllas, hasta alcanzar los objetivos de calidad acústica correspondientes.

Zonas de situación acústica especial (L37/2003)

Áreas en las que los planes zonales han fracasado en rectificar la situación, admitiendo la inviabilidad de que se cumplan en ella tales objetivos a corto plazo, pero previendo medidas correctoras encaminadas a mejorar los niveles de calidad acústica a largo plazo y asegurar su cumplimiento, en todo caso, en el ambiente interior.

Magnitudes de ruido

Los fenómenos que percibimos como sonido son vibraciones, y físicamente es equivalente considerarlas como desplazamientos oscilatorios (en dos direcciones opuestas) de las moléculas del aire, o como alteraciones de presión también oscilatorias. Estas alteraciones inciden sobre el tímpano, y a través de los huesos del oído medio, son conducidas al oído interno, donde producen alteraciones electroquímicas que llegan hasta el cerebro por los nervios auditivos.

De forma similar a lo que ocurre con la radiación electromagnética, el oído humano es capaz de percibir las perturbaciones de presión de las ondas acústicas. Aquí hay dos aspectos importantes a considerar: Uno es relativo a las frecuencias perceptibles; el otro a la energía necesaria para que la onda sea perceptible.

Frecuencia (f)

La frecuencia de una onda sonora, es el número de veces que dicho fenómeno se repite por unidad de tiempo. Se expresa en hertzios (Hz) o ciclos por segundo. La gama de frecuencias audibles por el oído humano está comprendida entre los 20 Hz y los 20.000 Hz (rango de frecuencias audibles). La frecuencia principal de un sonido determina su tono característico (que es como es percibida por el oído). Frecuencias elevadas son percibidas como tonos agudos y las bajas como tonos graves. Si un sonido está compuesto por una sola frecuencia, se denomina puro, pero lo más habitual es que los sonidos estén compuestos por complejas combinaciones de frecuencias o tonos, sobre todo los ruidos urbanos e industriales.

Periodo (T)

Tiempo que se tarda en realizar una oscilación completa, medido en segundos.
 $T = 1/f$

Velocidad del sonido (c)

Es la velocidad a la que viajan las ondas sonoras. Se mide en metros/segundo. A una temperatura media de 20 °C es de 344 m/s.

Longitud de onda (lambda)

Es la distancia en metros que recorre un frente de ondas en un periodo completo de oscilación.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Una longitud de onda larga corresponde a una frecuencia baja, mientras que una longitud de onda corta corresponde a una frecuencia alta. Las longitudes de onda de las frecuencias audibles oscilan entre 1.7 cm y 17 metros.

Potencia sonora

Es la energía acústica radiada por una fuente sonora en unidad de tiempo. Se mide en vatios/segundo.

Intensidad sonora

Intensidad sonora en un punto, en una dirección determinada, es la potencia sonora media transmitida por unidad de tiempo, en la dirección considerada por unidad de superficie normal a dicha dirección en ese punto. Es el grado de energía de la onda sonora. Se mide en vatios/m². es una magnitud más representativa que la potencia y es totalmente objetiva. Se acepta que la intensidad del sonido más tenue perceptible por el oído humano normal es de 10⁻¹² W/m², y que 1 W/m² es el umbral del dolor. Precisamente este enorme rango de intensidades sonoras perceptibles por el oído ha motivado que, se utilice para su medición no una escala

lineal, sino logarítmica.

Presión acústica

Es la variación instantánea de la presión atmosférica en un punto como consecuencia de la propagación a través del aire de una onda sonora. Se mide en newton/unidad de superficie (N/m^2) o pascales ($1\text{Pa}=\text{N/m}^2$). El intervalo de audición de una persona sana es de 200 Pa y $20 \cdot 10^6$ Pa.

Nivel de presión acústica (L_p)

Otra forma de referirse a la energía transportada por un sonido es su nivel de presión o volumen acústico, que depende de la amplitud de la vibración. Es importante señalar que la misma frecuencia nos parece de tono distinto cuando cambia su intensidad y que niveles elevados se consideran dañinos para la salud y pueden llegar a producir sensaciones dolorosas. El nivel acústico se mide en Bels (B), pero se emplea por motivos prácticos el decibelio (dB) que es la décima parte ($1\text{B} = 10 \text{ dB}$), que es una unidad adimensional resultado del cociente de dos magnitudes, una cantidad medida, y otra que se toma como referencia, expresado en escala logarítmica:

$$L_p = 20 \times \log \frac{P_1}{P_0} \text{ (dB)}$$

En donde P_1 es la presión del sonido a estudiar, y P_0 es la presión umbral de audición, que equivale a $2 \times 10^{-6} \text{Pa}$.

SENSACIÓN AUDITIVA EN FUNCIÓN DEL L_p

Presión Acústica (μPa)	Nivel de Presión Acústica (dB)	Sensación auditiva
$2 \cdot 10^8$	140	Intolerable
$2 \cdot 10^7$	120	Doloroso
$2 \cdot 10^6$	100	Muy ruidoso
$2 \cdot 10^5$	80	Ruido alto
$2 \cdot 10^4$	60	Ruido moderado
$2 \cdot 10^3$	40	Ruido bajo
$2 \cdot 10^2$	20	Silencio
$2 \cdot 10^1$	0	Umbral audición

Índices de ruido

(Según RD 1513/2005 de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental)

L_{den} (Índice de ruido día-tarde-noche)

El índice de ruido asociado a la molestia global (Anexo I RD 1513/2005).

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_e + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n + 10}{10}} \right)$$

L_d (Índice de ruido día)

El índice de ruido asociado a la molestia durante el período día, que se describe en el anexo I RD 1513/2005. Equivalente al L_{day} (Indicador de ruido diurno).

L_n (Índice de ruido noche)

El índice de ruido correspondiente a la alteración del sueño, que se describe en el anexo I RD 1513/2005. Equivalente al L_{night} (Indicador de ruido en periodo nocturno).

Valor límite

Un valor de L_{den} o L_n , que no deber ser sobrepasado y que, de superarse, obliga a las autoridades competentes a prever o a aplicar medidas tendentes a evitar tal superación. Los valores límite pueden variar en función de la fuente emisora de ruido (ruido del tráfico rodado, ferroviario o aéreo, ruido industrial, etc.), del entorno o de la distinta vulnerabilidad al ruido de los grupos de población; pueden ser distintos de una situación existente a una nueva situación (cuando cambia la fuente de ruido o el uso dado al entorno).

(Según RD 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido)

Nivel de presión acústica ponderado A, L_{pA}

Valor del nivel de presión acústica, en decibelios, determinado con el filtro de ponderación frecuencial A, dado por la siguiente expresión:

$$L_{pA} = 10 \lg \left(\frac{P_A}{P_0} \right)^2$$

donde P_A es el valor eficaz de la presión acústica ponderada A, en pascales.

Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$

El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \right]$$

donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

Nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$

Nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \frac{T}{8}$$

donde T es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día. Se considerarán todos los ruidos existentes en el trabajo, incluidos los ruidos de impulsos.

Si un trabajador está expuesto a «m» distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se ha analizado cada uno de ellos separadamente, el nivel de exposición diario equivalente se calculará según las siguientes expresiones:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1(L_{Aeq,d})_i} = 10 \lg \frac{1}{8} \sum_{i=1}^{i=m} T_i \cdot 10^{0,1L_{Aeq,Ti}}$$

donde $L_{Aeq,Ti}$ es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente al tipo de ruido «i» al que el trabajador está expuesto T_i horas por día, y $(L_{Aeq,d})_i$ es el nivel diario equivalente que resultaría si solo existiese dicho tipo de ruido.

Es decir, el nivel de ruido equivalente representa en forma de nivel de ruido, la energía que el trabajador recibe durante el tiempo de exposición, que en materia de prevención de riesgos laborales, se establece como 8 horas/día.

Nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$

El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,s} = 10 \lg \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1L_{Aeq,di}}$$

donde «m» es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y $L_{Aeq,di}$ es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente al día «i». en materia de prevención de riesgos laborales se tiene en cuenta la referencia de 40 horas/semana. Pero si el trabajador en realidad tiene una jornada más amplia, hay que tenerlo en cuenta.

Nivel de pico, L_{pico}

Es el nivel, en decibelios, dado por la expresión:

$$L_{pico} = 10 \lg \left(\frac{P_{pico}}{P_0} \right)^2$$

donde P_{pico} es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascles) a que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación frecuencial C y P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascles).

Tipos de ruido / Clasificación

Los ruidos pueden ser de naturaleza diversa, y hay que tenerlo en cuenta a la hora de su evaluación y control. Las características que influyen en mayor o menor medida son:

- El nivel de intensidad o presión sonora
- El espectro de frecuencias
- El comportamiento en el tiempo

A continuación se definen las características de algunos de los tipos de ruidos más comunes que podemos encontrar en los ambientes urbanos e industriales o aquellos usados en su evaluación:

Ruido continuo

Aquel en el que el nivel de presión acústica se mantiene constante en el tiempo y si posee máximos, no son superiores a un segundo. Normalmente se considera

que es constante si la variación del nivel no excede los 5 dB. Este ruido lo origina maquinaria que funciona uniformemente sin interrupción, como por ejemplo equipos de proceso, ventiladores, bombas, etc...

Ruido aleatorio

Está definido por una presión sonora fluctuante. Un ejemplo de fuente es el paso de un tren.

Ruido de fondo

Es el ruido del entorno próximo, resultante de una composición de sonidos de fuentes más o menos cercanas.

Ruido intermitente

Aquel cuyo nivel desciende bruscamente hasta el nivel de ruido de fondo varias veces durante un periodo de tiempo. Se mide el índice de exposición sonora que tiene en cuenta tanto el nivel sonoro como la duración del suceso. Este ruido está producido por ejemplo por el paso de los aviones.

Ruido de impulso o de impacto

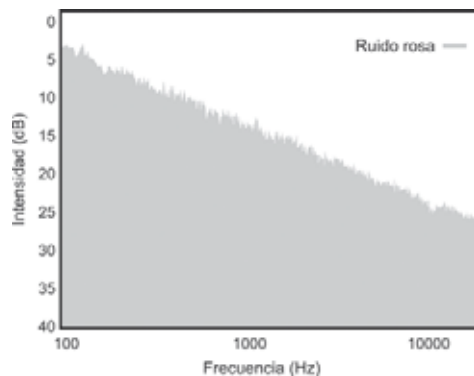
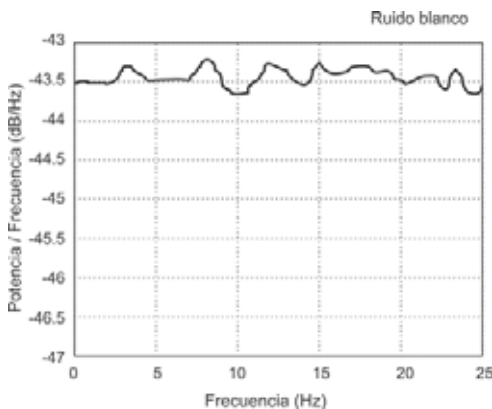
Breves variaciones de presión sonora que exceden significativamente el nivel de presión sonora ambiente. Ejemplos de fuentes: impactos, explosiones,...

Ruido blanco

Aquel cuyo nivel de presión sonora medido con un analizador, es constante en un amplio margen de frecuencias. Se dice que su espectro sonoro es plano.

Ruido rosa

Es aquel en el que todas las componentes nos dan el mismo nivel subjetivo, es decir, es el ruido blanco, pero con una pendiente de -3dB. Esto es, el ruido blanco, pero más pobre en frecuencias altas.



Características del ruido

Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como otros tipos de contaminación, puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente y sus efectos pueden permanecer de manera irreversible en el tiempo.

Está demostrado, que se corre el riesgo de una disminución importante en la capacidad auditiva, así como la posibilidad de trastornos que van desde lo psicológico (paranoia, perversión) hasta lo fisiológico por la excesiva exposición a la contaminación sónica.

Riesgo Físico

RUIDO

Efectos

De acuerdo con el Programa Internacional de Seguridad Química, los efectos nocivos del ruido se definen como aquellos cambios morfológicos o fisiológicos de los organismos, que originan un deterioro de la capacidad funcional, una disminución de la capacidad de compensar estrés adicional o el incremento de la susceptibilidad ante los efectos dañinos de otras influencias medioambientales. Esta definición incluye una disminución, temporal o a largo plazo, del funcionamiento físico, psicológico o social de los humanos o de alguno de sus órganos.

A la hora de considerar los diferentes efectos del ruido, es necesario tener en cuenta que existe una serie de grupos de individuos más vulnerables como son:

- Personas con enfermedades o problemas médicos específicos como hipertensión.
- Personas internadas en hospitales o convalecientes en casa.
- Individuos que realizan tareas cognitivas complejas.
- Personas con alguna discapacidad sensorial como ciegos o sordos
- Fetos, bebés. niños pequeños o ancianos.

A continuación, se citan los distintos efectos que la contaminación acústica puede causar. Normalmente es habitual que se produzca una combinación de efectos, debido a la existencia de diferentes fuentes generadoras de ruidos. Así, por ejemplo, es posible que el ruido pueda interferir la comunicación oral durante el día y perturbar el sueño durante la noche.

Efectos del ruido sobre la audición

Alteraciones temporales del umbral auditivo (fatiga auditiva)

Definimos la fatiga auditiva como la disminución temporal de la audición que aparece tras la exposición prolongada a un ruido intenso fatigante. También se conoce como Cambio Temporal del Umbral Auditivo (Temporary Threshold Shift, TTS).

Una vez cesa la exposición al ruido que lo ha provocado, la fatiga disminuye gradualmente hasta alcanzar la completa recuperación. El tiempo de recuperación depende tanto de la intensidad del ruido al que se ha estado expuesto como la sensibilidad individual de la persona.

Si el oído es expuesto de nuevo a altos niveles de ruido antes de recuperarse, se producirá un nuevo cambio en el umbral auditivo que podría transformarse en permanente si la exposición a ruidos intensos se produce de forma habitual.

Acúfenos

Es la percepción de golpes o pitidos en el oído que no tienen su origen en ninguna fuente externa. También se conoce como tinitus.

La forma mas habitual tiene su origen en lesiones del oído interno por exposición a ruidos muy intensos.

En casos extremos puede provocar ansiedad y cambios en el carácter.

Perdida permanente de audición

También se conoce como Desplazamiento Permanente del Umbral Auditivo (Permanent Threshold Shift, PTS).

A diferencia del la fatiga auditiva, en este caso la pérdida de audición no es reversible y no hay posibilidad de recuperación.

Puede surgir como resultado de un trauma acústico o por el efecto acumulativo de las exposiciones repetidas al ruido durante largos periodos de tiempo (esta última causa es la más frecuente) que causan una lesión en el oído interno.

Trauma acústico

También conocido como sordera por ruido. Se ocasiona cuando una persona se expone a sonidos intensos que pueden ser continuos o generados por un solo evento que sea excesivo, como una explosión, y que rebasan los 90 db ocasionando lesiones en las células del órgano de Corti, localizado en el oído interno y encargado de percibir y decodificar los sonidos.

El trauma acústico depende de la intensidad del sonido, tiempo de exposición, sensibilidad del oído y tono del sonido, ya que son mucho más agresivos los tonos agudos que los graves.

Las consecuencias del ruido generalmente no se manifiestan hasta años después con una disminución severa de la agudeza auditiva o en el peor de los casos, con una sordera permanente.

El estrés como efecto del ruido

Una de las consecuencias “no auditivas” del ruido es el aumento de hormonas relacionadas con el estrés.

Según una encuesta realizada por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación a 800 vecinos de diez ciudades españolas con más de 250.000 habitantes, provoca estrés, ansiedad y falta de concentración o de comprensión a más del 27% de los habitantes de las grandes ciudades.

Según un informe de la Organización Mundial de la Salud, el ruido excesivo es factor constante de estrés y causa importante de mortandad en todo el mundo. Tan sólo el ruido del tráfico contribuye a un 3 por ciento de las defunciones por ataques cardíacos o apopléjicos en Europa.

Interferencia con la comunicación

La capacidad de comunicación depende, entre otros, del ruido de fondo. El oído no distingue entre fuentes de ruido y la separación e identificación de las fuentes sonoras se da en el cerebro.

La voz humana produce sonido en el rango de 100 a 10000Hz, pero la información verbal se encuentra en el rango de los 200 a 6000Hz. La banda de frecuencia determinada para la inteligibilidad de la palabra, es decir entender palabra y frase, esta entre 500 y 2500 Hz. La interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamados de advertencia u otras indicaciones. En oficinas como

en escuelas y hogares, la interferencia en la conversación constituye una importante fuente de molestias.

Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento

El ruido presente en el entorno escolar y laboral determina la productividad y atención de las personas. La sucesión y repetición de sonidos innecesarios deteriora la productividad del ser humano, y un ruido repentino hace que actividades que precisen de una concentración mayor se realicen de forma inadecuada.

Los niños educados en ambientes ruidosos suelen estar menos atentos a las señales sonoras y se advierten perturbaciones en su capacidad de escuchar. En los centros escolares cercanos a vías de circulación de alto tráfico o cercanos a aeropuertos, se ha detectado un retraso en el aprendizaje de la lectura. Para lograr una buena comunicación entre el profesor y los alumnos, el nivel de ruido no debe superar los 55 db(A). En centros escolares cercanos a vías de alta circulación, aeropuertos o líneas de ferrocarril, este nivel suele ser superado ampliamente, lo que dificulta la comprensión, aumenta la falta de concentración y la baja en el rendimiento.

Por ejemplo, en un estudio realizado por López Barrio *et al.* En 1992, que abordan el efecto del ruido de aviones y de tráfico rodado en dos escuelas próximas a un aeropuerto y una autopista, expuestas a niveles de ruido que oscilan entre 65-70 dB(A) Leq, y un pico de 103 dB(A) producido por los aviones. Los resultados de la mostraron que el ruido provoca el enmascaramiento de la voz de los profesores, interfiere en la comunicación entre el docente y el alumnado y reduce la capacidad de atención y concentración de los alumnos. Así mismo se comprobó que los niveles de aprendizaje mejoran con el aislamiento acústico del centro escolar.

En algunos casos estas consecuencias pueden ser duraderas, por ejemplo, los niños que están sometidos a una elevada intensidad de ruido, tienen un menor desempeño y un lento aprendizaje, por lo que pueden aprender a leer con mayor dificultad y con un menor dominio.

Los efectos del ruido sobre el rendimiento laboral se han estudiado tanto en laboratorio como en condiciones reales de trabajo. Los resultados han demostrado que el ruido suele tener escasos efectos sobre el rendimiento de trabajos repetitivos y monótonos e incluso lo mejora en algunos casos si es de nivel bajo o moderado. En cambio, los niveles de ruido altos pueden degradar el rendimiento laboral, sobre todo si la tarea es complicada o requiere hacer varias cosas a la vez. El ruido intermitente tiende a ser más perjudicial que el ruido continuo, sobre todo cuando los períodos de ruido son impredecibles e incontrolables. Algunas investigaciones

indican que en los ambientes ruidosos es menos probable que las personas se ayuden unas a otras y más probable que presenten comportamientos antisociales.

Trastornos del sueño

El ruido ambiental tiene una incidencia sobre el sueño, dificultando o retrasando su inicio, interrumpiéndolo y alterando su patrón cíclico.

Los ruidos durante el sueño no solo afectan al cerebro sino al resto de los componentes neuroendocrinos del organismo, dando lugar a una serie de reacciones fisiológicas (alteraciones del ritmo cardíaco y respiratorio, movimientos corporales, etc.) que afectan a la calidad del sueño.

En una encuesta realizada a 263 adultos españoles en 1989, el 59% tenía problemas de sueño provocados por ruido de tráfico, y el 49% se despertaba frecuentemente por este motivo.

La actividad cardiovascular se ve afectada por la presencia de un ruido de 45 db(A). Picos superiores a este nivel, aunque no interrumpan conscientemente el sueño, provocan una aceleración cardíaca intensa seguida de una ralentización con vasoconstricción periférica, a la que sigue una vasodilatación, lo que puede provocar una hipertensión crónica.

Los ruidos de baja intensidad también tienen efecto sobre el sueño, impidiendo que se alcance la fase de sueño profundo.

La incidencia del ruido sobre el sueño también alcanza la capacidad de concentración y productividad, alteraciones físicas y funcionales, sensación de fatiga y mal humor. No obstante, todavía no existen conclusiones definitivas sobre la relación entre la perturbación del sueño por el ruido ambiental y las consecuencias en la salud y bienestar general de las personas.

Malestar

Es el efecto más común e inmediato sobre las personas.

La sensación de molestia procede de la interferencia del ruido con la actividad que se está realizando, y también provoca sensación de intranquilidad, inquietud, depresión, ansiedad.

El nivel de malestar varía en función de la intensidad del ruido y del componente subjetivo como sensaciones desagradables asociadas a un determinado ruido o del grado de legitimación que el afectado atribuya a la fuente del ruido. La

intermitencia o no del ruido también influye sobre la intensidad máxima de cada episodio y sobre el número de estos.

Durante el día se suele experimentar malestar moderado a partir de los 50 decibelios, y fuerte a partir de los 55. En el periodo vespertino, en estado de vigilia, estas cifras disminuyen en 5 ó 10 decibelios.

Efectos sobre la salud mental

No hay conclusiones definitivas sobre la relación causa-efecto del ruido y las enfermedades mentales, pero se cree que puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes.

La exposición a altos niveles de ruido ocupacional se ha asociado con el desarrollo de neurosis, pero los resultados de la relación entre ruido ambiental y efectos sobre la salud mental todavía no son concluyentes. No obstante, los estudios sobre el uso de medicamentos, tales como tranquilizantes y pastillas para dormir, síntomas psiquiátricos y tasas de internamientos en hospitales psiquiátricos, sugieren que el ruido urbano puede tener efectos adversos sobre la salud mental.

Efectos socioeconómicos

Según la DG de Medio Ambiente de la Comisión de la UE, “en la actualidad [principios de 2001] las pérdidas económicas anuales en la Unión Europea inducidas por el ruido ambiental se sitúan entre los 13.000 y los 38.000 millones de euros. A esas cifras contribuyen, por ejemplo, la reducción del precio de la vivienda, los costes sanitarios, la reducción de las posibilidades de explotación del suelo y el coste de los días de abstención al trabajo”.

Otros efectos indirectos son la pérdida de productividad laboral, la disminución de ingresos por turismo, los daños materiales producidos en los edificios, etc.

Efectos sobre el ecosistema

Las investigaciones realizadas apuntan a efectos negativos sobre la nidificación de las aves, la comunicación de los mamíferos marinos y otros que no están bien definidos.

Los cetáceos dependen del oído para su supervivencia. Muchas especies tienen un sentido del oído muy desarrollado y utilizan sonidos para la localización de presas, la navegación y la comunicación (a menudo a distancias considerables)

como es el caso de varias de las especies de grandes ballenas. Muchos expertos en cetáceos están cada vez más preocupados por la contaminación acústica de los océanos, producida por barcos, prospecciones sísmicas, perforaciones petrolíferas y construcciones en el mar, así como por el uso de dispositivos sonar activos que pueden tener un impacto negativo en las poblaciones de cetáceos. En casos extremos, la contaminación acústica puede causar daños fisiológicos importantes, aunque más a menudo interfiere en el comportamiento de los animales, dificultando la comunicación normal de estos animales al ocultar llamadas o desplazar a los animales de lugares importantes para su alimentación o para la reproducción.

Así mismo, en los últimos años se ha demostrado que las aves que viven en medios urbanos y están expuestas a altos niveles de contaminación acústica modifican el tono y la longitud de su canto para evitar el ruido de fondo y poder comunicarse mejor. Esta adaptación se ha encontrado en varias especies de aves europeas que tienen un canto variado y aprendido de otros congéneres. El objetivo de la investigación *"Vulnerabilidad de la ornitofauna neotropical a la contaminación acústica"*, dirigida por el investigador del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) Diego Gil, es analizar los efectos de la contaminación acústica en un gran grupo de especies tropicales -los suboscinos-, que tienen una capacidad mucho menor de adaptarse a los niveles altos de ruidos porque sus cantos no son aprendidos.

Riesgo Físico

RUIDO

Evaluación

La medición del ruido es un paso previo e imprescindible para poder evaluar la magnitud del problema y poder llevar a cabo un diagnóstico de la situación. En función de esta medición, de su adecuación e idoneidad, dependerá el éxito de la prevención y de la disminución de la contaminación acústica.

Medición

Debemos distinguir, a efectos de este monográfico, entre ruido ambiental producido por los medios de transporte, las obras públicas, etc..., y el ruido producido en el lugar de trabajo, generado a veces por la propia persona expuesta, por maquinaria, las instalaciones, etc.

Medición del ruido ambiental

El Real Decreto RD 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, se ocupa del primer tipo. Este real decreto, sólo comprende la contaminación acústica derivada del ruido ambiental y la prevención y corrección, en su caso, de sus efectos en la población, en consonancia con la Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de

25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

En él se regulan determinadas actuaciones como son la elaboración de mapas estratégicos de ruido para determinar la exposición de la población al ruido ambiental, la adopción de planes de acción para prevenir y reducir el ruido ambiental y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, así como poner a disposición de la población la información sobre ruido ambiental y sus efectos.

El ruido ambiental se tratará de prevenir:

- a) Determinando la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes
- b) Poniendo a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos
- c) Adoptando planes de acción, tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria

Se aplicarán los índices de ruido L_{den} y L_n , en la preparación y la revisión de los mapas estratégicos de ruido. Los valores de L_{den} y L_n , pueden determinarse bien mediante cálculos o mediante mediciones (en el punto de evaluación). Las predicciones sólo pueden obtenerse mediante cálculos. Los métodos de cálculo recomendados para la evaluación de los índices de ruido L_{den} y L_n , son los enumerados en el Anexo II del RD 1513/05.

Las relaciones dosis-efecto se utilizarán para evaluar el efecto del ruido sobre la población.

Las relaciones dosis-efecto que se establezcan para la adaptación de este anexo a la normativa comunitaria se referirán en particular a lo siguiente:

- La relación entre las molestias y los valores de L_{den} por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales,
- La relación entre las alteraciones del sueño y los valores de L_n por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales.

Medición del ruido en el ámbito laboral

En cuanto al ruido producido en el lugar de trabajo, hemos de remitirnos al **Real Decreto 286/2006** de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad

de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido; según el cual:

El empresario deberá realizar una evaluación de riesgos basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores. La medición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma. En cualquier caso, las evaluaciones y mediciones serán realizadas por personal con la debida cualificación (art. 36 y 37 del RD 39/1997).

Los métodos e instrumentos que se utilicen deberán permitir la determinación del **nivel de exposición diario equivalente** ($L_{Aeq,d}$), **del nivel de pico** (L_{pico}) y **del nivel de exposición semanal equivalente** ($L_{Aeq,s}$)¹, y decidir en cada caso si se han superado los valores establecidos:

VALORES LÍMITE ESTABLECIDOS SEGÚN EL ART.5 DEL RD 286/2006

	Nivel diario equivalente $L_{Aeq,d}$	Nivel pico L_{pico}	Intervalos mínimos de medición
Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción	80 dB(A)	135 dB(A)	Cada 3 años
Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción	85 dB(A)	137 dB(A)	Cada año
Valores límite de exposición	87 dB(A)	140 dB(A)	-

Los valores límite de exposición, no deben ser superados en ningún caso.

Hay que tener en cuenta, si se trata de la comprobación de los valores límite de exposición, la atenuación procurada por los protectores auditivos. Para ello, dichos métodos e instrumentos deberán adecuarse a las condiciones existentes, teniendo en cuenta:

- las características del ruido que se vaya a medir,
- la duración de la exposición,
- Los factores ambientales y
- Las características de los instrumentos de medición.

Entre los métodos de evaluación y medición utilizados podrá incluirse un muestreo, que deberá ser representativo de la exposición personal de los trabajadores.

Las mediciones deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia.

El número, la duración y el momento de realización de las mediciones tendrán que elegirse teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse.

Cuando uno de los límites o niveles establecidos se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición podrá optarse:

- a) Por suponer que se supera dicho límite o nivel
- b) Por incrementar el número de las mediciones y/o su duración hasta conseguir la necesaria reducción del intervalo de incertidumbre correspondiente

En el marco de lo dispuesto en la Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, el empresario, al evaluar los riesgos, prestará particular atención a los siguientes aspectos:

- a) el nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida la exposición a ruido de impulsos
- b) la existencia de equipos de sustitución concebidos para reducir la emisión de ruido
- c) los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción (tabla página anterior)
- d) en la medida en que sea viable desde el punto de vista técnico, todos los efectos para la salud y seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las sustancias ototóxicas relacionadas con el trabajo, y entre el ruido y las vibraciones
- e) todos los efectos indirectos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las señales acústicas de alarma u otros sonidos a que deba atenderse para reducir el riesgo de accidentes
- f) la información sobre emisiones sonoras facilitada por los fabricantes de equipos de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa específica que sea de aplicación

- g) cualquier efecto sobre la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles a los que se refiere el artículo 25 de la Ley 31/1995;
- h) la prolongación de la exposición al ruido después del horario de trabajo bajo responsabilidad del empresario;
- i) la información apropiada derivada de la vigilancia de la salud, incluida la información científico-técnica publicada, en la medida en que sea posible;
- j) la disponibilidad de protectores auditivos con las características de atenuación adecuadas.

En función de los resultados de la evaluación, el empresario deberá determinar las medidas que deban adoptarse.

Tipos de Mediciones

Hay tres tipos de mediciones, según la situación a medir:

- **Medición de la EMISIÓN:** se mide el nivel de ruido o el nivel de ruido equivalente en distintas situaciones. (Usado en el ámbito laboral mayoritariamente)
- **Medición de la INMISIÓN:** se mide el nivel sonoro en puntos de medición concretos seleccionados previamente. (Usado en la medición del ruido ambiental mayoritariamente).
- **Medición de la EXPOSICIÓN:** Medida del L_{Aeq} en un ambiente laboral que sea representativo.

Instrumentos

Para la medición del nivel de presión sonora, expresado en decibelios, se emplean los sonómetros.

El sonómetro es un instrumento electrónico que proporciona el nivel de presión acústica promediado a los largo del tiempo que dura la medición y que consta de: micrófono, amplificador, filtros de frecuencia, rectificador de señal y escala de medida.

El filtro de frecuencia más comúnmente utilizado, es el tipo A, que convierte las variaciones de presión sonora en señales eléctricas equivalentes, que se reflejan en el indicador como dB A.

Como los ruidos a medir, fluctúan en el tiempo, los equipos tienen incorporadas distintas velocidades de seguimiento en función de las constantes de tiempo empleadas.

Así, se distinguen tres escalas:

- **SLOW (lenta):** Valor eficaz a lo largo de un segundo. Se usa cuando la señal fluctúa ampliamente
- **FAST (rápida):** Valor eficaz a lo largo de 125 milisegundos ($1\text{ ms} = 1 \cdot 10^{-3}\text{ seg}$). Se usa para señales estacionarias.
- **IMPULSE (impulso):** Valor eficaz a lo largo de 35 ms. Se usa para medir señales transitorias desde el punto de vista de sensación sonora en el oído humano como señales impulsivas.
- **PEAK (Pico):** En algunos casos es necesario recurrir a constantes de tiempo más rápidas que las antes citadas; en estos casos se recurre al uso de rectificadores de valor de Pico, con tiempos de subida del orden de los 50 microsegundos ($1\text{ }\mu\text{s} = 1 \cdot 10^{-6}\text{ segundos}$).

La escala SLOW se emplea cuando el ruido es constante, la escala FAST es la que mejor se integra al oído humano. Y la escala PEAK se usa para medir impulsos máximos, y poder prevenir accidentes (roturas de tímpano).

Hay diferentes tipos de sonómetro en función de su precisión:

TIPOS DE SONÓMETROS (Según normas CEI Comisión Electrotécnica Internacional ²⁾)		
TIPO	USO	TOLERANCIA
0	Para realizar patrones	$\pm 0.4\text{ dB A}$
1	Medidas de precisión	$\pm 0.7\text{ dB A}$
2	Aplicaciones generales	$\pm 1.0\text{ dB A}$
3	Para inspecciones	$\pm 1.5\text{ dB A}$

Los sonómetros podrán usarse únicamente para medir el L_{pA} cuando el ruido sea estable. En este caso, la lectura promedio se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq}). Siempre deben cumplir

lo recogido en la **Norma UNE-EN 61672-1 (2005)** para instrumentos tipo 1 ó 2.

La medición se efectuará con constante de tiempo **Slow**, y ponderación frecuencial A.

Si se trata de un sonómetro integrador promediador, se puede usar para la medición del L_{Aeq} de cualquier tipo de ruido, siempre que cumpla a lo recogido en la **Norma UNE-EN 61672-1 (2005)** para instrumentos de tipo 1 ó 2.

Para obtener mediciones precisas, los equipos deben calibrarse antes y después de la medición.

Mapas de ruido

Los mapas de ruido son herramientas muy útiles desde el punto de vista de la aplicación técnica de control del ruido.

Se emplean tanto en el análisis de la situación desde el punto de vista de la contaminación acústica en un área determinada, como en prevención de riesgos laborales, donde, si bien no constituyen una evaluación de riesgos en los puestos de trabajo incluidos, constituyen un soporte para aplicar técnicas de control del ruido, así como a efectos de señalización.

Según el RD 1513/2005 de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental; un mapa estratégico de ruido es la representación de los datos relativos a alguno de los aspectos siguientes:

- Situación acústica existente, anterior o prevista expresada en función de un índice de ruido.
- Superación de un valor límite.
- Número estimado de viviendas, colegios y hospitales en una zona dada que están expuestos a valores específicos de un índice de ruido.
- Número estimado de personas situadas en una zona expuesta al ruido.

Los mapas estratégicos de ruido pueden presentarse en forma de:

- Gráficos.
- Datos numéricos en cuadros.
- Datos numéricos en formato electrónico.

Los mapas estratégicos de ruido para aglomeraciones harán especial hincapié en el ruido procedente de:

- El tráfico rodado, el ferroviario.

- Los aeropuertos.
- Lugares de actividad industrial
- Otros fuentes emisoras

Los mapas estratégicos se realizarán a nivel local o nacional a una altura de evaluación de 4 m a nivel del suelo, y a rangos de valores del L_{den} y del L_n de 5 dB.

Dicha cartografía, servirá a nivel local para enviar información al Ministerio de Medio Ambiente, proporcionar información pública y para desarrollar Planes de Acción.

Evaluación de los riesgos

El empresario deberá realizar una evaluación de riesgos basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores, la medición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma. En cualquier caso, las evaluaciones y mediciones serán realizadas por personal con la debida cualificación (art. 36 y 37 del RD 39/1997).

La evaluación de la exposición al ruido requiere como norma general, la medición de los niveles de ruido, exceptuando aquellas situaciones en las que no se superen los valores inferiores de exposición ej. actividades administrativas.

Los datos obtenidos de la evaluación y/o medición de la exposición al ruido se conservarán de forma que se puedan consultar posteriormente. En la documentación de dicha evaluación deben aparecer los siguientes datos:

- La identificación del puesto
- Riesgo o riesgos existentes y la relación de trabajadores afectados
- Resultado de la evaluación y las medidas preventivas
- La referencia de los criterios y procedimientos de evaluación, si como de los métodos de medición

La evaluación y la medición se efectuará a intervalos apropiados de conformidad con el art. 6 del RD 39/97 que dice lo siguiente: (la evaluación inicial debe ser revisada con la periodicidad que se acuerde entre empresa y los representantes de los trabajadores, cuando así lo establezca una disposición específica y cuando se hayan detectado daños para la salud de los trabajadores) y como mínimo cada año en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de la exposición que dan lugar a una acción, o cada tres años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción .

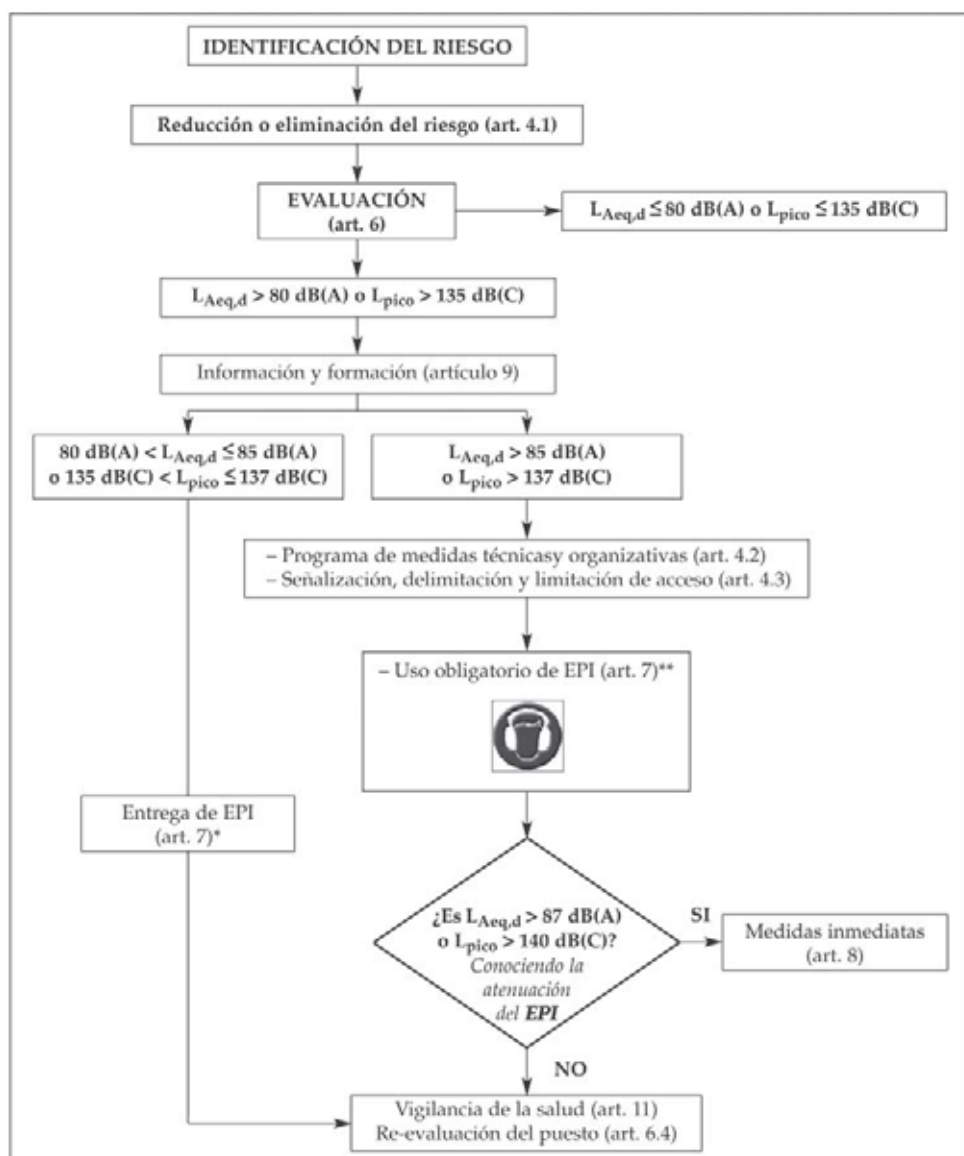
En el marco de lo dispuesto en los artículos 15 y 16 de la Ley 31/1995, el empresario, al evaluar los riesgos, prestará particular atención a los siguientes aspectos:

- a) El nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida la exposición a ruido de impulsos
- b) La existencia de equipos de sustitución concebidos para reducir la emisión de ruido
- c) Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción (ver tabla en página siguiente)
- d) En la medida en que sea viable desde el punto de vista técnico, todos los efectos para la salud y seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las sustancias ototóxicas relacionadas con el trabajo, y entre el ruido y las vibraciones
- e) Todos los efectos indirectos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las señales acústicas de alarma u otros sonidos a que deba atenderse para reducir el riesgo de accidentes
- f) La información sobre emisiones sonoras facilitada por los fabricantes de equipos de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa específica que sea de aplicación
- g) Cualquier efecto sobre la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles a los que se refiere el artículo 25 de la Ley 31/1995
- h) La prolongación de la exposición al ruido después del horario de trabajo bajo responsabilidad del empresario
- i) La información apropiada derivada de la vigilancia de la salud, incluida la información científico-técnica publicada, en la medida en que sea posible
- j) La disponibilidad de protectores auditivos con las características de atenuación adecuadas

En función de los resultados de la evaluación, el empresario deberá determinar las medidas que deban adoptarse.

¹ Se empleará el $L_{Aeq,s}$ para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, y siempre que el valor límite establecido no sea superior a 87 dB (A), (art. 5 RD 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido).

² Según normas CEI 651 (Especificaciones de equipos) y CEI 804 (Especificaciones de equipos que integran y ponderan el ruido como L_{Aeq} o como % de dosis máxima permitida).



Riesgo Físico

RUIDO

Prevención

La Gestión de la Prevención del Ruido, debe tratarse en origen, de este modo, podemos optimizar tanto la gestión ambiental como la gestión de los riesgos en el ámbito laboral. Deben abordarse medidas tendentes a sopesar ambos aspectos, de modo que se integren las dos áreas. Vamos a estudiar cada una de ellas en profundidad

Gestión de la contaminación acústica

En este apartado, veremos cómo se gestiona la contaminación acústica en la normativa comunitaria, nacional y autonómica.

Lucha contra el ruido: Libro Verde

El Libro Verde trata el ruido ambiental desde el punto de vista de protección medio ambiental, excluyendo el ruido en el ambiente laboral que trataremos en epígrafes posteriores.

(Libro Verde de la Comisión, de 4 de noviembre de 1996, sobre la política futura de lucha contra el ruido).

El Quinto programa comunitario de política y actuación en

materia de medio ambiente, de 1993, establece los objetivos de reducción del ruido para el año 2000.

En 1995 y tras revisar este programa, la Comisión decidió la instauración de una política de reducción de ruido. El Libro Verde constituyó el primer paso.

En el Libro Verde se apuesta por una estrategia que englobe a todos los socios locales y nacionales para que sea más eficaz, proponiendo:

- Instaurar una responsabilidad compartida
- Definir los objetivos que se desean alcanzar
- Aumentar la coherencia de las acciones propuestas
- Realizar un seguimiento de las acciones realizadas
- Desarrollar métodos de control del ruido ambiental

La Comisión planteó dos líneas de intervención en la lucha contra el ruido:

a) Política general de lucha contra el ruido

Mediante la reestructuración del conjunto de la política comunitaria al respecto. Las acciones previstas para llevar a cabo esta línea de actuación son las siguientes:

- Armonización de los métodos de evaluación de la exposición al ruido
- Creación de un índice común CE de exposición al ruido
- Limitación de la transmisión del ruido (mediante el aislamiento de los edificios)
- Desarrollo del intercambio de información y experiencia entre los Estados miembros sobre exposición al ruido ambiental (campañas de sensibilización sobre los problemas ambientales)
- Aumento de la coherencia de los programas de investigación sobre el ruido.

b) Reducción de las emisiones en la fuente:

Circulación viaria:

- Reducción de los valores de emisión de ruido autorizados
- Intervención a nivel de las infraestructuras para limitar el ruido causado por los neumáticos (revestimiento más silencioso de las calzadas)
- Revisión de los impuestos aplicados a los vehículos teniendo en cuenta el nivel sonoro

- Instauración de un control del ruido emitido por los vehículos durante la inspección técnica
- Desarrollo de instrumentos económicos, como incentivos para la compra de vehículos silenciosos
- Limitación del uso de vehículos ruidosos (prohibir la circulación de vehículos pesados en las zonas urbanas durante la noche o en fin de semana)

Transporte ferroviario:

- Ampliación a toda la red ferroviaria de valores límite de emisión
- Desarrollo de la investigación sobre la reducción del ruido de los trenes
- Armonización de los métodos de evaluación y predicción de los ruidos causados por los trenes

Transporte aéreo:

- Reducción del volumen de emisiones autorizado
- Ayuda a la construcción y la utilización de aeronaves menos ruidosas
- Acondicionamiento de las zonas próximas a los aeropuertos
- Introducción de una clasificación de las aeronaves en función del nivel de emisión de ruidos

Maquinaria al aire libre:

Los ruidos emitidos por algunas máquinas de construcción (sobre todo motocompresores, martillos picadores, grúas de torre) ya han sido reglamentados por directivas comunitarias. Tal es el caso también de las emisiones acústicas de las máquinas cortacésped, que también han sido objeto de una normativa comunitaria.

La Directiva 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, establece que las máquinas se diseñen y se construyan teniendo en cuenta el objetivo de la reducción del ruido.

Además, la Comisión propuso:

- Simplificar los textos legislativos que prevean la limitación de las emisiones de estas máquinas
- Introducir en todos los equipos de una placa indicativa del nivel de ruido

La legislación nacional que regula esta materia, es el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas

a determinadas máquinas de uso al aire libre (modificado por el RD 524/2006).

Medidas comunitarias

La Directiva sobre Ruido Ambiental proporciona la base para desarrollar y completar el conjunto de medidas comunitarias existente sobre el ruido emitido por determinadas fuentes específicas y para desarrollar medidas adicionales a corto, medio y largo plazo.

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Esta Directiva ha sido incorporada el derecho español por la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido sobre la que hablaremos más tarde.

A grandes rasgos, estas medidas se recogerán en Planes de Acción que tendrán las siguientes características:

- Con fecha límite 18 de julio de 2008, los Estados miembros habrán de haber elaborado planes de acción para afrontar las cuestiones relativas al ruido y sus efectos, con relación a:
 - Los lugares próximos a grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, a grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60.000 trenes al año, y a grandes aeropuertos, y
 - Las aglomeraciones con más de 250.000 habitantes. Dichos planes tendrán por objeto también proteger las zonas tranquilas contra el aumento del ruido.
- Con fecha límite 18 de julio de 2013, las autoridades competentes de los Estados Miembros habrán de haber elaborado planes de acción, en particular para afrontar las prioridades que puedan determinarse como consecuencia de la superación de determinados valores límite o según otros criterios elegidos por los Estados miembros correspondientes a las aglomeraciones, a los grandes ejes viarios situados en su territorio, así como a los grandes ejes ferroviarios situados en su territorio

Según se indica en la directiva, los planes de acción deberán cumplir unos **requisitos mínimos**:

1. Incluirán, como mínimo, los elementos siguientes:

- Descripción de la aglomeración, los principales ejes viarios, los principales ejes ferroviarios o principales aeropuertos y otras fuentes de ruido consideradas
- Autoridad responsable

- Contexto jurídico
- Valores límite establecidos con arreglo al artículo 5 de la directiva
- Resumen de los resultados de la labor de cartografiado del ruido
- Evaluación del número estimado de personas expuestas al ruido, determinación de los problemas y las situaciones que deben mejorar
- Relación de las consultas públicas organizadas con arreglo al apartado 7 del artículo 8 de la directiva
- Medidas que ya se aplican para reducir el ruido y proyectos en preparación
- Actuaciones previstas por las autoridades competentes para los próximos cinco años, incluidas medidas para proteger las zonas tranquilas
- Estrategia a largo plazo: además de las medidas contempladas en el punto anterior, qué tipo de actuaciones están previstas para ser aplicadas en un horizonte temporal más amplio
- Información económica (si está disponible): presupuestos, evaluaciones coste-eficacia o costes-beneficios
- Disposiciones previstas para evaluar la aplicación y los resultados del plan de acción

2. Algunas medidas que pueden prever las autoridades dentro de sus competencias son por ejemplo las siguientes:

- Regulación del tráfico
- Ordenación del territorio
- Aplicación de medidas técnicas en las fuentes emisoras
- Selección de fuentes más silenciosas
- Reducción de la transmisión de sonido
- Medidas o incentivos reglamentarios o económicos

3. Recogerán estimaciones por lo que se refiere a la reducción del número de personas afectadas (que sufren molestias o alteraciones del sueño, etc.).

Los planes de acción se revisarán y modificarán si es necesario cuando haya un cambio importante de la situación existente del ruido y por lo menos cada cinco años.

Se consultará a la población sobre las propuestas de planes de acción, y se les

ofrecerá la posibilidad de colaborar en su preparación y revisión.

Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido

En el capítulo III de la ley, «Prevención y corrección de la contaminación acústica». Se enuncian los instrumentos de los que las Administraciones pueden servirse para procurar el máximo cumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

Las medidas se dividen, en dos grandes bloques: la acción preventiva y la acción correctora.

Acción Preventiva

La acción preventiva incluye las siguientes acciones

- Planificación territorial y planeamiento urbanístico, que deben tener en cuenta siempre los objetivos de calidad acústica de cada área acústica a la hora de acometer cualquier clasificación del suelo, aprobación de planeamiento o medidas semejantes
- La intervención administrativa sobre los emisores acústicos, para que se asegure la adopción de las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica que puedan generar aquéllos y que no se supere ningún valor límite de emisión aplicable. La evaluación de la repercusión acústica se integra en los procedimientos ya existentes de intervención administrativa (otorgamiento de la autorización ambiental integrada, las actuaciones relativas a la evaluación de impacto ambiental y las actuaciones relativas a la licencia municipal)
- El autocontrol de las emisiones acústicas por los propios titulares de emisores acústicos
- La prohibición, salvo excepciones, de conceder licencias de construcción de edificaciones destinadas a viviendas, usos hospitalarios, educativos o culturales si los índices de inmisión incumplen los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación a las correspondientes áreas acústicas
- La creación de «reservas de sonidos de origen natural», que podrán ser delimitadas por las comunidades autónomas y ser objeto de planes de conservación encaminados a preservar o mejorar sus condiciones acústicas

Acción Correctora

La acción correctora es especialmente necesaria en las zonas de protección acústica especial y en las zonas de situación acústica especial.

- Instrumentos preventivos y correctores: son instrumentos intermedios

estipulados por la ley, que pueden ser tanto preventivos como correctores: los planes de acción en materia de contaminación acústica, ya comentados en el apartado anterior (Directiva 2002/49/CE sobre Ruido Ambiental)

Decreto 78/1999, de 27 de mayo

Por este Decreto, se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica (Comunidad de Madrid).

En 1997 se elabora el mapa de ruidos de la Comunidad de Madrid, en el que se aprecia que casi 4 millones de habitantes están sometidos a niveles de ruido superiores a los objetivos propuestos por la UE.

Los objetivos generales del Decreto son, por un lado, prevenir la contaminación acústica y sus efectos sobre la salud de las personas y el medio ambiente y por otro lado establecer los niveles, límites, sistemas, procedimientos e instrumentos de actuación necesarios para el control eficiente por parte de las Administraciones Públicas del cumplimiento de los objetivos de calidad en materia acústica.

Valores límite de emisión e inmisión de ruido

Valores límite de emisión de ruido al ambiente exterior:

- En aquellas zonas que a la entrada en vigor de este Decreto se prevean nuevos desarrollos urbanísticos ningún emisor acústico, podrá producir ruidos que hagan que el nivel de emisión al ambiente exterior sobrepase los valores límite fijados en la siguiente tabla, evaluados según lo descrito en el apartado de Evaluación y en el Decreto.
- En aquellas zonas que a la entrada en vigor de este Decreto estén consolidadas urbanísticamente los valores objetivos a alcanzar serán los fijados en la siguiente tabla, evaluados según lo descrito en el apartado de Evaluación y en el Decreto.
- En las zonas a las que se refiere el apartado anterior, cuya situación acústica determine que no se alcancen los valores objetivo fijados, no podrá instalarse ningún nuevo foco emisor si su funcionamiento ocasiona un incremento de 3 dB (A) o más en los valores existentes o si supera los valores límites (ver tabla en página siguiente).

Valores límite de inmisión de ruido en ambiente interior:

Ningún emisor acústico podrá producir unos niveles de inmisión de ruido en ambientes interiores de los edificios propios o colindantes que superen los valores establecidos en la siguiente tabla, evaluados según lo descrito en apartado de Evaluación y en el Decreto.

VALORES LÍMITE DE EMISIÓN DE RUIDO AL AMBIENTE EXTERIOR

Área de sensibilidad acústica	Período diurno (8 a 22h)	Período nocturno (22 a 8h)
Tipo I (Área de silencio)	50 LAeq	40 LAeq
Tipo II (Área levemente ruidosa)	55 LAeq	45 LAeq
Tipo III (Área tolerablemente ruidosa)	65 LAeq	55 LAeq
Tipo IV (Área ruidosa)	70 LAeq	60 LAeq
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	75 LAeq	65 LAeq

VALORES OBJETIVO DE EMISIÓN DE RUIDO AL AMBIENTE EXTERIOR

Área de sensibilidad acústica	Período diurno (8 a 22h)	Período nocturno (22 a 8h)
Tipo I (Área de silencio)	60 LAeq	50 LAeq
Tipo II (Área levemente ruidosa)	65 LAeq	50 LAeq
Tipo III (Área tolerablemente ruidosa)	70 LAeq	60 LAeq
Tipo IV (Área ruidosa)	75 LAeq	70 LAeq
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	80 LAeq	75 LAeq

VALORES LÍMITE DE EMISIÓN DE RUIDO AL AMBIENTE EXTERIOR

Área de sensibilidad acústica	Período diurno (8 a 22h)	Período nocturno (22 a 8h)
Tipo I (Área de silencio)	55 LAeq	45 LAeq
Tipo II (Área levemente ruidosa)	60 LAeq	50 LAeq
Tipo III (Área tolerablemente ruidosa)	65 LAeq	60 LAeq
Tipo IV (Área ruidosa)	75 LAeq	70 LAeq
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	80 LAeq	75 LAeq

VALORES LÍMITE DE INMISIÓN DE RUIDO EN AMBIENTE INTERIOR

Área de sensibilidad acústica	Uso del recinto	Período diurno (8 a 22h)	Período nocturno (22 a 8h)
Tipo VI (Área de trabajo)	Sanitario	40 LAeq	30 LAeq
Tipo VI (Área de trabajo)	Docente	40 LAeq	40 LAeq
Tipo VI (Área de trabajo)	Cultural	40 LAeq	40 LAeq
Tipo VI (Área de trabajo)	Oficinas	45 LAeq	45 LAeq
Tipo VI (Área de trabajo)	Comercios	50 LAeq	50 LAeq
Tipo VI (Área de trabajo)	Industria	60 LAeq	55 LAeq
Tipo VII (Área de vivienda)	Residencial habitable	35 LAeq	30 LAeq
Tipo VII (Área de vivienda)	Residencial servicios	40 LAeq	35 LAeq
Tipo VII (Área de vivienda)	Hospedaje	40 LAeq	30 LAeq

Valores límite de emisión de ruido de los vehículos a motor, de la maquinaria e instalaciones térmicas:

Los vehículos a motor que circulan en el ámbito de la Comunidad de Madrid no podrán superar en más de 4 dB(A) los límites de emisión de ruido establecidos en el Decreto 1439/1972, de 25 de mayo, del Ministerio de Industria y Reglamento número 9, de 17 de febrero de 1974, sobre prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que se refiere al ruido, anexo al Acuerdo de Ginebra de 20 de marzo de 1958, o en las Directivas de la Unión Europea que los regulen.

Ningún tipo de maquinaria o instalaciones de climatización o ventilación forzada utilizadas en el ámbito de la Comunidad de Madrid podrá superar en más de 4 dB(A) los límites de emisión de ruido establecidos en las directivas de la Unión Europea que los regulan.

Medidas preventivas establecidas en el Decreto 78/1999

Ordenación de actividades específicas potencialmente contaminantes.

Vehículos a motor

Todo vehículo de tracción mecánica deberá tener en buenas condiciones de funcionamiento los elementos capaces de producir ruidos, para que el nivel sonoro emitido por el vehículo con el motor en funcionamiento no exceda de los valores límite de emisión establecidos en el apartado anterior (art. 4 del Decreto)

No se podrán utilizar bocinas salvo en los casos de:

- a) Inminente peligro de atropello o colisión.
- b) Vehículos privados en auxilio urgente de personas.
- c) Servicios Públicos de urgencia o de asistencia sanitaria.

Estas normas no serán de aplicación a los vehículos en servicio de los cuerpos y fuerzas de seguridad y policía municipal, servicio de extinción de incendios y salvamentos y otros vehículos destinados a servicios de urgencia debidamente autorizados aunque estos vehículos quedan sujetos a las siguientes prescripciones:

- Dispondrán de un mecanismo de regulación de la potencia sonora de sus dispositivos acústicos que permita, en función de la velocidad del vehículo, reducir los niveles de presión sonora de 90 a 70 dB(A), medidos a 3 m de distancia.
- Sus conductores limitarán el uso de los dispositivos de señalización acústica de emergencia a los casos de necesidad y cuando no sea suficiente la señalización luminosa.
- Los sistemas de reproducción de sonido de que estén dotados los vehículos no podrán transmitir al ambiente exterior niveles sonoros superiores a los máximos autorizados en el apartado anterior (art. 12 del Decreto)

Las alarmas instaladas en vehículos deberán cumplir con las especificaciones técnicas en cuanto a niveles de emisión máxima, en cada una de las posibilidades de funcionamiento, tiempo máximo de emisión por ciclo de funcionamiento y secuencia de repetición que indique la certificación del fabricante.

Cuando en determinadas zonas o vías urbanas se aprecie una degradación notoria del medio por exceso de ruido imputable al tráfico, los Ayuntamientos correspondientes podrán prohibir o limitar dicho tráfico.

Trabajos en la vía pública, obras públicas y edificaciones

Los trabajos realizados en la vía pública, obras públicas y los de edificación se ajustarán a las siguientes prescripciones:

- El horario de trabajo se encontrará dentro del período diurno.
- Se adoptarán las medidas oportunas para evitar que se superen los

valores límite de emisión fijados para la zona respectiva. En caso de que esto no fuera técnicamente posible, se exigirá autorización expresa del Ayuntamiento, estableciéndose el horario para el ejercicio de la actividad.

Se exceptúan de las obligaciones anteriores:

- Las obras de reconocida urgencia.
- Obras de interés supra municipal, así declarado por el Consejo de Gobierno.
- Las obras y trabajos que se realicen por razones de seguridad o peligro.
- Las obras que por sus inconvenientes no puedan realizarse durante el período diurno.

El trabajo nocturno deberá ser expresamente autorizado por el Ayuntamiento, el cual determinará los valores límite de emisión que se deberán cumplir en función de las circunstancias que concurran en cada caso. Dichos valores límite no podrán ser superiores a los establecidos en el apartado anterior para el período diurno en la zona correspondiente. (art. 12 del Decreto)

No se podrán realizar actividades de carga y descarga de mercancías, manipulación de cajas, contenedores, materiales de construcción y objetos similares durante el período nocturno, cuando estas operaciones superen los valores límites establecidos en el apartado anterior (artículos 12 y 13).

Las actividades contempladas en este artículo que justifiquen técnicamente la imposibilidad de respetar los valores límite de emisión sonora deberán ser autorizadas expresamente por el Ayuntamiento correspondiente.

Los servicios públicos de limpieza y recogida de residuos adoptarán las medidas y precauciones necesarias para cumplir con los límites establecidos en este Decreto.

En los pliegos de condiciones para la adjudicación de los servicios de limpieza y recogida de residuos, incluidas las recogidas selectivas, se exigirá la información relativa a los niveles de emisión sonora de los vehículos y maquinaria utilizada para estos trabajos.

Sistemas de alarma

La instalación en edificios de cualquier sistema de aviso acústico requerirá la autorización del Ayuntamiento correspondiente. La solicitud de instalación deberá especificar el titular del sistema, las características del mismo, el responsable de su instalación y desconexión y el plan de pruebas y ensayos iniciales y periódicos.

En cualquier caso, los sistemas de aviso acústico se ajustarán a las condiciones siguientes:

- Las pruebas iniciales se realizarán inmediatamente después de la instalación y sólo podrán efectuarse entre las nueve y las veinte horas.
- Las pruebas de comprobación periódicas sólo se podrán realizar como máximo una vez al mes y en un intervalo de tres minutos, dentro del horario de nueve a veinte horas.
- La duración máxima de funcionamiento continuo del sistema sonoro no podrá exceder, en ningún caso, de sesenta segundos.
- La señal de alarma sonora se podrá repetir un máximo de cinco veces, separadas cada una de ellas por un período mínimo de treinta segundos y máximo de sesenta segundos de silencio, si antes no se ha producido la desconexión.
- Si una vez terminado el ciclo total no hubiese sido desactivado el sistema, éste no podrá entrar de nuevo en funcionamiento, autorizándose en estos casos la emisión de destellos luminosos.
- El nivel sonoro máximo autorizado para este tipo de alarmas será de 85 dB(A), medido a 3 metros de distancia y en la dirección de máxima emisión.

Corrección de la contaminación acústica

Vigilancia de la contaminación acústica

Será a cargo de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional, en colaboración con los Ayuntamientos. Se encargarán de comprobar que se cumplen los objetivos establecidos en el Plan de Actuación.

Declaración de Zonas de Situación Acústica Especial

Cuando los objetivos del Plan de Actuación se incumplan se declararán zonas de situación acústica especial, según el procedimiento establecido en el Decreto.

Régimen de actuaciones en Zonas de Situación Acústica Especial

Se perseguirá la progresiva reducción de los niveles de inmisión hasta alcanzar los objetivos de calidad sonora que les sean de aplicación. Se podrán adoptar, a tenor de las circunstancias, todas o algunas de las siguientes medidas:

- No podrá autorizarse en la zona la puesta en marcha o modificación de un emisor sonoro que incremente los niveles de ruido existentes en tanto permanezcan las condiciones acústicas que originaron la declaración.
- Se elaborarán programas zonales específicos para la progresiva mejora del medio ambiente sonoro, que garanticen el descenso de los niveles de inmisión. Estos programas contendrán las medidas correctoras a

aplicar, tanto a los emisores acústicos como a las vías de propagación, los responsables implicados en la adopción de las medidas, la cuantificación económica de las mismas y, en su caso, un proyecto de financiación. La Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional podrá recabar información técnica y económica de la Administración General del Estado para la realización de estos programas.

- Para las edificaciones destinadas a vivienda, usos hospitalarios, educativos o culturales, localizadas en Zonas de Situación Acústica Especial en las que se incumplan los objetivos de calidad acústica correspondientes a su ambiente interior, se establecerán ayudas dirigidas a financiar programas específicos de reducción del nivel de inmisión de ruido en el ambiente interior, de acuerdo con lo establecido en el Título VI del Decreto.

Medidas económicas, financieras y fiscales

La Comunidad de Madrid y los Ayuntamientos, podrán establecer las medidas económicas, financieras y fiscales adecuadas para:

- Fomentar la prevención de la contaminación acústica
- Promover programas, procedimientos y tecnologías de reducción de la contaminación acústica, tanto en la fuente como en la programación y los receptores.
- Establecer incentivos a la investigación y desarrollo en materia de sistemas, métodos y técnicas de medida, análisis y evaluación de la contaminación acústica, teniendo en cuenta las peculiaridades de las pequeñas y medianas empresas.

La Comunidad de Madrid y los Ayuntamientos promoverán, en el ámbito de sus respectivas competencias, el uso de maquinaria y equipos de baja emisión acústica, en particular en el marco de la contratación pública.

Medidas inspectoras y sancionadoras

Se exigirá la adopción de medidas correctoras, se señalarán limitaciones, se realizarán cuantas inspecciones sean necesarias y se impondrán las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento, de conformidad con lo previsto en la legislación aplicable.

Se tomarán medidas cautelares, de forma que cuando se superen en más de 10 dB(A) en el período diurno y 7 dB(A) en el nocturno, los valores límite establecidos en este Decreto, durante la tramitación del correspondiente expediente sancionador, el Ayuntamiento o la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional en el

ejercicio de sus respectivas competencias, podrán ordenar, mediante resolución motivada, la suspensión, precintado o clausura del foco emisor del ruido.

Para reanudar una actividad que haya sido clausurada, precintada o suspendida, será necesario que el titular acredite que, al haber adoptado las medidas necesarias, cumple los límites establecidos en este Decreto. Si transcurrido un mes desde la notificación de la adopción de las medidas correctoras no se ha girado la visita de comprobación, se considerará levantada la clausura, precinto o suspensión

Medidas generales de control de contaminación acústica

En general, las medidas para controlar la exposición al ruido y prevenir los efectos dañinos consisten en:

- Reducir el ruido en la fuente
- Controlar el ruido en el medio transmisor
- Utilizar de medidas protectoras contra el ruido por parte del receptor

Reducir el ruido en la fuente

Adecuación del proyecto de la instalación

Se tendrá en cuenta:

- Niveles sonoros existentes en cada zona.
- Niveles admisibles fijados.
- Análisis del ruido producido por la máquina.

Sustitución de la maquinaria

Se sustituirá la maquinaria o proceso por otros que generen menos ruido.

- El remachado por la soldadura.
- Las prensas mecánicas por prensas hidráulicas.
- Los martillos neumáticos por los martillos de acción electromagnética.
- Las herramientas portátiles neumáticas (especialmente si no disponen de silenciosos en los escapes de aire) por las herramientas eléctricas.
- Los procedimientos de enderezado o conformado de perfiles metálicos por otros a base de gatos, prensas, etc.

Modificación de la maquinaria

Se intentará reducir el ruido modificando la maquinaria o proceso cuando no

sea posible la sustitución:

- Usando de anclajes y uniones elásticas.
- Reduciendo la velocidad de las corrientes de aire.

Controlar el ruido en el medio transmisor

- Puede conseguirse con un **adecuado emplazamiento** de la fuente sonora, por ejemplo al aire libre, y de forma que la distancia entre la fuente sonora y el receptor sea la máxima posible. Por otro lado, hay que tener en cuenta que situar la fuente de origen en el exterior producirá contaminación acústica
- Adecuada **planificación** de la construcción.
- Colocación de **barreras** u obstáculos colocadas estratégicamente, estas barreras deben ser de mayor tamaño que la longitud de onda del ruido que va a ser desviado.
- Mediante **técnicas de encerramientos** para atenuar el ruido, siempre que el diseño sea adecuado alrededor bien de la fuente sonora o del receptor.
- Mediante el uso de **absorbentes acústicos** colocados en techos, suelos y paredes. Para conductos ruidosos pueden emplearse forros absorbentes de ruido.
- Mediante uso de **filtros y silenciadores** acústicos.
 - *Filtro acústico*: Es un dispositivo que se utiliza para bloquear el sonido en un rango de frecuencias particular mientras deja pasar el sonido de otro rango de frecuencias.
 - *Silenciador acústico*: Son elementos que se utilizan para reducir el ruido transmitido.

Utilización de medidas protectoras contra el ruido por parte del receptor

El desarrollo de cada una de las medidas se encuentra en los apartados posteriores.

- Uso de **equipos de protección individual**.
- Información y formación.
- Control administrativo de la exposición

Medidas Técnicas, Administrativas y Formación

El informe Dobris* ("El medio ambiente en Europa") muestra un estudio exhaustivo en el que se hace un diagnóstico de la situación medioambiental en Europa.

Recoge en tres apartados las medidas que se podían adoptar en materia de prevención de la contaminación acústica, dividiéndolas en medidas técnicas, medidas administrativas y medidas relacionadas con la educación y la información.

* *Europe's Environment - The Dobris Assessment*. Año de publicación: 1995. Publicado por: EEA (European Environment Agency)

Medidas Técnicas

Tienen como objetivo eliminar el ruido o reducirlo al mínimo nivel posible. Entre estas medidas tenemos:

- Planificación de los usos del suelo y orientación de los edificios.
- Reducción de la emisión mediante la reducción de la fuente.
- Medidas para obstruir la trayectoria del ruido.
- Medidas para proteger al receptor involuntario.
- Reducción del ruido de los neumáticos y desarrollo de nuevos pavimentos más silenciosos.
- Motores con nueva tecnología.
- Planes de gestión del tráfico.

Medidas Administrativas

Su objetivo es la reducción del riesgo, pero no actúan sobre los niveles de ruido existentes. En apartados anteriores, (Decreto 78/1999, de la Comunidad de Madrid), se hace referencia dichas medidas administrativas pero de aplicación exclusiva a la Comunidad de Madrid y reguladas por el Decreto indicado. Las medidas administrativas más comunes son:

- Imposición o recomendación de límites para los niveles de exposición diurna y nocturna.
- Establecer criterios y metodologías comunes para la medición del ruido.
- Control en la fuente de las emisiones de ruido para los vehículos de transporte.

- Especificación legal de las emisiones máximas de ruido por parte de los productos.
- Requisitos mínimos en las propiedades acústicas de los edificios, como parte de los códigos nacionales de construcción.
- Poder de las autoridades locales para controlar el ruido de actividades recreativas mediante sistemas de concesión de licencias (por ejemplo, conciertos de música rock).
- Imposición de límites de velocidad.
- Aplicación rápida y eficiente de las normas vigentes.

Formación e Información

- Mejorar el control de ruido en las áreas urbanas.
- Aumentar el número de expertos en ruido.
- Iniciar actividades de investigación y desarrollo.
- Promover la sensibilización de la opinión pública facilitando información objetiva; por ejemplo, sobre las medidas adoptadas contra el ruido y el número de quejas recibidas.
- Influir en la conducta de las personas para evitar la generación de ruido.

Prevención del ruido en el ámbito laboral

Obligaciones del empresario

Está específicamente regulado en el RD 286/2006 de 10 de marzo sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

En el art. 4 del RD 286/2006 se establece que los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen.

La reducción de estos riesgos se basará en los principios generales de prevención establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y tendrá en consideración especialmente:

- Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al

ruido

- La elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de dichos equipos cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido
- La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo
- La información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido
- La reducción técnica del ruido:
 - Reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente
 - Reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo mediante amortiguamiento o aislamiento
 - Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo
- La reducción del ruido mediante la organización del trabajo:
 - Limitación de la duración e intensidad de la exposición
 - Ordenación adecuada del tiempo de trabajo

Una vez evaluado el riesgo, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización que deberán integrarse en la planificación de la actividad preventiva de la empresa, destinado a reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta en particular las medidas anteriores.

Los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, serán objeto de una señalización apropiada. Cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a ellos.

Cuando, debido a la naturaleza de la actividad, los trabajadores dispongan de locales de descanso bajo la responsabilidad del empresario, el ruido en ellos se reducirá a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso.

El empresario adaptará las medidas mencionadas en este artículo a las necesidades de los trabajadores especialmente sensibles.

Las obligaciones del empresario con respecto a la prevención en materia de ruido, se recogen en la siguiente tabla:

RD 286/2006 de 10 de marzo - Obligaciones preventivas del empresario, según los niveles de exposición hallados en la evaluación de riesgos (Valores diarios o semanales, ¹ hallados con o sin medición) Debe entenderse que si se supera un nivel, las obligaciones se acumulan con las que se indican en las siguientes filas	
Valores hallados ²	Acciones a tomar por el empresario
1ª situación nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d} < 80$ dB(A)	El Art. 4.1 establece que "Los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible." La definición de los riesgos que se han de considerar viene en el Art. 1: "los riesgos para la seguridad y la salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición". La reducción de estos riesgos se basará en los principios generales de la prevención del Art. 15 de la LPRL, tomando en cuenta especialmente: - otros métodos de trabajo; - equipos de trabajo adecuados, ajustados a lo dispuesto en la normativa sobre equipos; - concepción y disposición de los lugares y puestos; - información y formación adecuada; - reducción técnica del ruido aéreo y transmitido; - programas de mantenimiento; - reducción del ruido mediante la organización del trabajo, limitando la duración e intensidad del trabajo y/o ordenando el trabajo
2ª situación - nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d} > 80$ dB(A) - nivel pico: $L_{pico} > 135$ dB(C) Denominados en el RD "Valor inferior de exposición que da lugar a una acción"	Art. 7.1.a) El empresario pondrá a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales. 7.2 El empresario fomentará su uso. Art. 7.3 El empresario hará constar estas medidas en la documentación prevista en el artículo 23 de la LPRL Art 9 Formación e información Art 11 Vigilancia de la salud - vigilancia cuando haya riesgo, sin especificar que sea sólo para la audición - Control de la función auditiva para los trabajadores expuestos con una periodicidad mínima de cinco años
3ª situación - nivel de exposición diario equivalente $L_{Aeq,d} > 85$ dB(A) - nivel pico $L_{pico} > 137$ dB(C) Denominados en el RD "Valor superior de exposición que da lugar a una acción"	Art. 4.2 El empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y de organización que deberá integrarse en la planificación de la actividad preventiva, destinado a reducir la exposición al ruido. También se deberá señalar los lugares de trabajo donde se puedan sobrepasar los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción (Art. 4.3); se proveerá de lugares de descanso adecuados (Art. 4.4) y se adaptarán estas medidas a trabajadores especialmente sensibles (Art. 4.5) Art. 7.1.b) se utilizarán protectores auditivos individuales. Art. 7.2 El empresario deberá velar porque se utilicen cuando sea obligatorio y le incumbirá la responsabilidad de comprobar la eficacia de las medidas preventivas Art. 7.3 hará constar estas medidas en la documentación prevista en el artículo 23 de la LPRL Art 11 Vigilancia de la salud - vigilancia cuando haya riesgo, sin especificar que sea sólo para la audición - Control de la función auditiva para los trabajadores expuestos con una periodicidad mínima de tres años Art 9 Formación e información
4ª situación - nivel de exposición diario / semanal equivalente $L_{Aeq,d} > 87$ dB(A) - nivel pico $L_{pico} > 140$ dB(C) Denominados en el RD "Valor límite de exposición"	Art. 8 La exposición de los trabajadores no puede superar este valor límite. Si esto ocurriera, el empresario debe: - tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición; - determinar las razones de la sobreexposición; - corregir las medidas de prevención y protección vigentes a fin de evitar que vuelva a producirse; - informar a los delegados de prevención de tales circunstancias. Por otra parte, si se superara este valor, los delegados han de valorar si se debe interrumpir la actividad productiva en aplicación de la LPRL

¹ El RD permite utilizar el nivel de exposición **semanal** al ruido para evaluar los niveles de ruido a los que estén expuestos los trabajadores cuando se justifique que se realizan actividades en las que la exposición diaria al ruido varía considerablemente de una jornada laboral a otra. Para ello se establece que el valor límite de exposición $L_{Aeq,w}$ es igual a 87 dB(A). Ver Art. 5.3

² Art 5.2 Para la determinación de la **exposición real del trabajador** se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales; para la determinación de los **niveles de exposición que dan lugar a una acción**, no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

Información y formación a los trabajadores

En el art. 9 del RD 286/2006, se establece que *el empresario velará porque los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a un nivel de ruido igual o superior a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción y/o sus representantes reciban información y formación relativas a los riesgos derivados de la exposición al ruido, en particular sobre:*

- La naturaleza de tales riesgos
- Las medidas tomadas en aplicación del presente real decreto con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido, incluidas las circunstancias en que aquéllas son aplicables
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción establecidos en el artículo 5
- Los resultados de las evaluaciones y mediciones del ruido efectuadas en aplicación del artículo 6, junto con una explicación de su significado y riesgos potenciales
- El uso y mantenimiento correctos de los protectores auditivos, así como su capacidad de atenuación
- La conveniencia y la forma de detectar e informar sobre indicios de lesión auditiva
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud, y la finalidad de esta vigilancia de la salud
- Las prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo la exposición al ruido

Protección individual

En caso de que no puedan establecerse otras medidas para prevenir los riesgos derivados de la exposición al ruido, se pondrán a disposición de los trabajadores, para que los usen, protectores auditivos individuales apropiados y correctamente ajustados, con arreglo a las siguientes condiciones (art. 7 RD 286/2006):

- Cuando el nivel de ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario pondrá a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales
- Mientras se ejecuta el programa de medidas a que se refiere el artículo 4.2 y en tanto el nivel de ruido sea igual o supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, se utilizarán protectores auditivos individuales

- Los protectores auditivos individuales se seleccionarán para que supriman o reduzcan al mínimo el riesgo
- El empresario deberá hacer cuanto esté en su mano para que se utilicen protectores auditivos, fomentando su uso cuando éste no sea obligatorio y velando por que se utilicen cuando sea obligatorio. Incumbirá al empresario la responsabilidad de comprobar la eficacia de las medidas adoptadas
- Cuando se recurra a la utilización de equipos de protección individual, las razones que justifican dicha utilización se harán constar en la documentación prevista en el artículo 23 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre

La protección personal auditiva debería ser la última medida a tener en cuenta para proteger la salud de los trabajadores, procurando eliminar o reducir el riesgo en el origen.

Los equipos de protección auditiva deberán indicar el valor de la atenuación acústica que proporcionan.

Los protectores auditivos deberán llevar el marcado CE e ir acompañados de una declaración del fabricante, indicando los requisitos básicos y sometiendo su fabricación a un "examen de tipo" por un Organismo acreditado para ello para verificar que cumplen con las condiciones y requisitos establecidos.



Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, se establecen las condiciones de selección, uso y mantenimiento de los EPI's. En lo que respecta a los protectores auditivos, el empresario deberá primero evaluar el riesgo existente, instaurar las medidas técnicas

necesarias para combatir el riesgo en su origen y, en última instancia, proporcionar protectores auditivos adecuados al riesgo existente.

La normativa establece que a la hora de seleccionar los protectores, el empresario deberá contar con la participación de los trabajadores.

El empresario determinará las condiciones de utilización, tales como el tiempo, el mantenimiento y la información que se debe dar a los trabajadores sobre la utilización de los mismos.

La norma guía UNE EN 458 amplía las consideraciones de la Normativa en cuanto a la utilización de protectores auditivos.”



Control de la función auditiva

Según el RD 286/2006 en el art. 11 regula la vigilancia de la salud en el caso de que exista de un riesgo para la salud de los trabajadores, que el empresario deberá ofrecer y el trabajador deberá someterse.

Los trabajadores cuya exposición al ruido supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción tendrán derecho a que un médico, u otra persona debidamente cualificada bajo la responsabilidad de un médico, a través de la organización preventiva que haya adoptado la empresa, lleven a cabo controles

de su función auditiva. También tendrán derecho al control audiométrico preventivo los trabajadores cuya exposición supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción cuando la evaluación y la medición indiquen que existe riesgo para su salud.

La vigilancia de la salud incluirá la elaboración y actualización de la historia clínico-laboral de los trabajadores sujetos a la misma. El trabajador tendrá acceso, previa solicitud, al historial que le afecte personalmente.

Cuando el control de la función auditiva ponga de manifiesto que un trabajador padece una lesión auditiva diagnosticable, el médico responsable de la vigilancia de la salud evaluará si la lesión puede ser consecuencia de una exposición al ruido durante el trabajo. En tal caso, el médico u otro personal sanitario competente comunicará al trabajador el resultado que le atañe personalmente y por su parte, el empresario deberá:

- Revisar la evaluación de los riesgos
- Revisar las medidas previstas para eliminar o reducir los riesgos, incluida la posibilidad de exigir el uso de los protectores auditivos, durante la revisión de aquellas medidas y hasta tanto se eliminan o reducen los riesgos
- Tener en cuenta las recomendaciones del médico responsable de la vigilancia de la salud al aplicar cualquiera otra medida que se considere necesario para eliminar o reducir riesgos, incluida la posibilidad de asignar al trabajador otro trabajo donde no exista riesgo de exposición
- Disponer una vigilancia sistemática de la salud y el examen del estado de salud de los demás trabajadores que hayan sufrido una exposición similar

Riesgo Físico

RUIDO

Legislación

En esta sección recopilamos los enunciados de la legislación vigente relativa al ruido ambiental y laboral, dentro de la Unión Europea, el Estado Español, la Comunidad de Madrid, así como otras normativas que afectan a este tema.

Unión Europea

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental

Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) (decimoséptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)

Estado Español

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental

Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos, para los de tipo 2/clase 2

Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre (modificado por el RD 524/2006).

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Comunidad de Madrid

Decreto 78/1999, de 27 de mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica

Otra normativa

Norma UNE-EN 61672-1 (2005) Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones

Norma UNE-EN 61672-2 (2005) *Electroacústica. Sonómetros. Parte 2: Ensayos de evaluación de modelo*

CEI 651 *(Especificaciones de equipos)*

CEI 804 *(Especificaciones de equipos que integran y ponderan el ruido)*

Riesgo Físico

VIBRACIONES

Caracterización

Las vibraciones suelen ser fenómenos físicos no deseables, asociadas a máquinas accionadas por motores. Realmente, es difícil poder evitar las vibraciones, ya que suelen ser el resultado de efectos dinámicos producidos por desajustes entre las piezas o elementos que constituyen los motores y desequilibrios de los componentes giratorios.

A menudo, la exposición a las vibraciones, está ligada a la exposición a contaminación acústica, siendo este fenómeno más patente en el ámbito laboral. Esto es debido a que ambos contaminantes físicos tienen el mismo origen, y producen movimientos oscilatorios, parcialmente sonoros y en parte infrasonoros. Pero los efectos que producen unos y otros son diferentes por completo.

En el caso de las vibraciones, producen efectos adversos que van desde trastornos del sistema nervioso central hasta lesiones físicas, sin olvidar las lesiones de tipo vascular, como el “Síndrome de dedos blandos”.

Desarrollaremos las propiedades de las vibraciones y la necesidad de la aplicación de medidas de prevención, protección y control para minimizar sus efectos.

Definiciones

Vibración¹

Perturbación producida por un emisor acústico que provoca la oscilación periódica de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.

Vibración transmitida al cuerpo entero²

La vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.

Vibración transmitida al sistema mano-brazo³

La vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares. Estos movimientos oscilatorios pueden ser rotaciones, traslaciones o, como ocurre generalmente, movimientos complejos en los que intervienen al mismo tiempo rotaciones y traslaciones. Se pueden describir en términos de aceleraciones, de velocidades o de desplazamientos reales de las masas afectadas. El cuerpo oscilante puede ser un gas, un líquido o un sólido, pero normalmente las vibraciones que causan mayores problemas en el medio laboral son las propagadas por sólidos

Molestia

El grado de perturbación que provoca el ruido o las vibraciones a la población, determinado mediante encuestas sobre el terreno.

Resonancia: se dice que un sistema vibratorio entra en resonancia cuando la frecuencia natural de vibración coincide con la frecuencia de la excitación.

Valor límite

Un valor de un índice que no debe ser sobrepasado y que de superarse, obliga a las autoridades competentes (o al empresario, según sea el caso) a prever o a aplicar medidas tendentes a evitar tal superación.

1: Según RD1367/07 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. **2:** Según el RD 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas **3:** Según el RD 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

Magnitudes y Valores Límite

Magnitudes

Frecuencia

El número de veces que se produce la oscilación en una unidad de tiempo (n° de ciclos por segundo) y se mide en Hertios (Hz). Las vibraciones están compuestas por la suma de varias vibraciones de diferente frecuencia.

Amplitud

Es el desplazamiento de la masa respecto a su situación de equilibrio. Se mide en metros (m).

Periodo

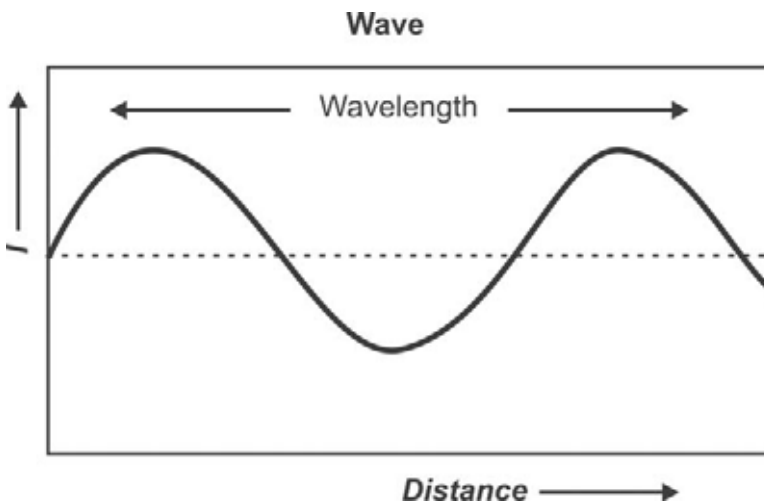
Es el tiempo que tarda la onda en pasar por el siguiente punto con la misma dirección y sentido. Se mide en segundos (seg).

Velocidad

Desplazamiento de la partícula vibrante en un segundo. Se mide en metros por segundo (m/s). El umbral de percepción es de 10^{-9} m/s.

Aceleración

Variación de la velocidad en un segundo. Se mide en metros por segundo al cuadrado (m/s^2). El umbral de percepción es de 10^{-6} m/s^2 . también se puede medir en escala logarítmica.



Espectro de frecuencias de la vibración

Son especialmente interesantes las componentes en frecuencia de la señal de vibración, que coinciden con aquellas frecuencias características de la estructura receptora (resonancia). Son las que ocasionan los efectos más severos sobre la salud. Para la exposición de vibraciones mano-brazo, el rango de frecuencias (en bandas de octava) comprende las frecuencias centrales entre 8 Hz y 1000 Hz. Para exposición a las de cuerpo completo, el rango de frecuencias (expresado en bandas de octava), comprende las frecuencias centrales entre 1 Hz y 80 Hz. Es decir, si se estudia la exposición de un trabajador a vibraciones mano-brazo, solo debe interesar la cantidad de energía vibratoria transmitida dentro del rango de frecuencias comprendido entre 8 y 1000 Hz (El intervalo de medida será un tercio de octava fuera de los límites del rango de interés esto es, entre 6,3 Hz. y 1250 Hz). Así consideramos como no dañinas las frecuencias por encima o por debajo de los límites de este rango.

A efectos de zonificación y de objetivos de calidad acústica, según el RD 1367/2007, se define el siguiente Índice para las vibraciones:

L_{aw} : (Índice de vibración): el índice de vibración asociado a la molestia, o a los efectos nocivos, producidos por vibraciones. El índice de vibración, L_{aw} en decibelios (dB), se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{aw} = 20 \lg \frac{a_w}{a_0}$$

Siendo:

- a_w : el máximo del valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación en frecuencia w_m , en el tiempo t , $a_w(t)$, en m/s^2 .

- a_0 : la aceleración de referencia ($a_0 = 10^{-6} m/s^2$).

Donde:

- La ponderación en frecuencia se realiza según la curva de atenuación w_m definida en la norma ISO 2631-2:2003: Vibraciones mecánicas y choque - evaluación de la exposición de las personas a las vibraciones globales del cuerpo - Parte 2 Vibraciones en edificios 1 - 80 Hz.

- El valor eficaz $a_w(t)$ se obtiene mediante promediado exponencial con constante de tiempo 1s (slow). Se considerará el valor máximo de la medición a_w . Este parámetro está definido en la norma ISO 2631-1:1997 como MTVV (Maximum Transient Vibration Value), dentro del método de evaluación denominado «running RMS».

Valores Límite:

Debemos distinguir entre lo establecido fuera del ámbito laboral, según el RD1367/07 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas; en base al cual establece lo siguiente:

Vibraciones estacionarias

Ningún valor del índice supera los valores fijados en el anexo II.

Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales

Uso del edificio	Índice de vibración L_{aw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Vibraciones transitorias

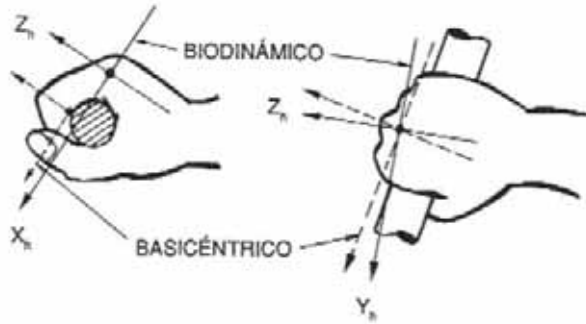
Los valores fijados en la tabla C, del anexo II podrán superarse para un número de eventos determinado de conformidad con el procedimiento siguiente:

- Se consideran los dos periodos temporales de evaluación siguientes: periodo día, comprendido entre las 07:00-23:00 horas y periodo noche, comprendido entre las 23:00-07:00 horas.
- En el periodo nocturno no se permite ningún exceso.
- En ningún caso se permiten excesos superiores a 5 dB.
- El conjunto de superaciones no debe ser mayor de 9. A estos efectos cada evento cuyo exceso no supere los 3 dB será contabilizado como 1 y si los supera como 3.

En cuanto a lo establecido en el ámbito laboral, según el RD 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas:

- Para la vibración transmitida al sistema mano-brazo:
 - El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en 5 m/s^2 .

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE VIBRACIONES MANO - BRAZO



Direcciones de los ejes:

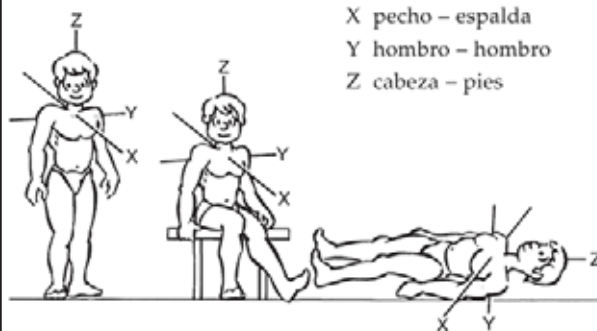
X dorso - palma de la mano

Y línea nudillos

Z mano - interior brazo

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE VIBRACIONES CUERPO COMPLETO

Dirección de los ejes:



X pecho - espalda

Y hombro - hombro

Z cabeza - pies

- El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en $2,5 \text{ m/s}^2$.
- Para la vibración transmitida al cuerpo entero:
 - El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en $1,15 \text{ m/s}^2$.
 - El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en $0,5 \text{ m/s}^2$.

Características de las vibraciones

Las vibraciones se transmiten hacia el organismo de varias formas, dependiendo de los puntos de contacto entre la persona y el foco emisor o vehículo transmisor. Las vibraciones son transmitidas al tronco por medio de las extremidades inferiores, si el sujeto está de pie, o de la pelvis si está sentado. Si se utilizan herramientas vibrátiles, las vibraciones se transmiten, a través de las extremidades superiores, a la cabeza y al tronco.

Existen, por lo tanto, dos esquemas de transmisión:

- a) Sistema mano-brazo:** se presentan cuando se emplean herramientas vibrátiles - portátiles como martillos neumáticos, tronadoras, taladros. El comportamiento mecánico de este sistema viene estudiado como la resistencia (o impedancia) a vibrar. En función de esta resistencia, la exposición a bajas frecuencias ($< 50 \text{ Hz}$) afectan en mayor medida al codo y al hombro mientras que las frecuencias elevadas afectan a dedos y a manos.
- b) Cuerpo completo:** el cuerpo humano contiene elementos que presentan resonancias cuya respuesta al campo vibracional es máxima, es por esto que los efectos de las vibraciones pueden ser causados por una sola frecuencia resonante. Depende de la posición de la persona, si está de pie o sentado y de factores individuales, como la constitución física, la edad, el estado general de salud, etc.

Ilustraciones de ambos sistemas en la página izquierda

Tipos de vibraciones: Clasificación

La clasificación de las vibraciones se puede hacer atendiendo a diversos criterios:

a) Su frecuencia:

- Muy baja frecuencia: < 1 Hz
- Baja frecuencia: entre 1 Hz y 20 Hz
- Alta frecuencia: entre 20 Hz y 1.000 Hz

b) Sus características físicas:

- Periódicas: no existen fuerzas externas que modifiquen la amplitud del movimiento, y el suceso se repite en el tiempo.
- No periódicas: producidas por impactos no periódicos.
- Aleatorias: el movimiento vibratorio no se repite exactamente, debido a que actúa sobre él fuerzas externas. Son las más frecuentes, se componen de varias frecuencias.

c) La parte del cuerpo a la que afectan:

- Cuerpo completo
- Mano-brazo

d) Según su origen:

- Vibraciones originadas en procesos de transformación: prensas, tronzadoras, trituradoras, etc...
- Vibraciones generadas por maquinaria, equipos de trabajo y herramientas: motores, generadores, vehículos, etc...
- Vibraciones producidas por fallos y desgaste: de diseño, de uso, de mantenimiento, de funcionamiento,...
- Vibraciones de origen natural: sísmicas.

Riesgo Físico

VIBRACIONES

Efectos

Los efectos de las vibraciones pueden ser fisiológicos, psicológicos, músculo-esqueléticos y de percepción. También pueden influir en la productividad de los trabajadores.

Entre las variables que determinan el efecto en las personas destacan:

- La frecuencia y aceleración
- El tiempo de exposición
- El tipo de fuente y la transmisión, ya sea a todo el cuerpo o al sistema mano-brazo
- La dirección de las vibraciones, en relación con los ejes ortogonales.

Efectos de las vibraciones según la frecuencia

Vibraciones de muy baja frecuencia

- Estimulación del laberinto del oído interno, que asociado con la afectación del nervio vestibular puede causar vértigo, pérdida de audición, zumbidos, presión y dolor en el oído.

- Trastornos del sistema nervioso central:
- Mareos y vómitos (el mareo del viajero): también llamada “cinetosis”, trastorno del equilibrio que se manifiesta como una sensación desagradable de inestabilidad, acompañada de alteraciones digestivas y otros síntomas como bostezos, náuseas, sudores fríos, palidez e incluso vómitos.

Vibraciones de baja frecuencia

- Lumbalgias, lumbociáticas, hernias, pinzamientos discales.
- Agravamiento de lesiones raquídeas menores e incidencia sobre trastornos debidos a vicios posturales.
- Síntomas neurológicos: variación del ritmo cerebral, alteraciones del equilibrio.
- Trastornos de visión por resonancia.

Vibraciones de alta frecuencia

Trastornos óseo-articulares identificables radiológicamente, tales como:

- Artrosis hiperostósica del codo
- Lesiones de muñeca como malacia del semilunar o osteonecrosis de escafoides carpiano. La malacia del semilunar consiste en una enfermedad del hueso semilunar del carpo que cursa con dolor progresivo, pérdida de movimiento, colapso del carpo y artrosis. La historia natural de la patología lleva a un carpo rígido doloroso a los pequeños movimientos, provocando una gran incapacidad². Con los años el dolor disminuye, pero persiste la falta de movilidad. La osteonecrosis de escafoides carpiano
- Afecciones angioneuróticas de la mano, calambres, trastornos de la sensibilidad. Expresión vascular manifestada por crisis del tipo de dedos muertos llamado Síndrome de Raynaud. El síndrome de Raynaud es un cuadro clínico caracterizado por ataques episódicos de vasoconstricción de las arterias y arteriolas de las extremidades como los dedos de la mano y pies, en ocasiones las orejas y la nariz, en respuesta al frío o a estímulos emocionales. Un ataque clásico consiste en la palidez de la porción distal de la extremidad, seguida de cianosis (coloración azul o lívida de la piel por causa de oxigenación insuficiente) y de rubor (enrojecimiento inflamatorio), acompañada de parestesias (trastorno de la sensibilidad), generalmente como ardor.
- Aumento de la incidencia de enfermedades estomacales.

Efectos de las vibraciones según el tipo de vibración

Vibraciones de cuerpo completo

Malestar

Depende de la frecuencia de vibración, la dirección de la vibración, el punto de contacto con el cuerpo y la duración de la exposición a la vibración

Interferencia con la actividad

Pueden deteriorar la adquisición de información (p. ej., por los ojos), la salida de información (p. ej., mediante movimientos de las manos o de los pies) o los procesos centrales complejos que relacionan la entrada con la salida (p. ej., aprendizaje, memoria, toma de decisiones).

Alteraciones de las funciones fisiológicas

Las alteraciones típicas de una “respuesta de sobresalto” se normalizan con la exposición continuada. Otras reacciones continúan o se desarrollan de modo gradual. A menudo no es posible encontrar relación directa entre las alteraciones de las funciones fisiológicas con las vibraciones, ya que suelen influir otros factores como elevada tensión mental, ruido y sustancias tóxicas.

Alteraciones neuromusculares

La ausencia de control de información durante las vibraciones de cuerpo completo es la alteración más clara de la función fisiológica normal del sistema neuromuscular. La columna puede verse sometida a una carga mayor debido a la reducción de la estabilización muscular de la misma a frecuencias de 6,5 a 8 Hz y durante la fase inicial a un desplazamiento brusco hacia arriba. A pesar de la débil actividad EMG causada por las vibraciones de cuerpo completo, la fatiga de los músculos de la espalda durante la exposición a las vibraciones puede ser superior a la que se observa en posturas sentadas normales sin vibraciones de cuerpo completo. Los reflejos de los tendones pueden disminuir o desaparecer temporalmente durante la exposición a las vibraciones de cuerpo completo a frecuencias superiores a 10 Hz.

Alteraciones cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y metabólicas

El aumento de ventilación obedece en parte a oscilaciones del aire en el sistema respiratorio. Las alteraciones respiratorias y metabólicas pueden no corresponderse, lo que posiblemente sugiere una perturbación de los mecanismos de control de la respiración. Se han comunicado diversos hallazgos, en parte contradictorios, sobre alteraciones de las hormonas adrenocorticotrópicas (ACTH) y las catecolaminas.

Alteraciones sensoriales y del sistema nervioso central

Los experimentos con exposición combinada, a corto plazo y prolongada, a ruido y

vibraciones de cuerpo completo, parecen sugerir que las vibraciones tienen un pequeño efecto sinérgico sobre la audición.

Efectos a largo plazo

- o Riesgo para la salud de la columna vertebral: existe un riesgo elevado para la salud en la columna vertebral de los trabajadores expuestos durante muchos años a intensas vibraciones de cuerpo completo
- o Otros riesgos para la salud

Sistema nervioso, órgano vestibular y audición

No hay estudios concluyentes sobre la relación causa efecto entre las vibraciones de cuerpo completo y alteraciones del sistema nervioso central o el sistema vestibular. En algunos estudios, se ha observado un aumento adicional de los desplazamientos permanentes del umbral (PTS) de audición tras una exposición combinada de larga duración a las vibraciones de cuerpo completo y al ruido.

Sistemas circulatorio y digestivo

Se han detectado cuatro grupos principales de alteraciones circulatorias con mayor incidencia entre trabajadores expuestos a vibraciones de cuerpo completo:

- Trastornos periféricos, tales como el síndrome de Raynaud, cerca del punto de aplicación de la vibración de cuerpo completo (es decir, los pies de los operarios en posición de pie o, en menor grado, las manos de los conductores).
- Venas varicosas de las piernas, hemorroides y varicocele.
- Cardiopatía isquémica e hipertensión.
- Alteraciones neurovasculares.

Órganos reproductores femeninos, embarazo y sistema genitourinario masculino

Se cree que el aumento del riesgo de aborto, alteraciones menstruales y anomalías posicionales (p. ej., desprendimiento de útero) puede estar relacionado con la exposición de larga duración a las vibraciones de cuerpo completo. En algunos estudios, se ha observado una mayor incidencia de prostatitis, aunque no están confirmados.

Vibraciones Brazo-Mano

Malestar subjetivo

Los resultados experimentales indican que la sensibilidad humana a la vibración disminuye a medida que aumenta la frecuencia, tanto en lo que se refiere a los niveles de vibración confortables como molestos. La vibración vertical parece causar mayor

malestar que la vibración en otras direcciones. Se ha observado también que el malestar subjetivo está en función de la composición espectral de la vibración y de la fuerza de agarre ejercida sobre la empuñadura que vibra.

Perturbación de la actividad

La exposición aguda a vibraciones transmitidas a las manos puede causar un aumento temporal de los umbrales vibrotáctiles debido a una depresión de la excitabilidad de los mecanorreceptores de la piel. La exposición al frío agrava la depresión táctil inducida por las vibraciones. En trabajadores expuestos a vibraciones que trabajan habitualmente en ambientes fríos, los episodios repetidos de deterioro agudo de la sensibilidad táctil puede conducir a una reducción permanente de la percepción sensorial y a la pérdida de destreza de manipulación lo que, a su vez, puede interferir en la actividad laboral y elevar el riesgo de lesiones graves por accidentes.

Esqueléticos

algunos investigadores han comunicado que la exposición prolongada a vibraciones transmitidas a las manos puede producir alteraciones esqueléticas características en las manos, muñecas y codos, aunque es un tema controvertido ya que otros autores sostienen que no hay relación directa probada.

Neurológicos

Los trabajadores que manejan herramientas vibrantes pueden sufrir hormigueo y adormecimiento de dedos y manos. Si la exposición a las vibraciones continúa, estos síntomas tienden a empeorar y pueden interferir con la capacidad de trabajo y las actividades de su vida diaria. Los trabajadores expuestos a vibraciones pueden presentar umbrales vibratorios, térmicos y táctiles más elevados en los reconocimientos clínicos. Se ha sugerido que la exposición continua a las vibraciones no solo puede deprimir la excitabilidad de los receptores de la piel sino también inducir alteraciones patológicas en los nervios de los dedos, tales como edema perineural, seguido de fibrosis y pérdida de fibra nerviosa.

Musculares

Los trabajadores expuestos a vibraciones pueden quejarse de debilidad muscular y dolor en las manos y brazos. En algunos individuos la fatiga muscular puede causar discapacidad. En algunos estudios de seguimiento de leñadores se ha comunicado una disminución de la fuerza de agarre de la mano. También se han comunicado otros trastornos relacionados con el trabajo en trabajadores expuestos a vibraciones, como tendinitis y tenosinovitis en las extremidades superiores, y contractura de Dupuytren, una enfermedad del tejido fascial de la palma de la mano. No obstante, la asociación con vibración transmitida a las manos no es concluyente.

Efectos vasculares: Fenómeno de Raynaud

También se conoce como dedo blanco inducido por vibración (VWF). Se caracteriza por episodios de dedos blancos o pálidos causados por oclusión espástica de las arterias digitales. Los ataques suelen desencadenarse por el frío y duran de 5 a 30 o 40 minutos. Durante un ataque puede experimentarse pérdida completa de sensibilidad táctil. En la fase de recuperación, normalmente acelerada por calor o masaje local, puede aparecer enrojecimiento de los dedos afectados a causa de un aumento reactivo del flujo sanguíneo en los vasos cutáneos. En los pocos casos avanzados, los ataques vasospásticos digitales graves y repetidos pueden conducir a alteraciones tróficas (ulceración o gangrena) en la piel de las puntas de los dedos.

Otros trastornos

Algunos estudios indican que en los trabajadores afectados de VWF la pérdida de audición es mayor de lo esperado en función del envejecimiento y de la exposición al ruido por el uso de herramientas vibrantes. Se ha sugerido que los sujetos con VWF pueden presentar un riesgo adicional de deterioro auditivo debido a vasoconstricción simpática refleja, inducida por vibración, de los vasos sanguíneos que irrigan el oído interno. Además de trastornos periféricos, algunas escuelas rusas y japonesas de medicina del trabajo han comunicado otros efectos adversos para la salud que afectan al sistema endocrino y al sistema nervioso central de trabajadores expuestos a vibración.

Riesgo Físico

VIBRACIONES

Evaluación

En la evaluación de las vibraciones por medición se deberán emplear instrumentos de medida que cumplan las exigencias establecidas en la norma UNE-EN ISO 8041:2006. «Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida».

Para realizar la medición, se usa un equipo integrador de vibraciones que se denomina **vibrómetro**. Está diseñado y construido para dar una respuesta ante una vibración de una forma aproximada a como lo haría el cuerpo humano, dando medidas objetivas. En el instrumento, se introducen filtros de ponderación en frecuencia específicos para vibraciones de sistema global, o de mano-brazo, e integra la señal de vibración en el tiempo.

Los sistemas de medición de vibraciones, usan un transductor de medida, que convierte la señal mecánica (vibración) en una señal eléctrica, y un equipo que trata esa señal de diversas formas.

La mayoría de los sistemas utilizan **acelerómetros** para detectar el movimiento de la superficie vibrante. El acelerómetro es un transductor electromecánico adherido a la superficie vibrante que produce en sus terminales de salida un voltaje (o carga) proporcional a la aceleración a que está sometido. Hay transductores para sistemas de cuerpo entero (o globales) y transductores para mano-brazo. Los primeros son lo suficientemente planos para interponerlos sin producir

molestia, entre la persona y la máquina vibrante; y los segundos están indicados para herramientas de percusión, montados en adaptadores que se ubican en la zona de la mano donde inciden las vibraciones. Los transductores pueden llevar asociado un láser, que evita el contacto físico entre el sujeto y el medidor.

A partir del acelerómetro la señal de vibración puede procesarse de diferentes formas para alcanzar una medida de la **aceleración ponderada** en frecuencia.

En otras ocasiones, se utilizan los analizadores en tiempo real que son sistemas de medida que permiten almacenar la información en el tiempo y obtener el **análisis en frecuencia**. El análisis en frecuencia se recomienda para comprobar la validez de las mediciones y para suministrar información para la mejora de los diseños de las máquinas o herramientas.

Los sistemas de análisis en tiempo real son más complejos y caros que los equipos integradores de medida, pero el análisis en frecuencia puede proporcionar información de los medios necesarios para reducir las vibraciones en las frecuencias problemáticas y es por tanto, muy útil para controlar las vibraciones.

Medición

La medida de las vibraciones, tanto del tipo mano-brazo, como del tipo cuerpo entero, nos permite evaluar en qué medida afectan a la salud de las personas.

Para llevar a cabo la medición de las vibraciones, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Elección del **equipo adecuado**. Datos a tener en cuenta: temperatura, humedad, tipo de vibración (mano-brazo o cuerpo entero), efecto de la masa, si existen campos eléctricos o acústicos en la zona, etc.
- **Calibrar** adecuadamente el equipo.
- **Ubicación** del instrumento medidor. Debe ser en el punto exacto donde se transmiten al cuerpo humano. En el caso de las vibraciones mano-brazo, en la empuñadura de la herramienta, y en el caso de las de cuerpo entero, o bien el el asiento, o bien cerca de los pies, según la máquina.
- Realizar la medición en **condiciones normales** (de trabajo o de operación).
- Estimar los **tipos y niveles** de vibración.
- Tomar medidas en diferentes puntos del sistema, para calcular **áreas de vibración** en función de la frecuencia.

- Realizar un **esquema** del sistema y tomar nota de los **datos de la máquina** (fabricante, tipo, condiciones de funcionamiento, masa, características del punto de transmisión de las vibraciones al cuerpo, etc..)
- La **duración** de la medida debe ser suficiente para que sea representativa.
- Los métodos utilizados podrán implicar un **muestreo**, que deberá ser **representativo** de la exposición del trabajador a las vibraciones mecánicas en cuestión

Evaluación

Vibraciones Mano-Brazo¹

La evaluación del nivel de exposición a la vibración transmitida al sistema mano-brazo se basa en el cálculo del valor de exposición diaria, normalizado para un período de referencia de ocho horas, $A(8)$, expresada como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (valor total) de los valores eficaces de aceleración ponderada en frecuencia, determinados según los ejes ortogonales a_{hwz} , a_{hwy} y a_{hwz} , como se define en los capítulos 4 y 5 y en el anexo A de la norma UNE-EN ISO 5349-1 (2002).

La evaluación del nivel de exposición puede efectuarse mediante una estimación basada en las informaciones relativas al nivel de emisión de los equipos de trabajo utilizados, proporcionadas por los fabricantes de dichos materiales y mediante la observación de las prácticas de trabajo específicas o mediante medición.

Cuando se trate de aparatos que deban sostenerse con ambas manos, las mediciones deberán realizarse en cada mano. La exposición se determinará por referencia al valor más elevado; también se dará información sobre la otra mano

Una vez efectuada la medida, a partir de valores superiores a $2,5 \text{ m/s}^2$, se debe:

- Dar información al trabajador
- Impartir formación sobre los métodos de control
- Establecer acciones técnicas, organizativas y otro tipo para reducir la exposición.

Es importante no permitir que haya personas expuestas a valores que superen el límite permitido, puesto que sin control, o protección, con exposiciones superiores a 5 m/s^2 , se corre el riesgo de sufrir riesgos importantes.

Vibraciones Cuerpo Completo²

La evaluación del nivel de exposición a las vibraciones se basa en el cálculo de la

exposición diaria A(8) expresada como la aceleración continua equivalente para un período de ocho horas, calculada como el mayor de los valores eficaces de las aceleraciones ponderadas en frecuencia determinadas según los tres ejes ortogonales ($1,4a_{wx}$, $1,4a_{wy}$, a_{wz} , para un trabajador sentado o de pie), de conformidad con los capítulos 5, 6 y 7, el anexo A y el anexo B de la norma ISO 2631-1 (1997).

El valor de exposición diaria que da lugar a una acción se fija en $0,5 \text{ m/s}^2$. Por encima de ese valor, hay que adoptar la misma sistemática establecida que para las vibraciones mano-brazo. El valor límite para un período de referencia de ocho horas se fija en $1,15 \text{ m/s}^2$.

El RD 1311/2005 también establece la posibilidad de evaluar el nivel de exposición mediante estimaciones basadas en información proporcionada por los fabricantes.

Vibraciones ambientales

Las vibraciones en edificios se consideran problemas de contaminación medioambiental porque la fuente de vibraciones es externa al edificio o ajena a la actividad realizada en el mismo. Por tanto, es una problemática ajena al ámbito laboral.

Los edificios vibran por distintas causas como tráfico viario, ferroviario y aéreo, viento, voladura, maquinaria industrial, electrodomésticos, equipos de ventilación, golpes, obras etc. En función de la fuente que las produce, se distinguen tres tipos principales de vibraciones:

- Debidas a procesos continuos o semicontinuos, por ejemplo industrias
- Producidas por actividades intermitentes permanentes, por ejemplo el tráfico
- Por actividades de duración determinada (no permanentes), por ejemplo obras civiles.

Cada tipo de fuente tiende a producir una vibración con una excitación característica, compuesta de diferentes magnitudes y frecuencias, que a su vez, son transformadas por la respuesta del suelo, así como por las características de la construcción, antes de que sea percibida por los ocupantes del edificio. En general, las vibraciones en edificios son difíciles de controlar.

Las vibraciones que reciben los ocupantes de los edificios pueden ocasionar problemas de incomodidad, interferencia con la actividad que se realiza, etc., pero no son efectos adversos sobre la salud, salvo en casos extremadamente raros.

En general, la percepción por parte de la vibración de los ocupantes de los edificios es mayor que los niveles que se miden. Pueden influir varios factores, por ejemplo el tipo de actividad que se realice en el momento, el ruido aéreo o estructural; también si las vibraciones se presentan por el día o por la noche, etc.

Para la medida y evaluación de las vibraciones en edificios se utilizan criterios de confort, usando como referencia el L_{gw} (Índice de Vibraciones medido en db). Tras la aprobación del RD1367/07 sobre zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, han sido establecidos los objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales (ver tabla en la página 133).

*1: Según RD 1311/2005. Anexo I parte A . *2: Según RD 1311/2005. Anexo I parte B

Riesgo Físico

VIBRACIONES

Prevención

El RD 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, establece las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente a los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Eliminación del riesgo en origen

La prevención y control de vibraciones en la fuente puede realizarse:

- Evitando la generación de vibraciones ocasionadas por desgaste de superficies, holguras, rodamientos desgastados o averiados, giro de ejes, desbalanceo dinámico de piezas de giro, etc.
- Mediante el diseño ergonómico de las herramientas.
- Adquiriendo herramientas y equipos de vibración reducida. En la **adquisición** de cualesquiera equipos de trabajo deberá asegurarse el cumplimiento de los requisitos mínimos de seguridad y salud en máquinas y

componentes definidos legalmente (RD 1435/1992 modificado por el RD 56/1995), sin los cuales no es posible su comercialización:

- Marcado CE colocado en la máquina de manera clara, visible e indeleble
- Declaración CE de Conformidad, documento por el cual el fabricante declara que la máquina comercializada satisface todos los requisitos esenciales de seguridad y salud exigidos legalmente
- Manual de instrucciones, redactado en castellano, incluyendo información de utilidad para la instalación y uso de la máquina, así como instrucciones para desarrollar las tareas de mantenimiento de la misma (conservación y reparación)
- En relación con las vibraciones a la mano y el brazo de las **máquinas portátiles de gran peso**, cuando la operación lo permita puede ser efectivo el uso de accesorios de sustentación (tensores) o su apoyo en superficies de trabajo, carros u otros elementos que permitan sostener parte o todo el peso de la herramienta
- Desfasando o resintonizando las vibraciones, modificando la frecuencia de resonancia por variación de masa o rigidez de partes
- Utilizando mandos a controles a distancia o de control remoto
- Manteniendo el sistema de suspensión de vehículos en buen estado
- Manteniendo las superficies de rodadura sin discontinuidades

Medidas técnicas y organizativas

El empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización destinado a reducir al mínimo la exposición a las vibraciones mecánicas y los riesgos que se derivan de ésta, tomando en consideración, especialmente:

- Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse a vibraciones mecánicas
- La elección del equipo de trabajo adecuado, bien diseñado desde el punto de vista ergonómico y generador del menor nivel de vibraciones posible, habida cuenta del trabajo al que está destinado
- El suministro de equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión por vibraciones, por ejemplo, asientos, amortiguadores u otros sistemas que atenúen eficazmente las vibraciones transmitidas al cuerpo entero y asas, mangos o cubiertas que reduzcan las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo
- Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del

lugar de trabajo y de los puestos de trabajo

- La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo
- La información y formación adecuadas a los trabajadores sobre el manejo correcto y en forma segura del equipo de trabajo, para así reducir al mínimo la exposición a vibraciones mecánicas
- La limitación de la duración e intensidad de la exposición
- Una ordenación adecuada del tiempo de trabajo
- La aplicación de las medidas necesarias para proteger del frío y de la humedad a los trabajadores expuestos, incluyendo el suministro de ropa adecuada

Información y formación a los trabajadores

El empresario velará por que los trabajadores expuestos a riesgos derivados de vibraciones mecánicas en el lugar de trabajo y/o sus representantes reciban información y formación relativas al resultado de la evaluación de los riesgos realizada y en particular sobre:

- Las medidas tomadas siguiendo la legislación vigente para eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados de la vibración mecánica
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción
- Los resultados de las evaluaciones y mediciones de la vibración mecánica efectuadas en aplicación de la legislación vigente y los daños para la salud que podría acarrear el equipo de trabajo utilizado
- La conveniencia y el modo de detectar e informar sobre signos de daños para la salud
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de su salud
- Las prácticas de trabajo seguras, para reducir al mínimo la exposición a las vibraciones mecánicas

Vigilancia de la salud

Cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de

la salud de dichos trabajadores.

La vigilancia de la salud, cuyos resultados se tendrán en cuenta al aplicar medidas preventivas en un lugar de trabajo concreto, tendrá como objetivo la prevención y el diagnóstico precoz de cualquier daño para la salud como consecuencia de la exposición a vibraciones mecánicas. Dicha vigilancia será apropiada cuando:

- La exposición del trabajador a las vibraciones sea tal que pueda establecerse una relación entre dicha exposición y una enfermedad determinada o un efecto nocivo para la salud
- Haya probabilidades de contraer dicha enfermedad o padecer el efecto nocivo en las condiciones laborales concretas del trabajador
- Existan técnicas probadas para detectar la enfermedad o el efecto nocivo para la salud

En cualquier caso, todo trabajador expuesto a niveles de vibraciones mecánicas superiores a los valores máximos establecidos tendrá derecho a una vigilancia de la salud apropiada.

En la página siguiente, se puede ver un cuadro de medidas preventivas: las personas están expuestas a vibración global de todo el cuerpo.

Fuente de la tabla: ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, Capítulo Vibraciones (Michael J. Griffin)

MEDIDAS PREVENTIVAS DE EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	
GRUPO	ACCIÓN
Dirección	Obtener asesoramiento técnico Obtener asesoramiento médico Prevenir a las personas expuestas Formar a las personas expuestas Analizar los tiempos de exposición Adoptar medidas para retirar a los afectados de la exposición
Fabricantes de máquinas	Medir la vibración Diseño que minimice las vibraciones de cuerpo completo Optimizar el diseño de la suspensión Optimizar la dinámica de los asientos Utilizar un diseño ergonómico para permitir una postura correcta, etc. Asesorar en el mantenimiento de la máquina Asesorar en el mantenimiento de los asientos Alertar sobre las vibraciones peligrosas
Técnicos: en el lugar de trabajo	Medir la exposición a las vibraciones Proveer máquinas adecuadas Seleccionar asientos con buena atenuación Mantener las máquinas Informar a la dirección
Médicos	Revisiones médicas periódicas Anotar todos los síntomas comunicados Advertir a los trabajadores con predisposición evidente Asesorar sobre las consecuencias de la exposición Informar a la dirección
Personas expuestas	Utilizar la máquina correctamente Evitar la exposición innecesaria a las vibraciones Comprobar que el asiento está bien ajustado Adoptar una postura sentada correcta Comprobar el estado de la máquina Informar al supervisor de los problemas de vibraciones Obtener asesoramiento médico si aparecen síntomas Informar a la empresa de los trastornos correspondientes

Riesgo Físico

VIBRACIONES

Legislación

En este capítulo se recogen, de forma no exhaustiva, los enunciados de la legislación vigente relacionada con los riesgos que corren los trabajadores que están sometidos a vibraciones durante su actividad laboral.

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo , sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas (BOE núm.265 de 5 de noviembre de 2005)

Convenio 148 de la OIT, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.

Riesgo Físico

RADIACIONES

Caracterización

Las radiaciones son fenómenos físicos que consisten en la emisión, propagación y absorción de energía por parte de la materia, y que pueden producir alteraciones en la misma.

Estas radiaciones han existido siempre en la Tierra, pero en los últimos tiempos, se han visto incrementadas por la actividad del hombre y el desarrollo tecnológico.

Distinguiremos entre radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes.

Definiciones

Actividad (A):

Número de transformaciones nucleares espontáneas que se producen de un radionucleido, por unidad de tiempo. La unidad en el Sistema Internacional es el becquerel (Bq) y corresponde a una desintegración por segundo ($1\text{Bq}=1\text{d/s}$).

Átomo

Corpúsculo constitutivo de la materia, constituido por un número de protones y neutrones, en número que depende del cuerpo simple al que pertenece, alrededor del cual circulan electrones.

Densidad de flujo magnético (B)

Es el flujo magnético por unidad de área de una sección normal a la dirección del flujo, se mide en tesla (T). en la actualidad se considera que el campo B es el auténtico campo magnético.

Dosis absorbida

Es una medida de la energía depositada en un medio por una radiación ionizante. Es igual a la energía entregada por unidad de masa, J/kg, unidad a la cual se le da el nombre especial de Gray (Gy).

Dosis equivalente

Es una magnitud física que describe el efecto relativo de los distintos tipos de radiaciones ionizantes sobre los tejidos vivos. Se mide en Sievert (Sv)

Electrón (e⁻)

Partícula cargada negativamente constituyente de la corteza de los átomos.

Frecuencia (g)

Número de oscilaciones que realiza el campo electromagnético por segundo. Se mide en hercios (Hz).

Intensidad de campo eléctrico (E)

Se mide en voltios por metro (V/m)

Intensidad de campo magnético (H)

O excitación magnética, se mide en amperios por metro (A/m) y tiene aplicación en electrotecnia sobre todo. Coincide con el campo B en el vacío.

Ión

Partícula, átomo o grupo de átomos con carga eléctrica.

Longitud de onda (l)

Representa la distancia más corta entre dos puntos de la onda que se encuentran en el mismo estado de oscilación. Se mide en metros.

Neutrón (n)

Partícula neutra (sin carga) de masa ligeramente superior a la del protón, constituyente del núcleo de los átomos.

Nivel de radiación

Tasa o intensidad de radiación. Cuantificación de la exposición a las radiaciones a partir de la tasa de dosis equivalente. Se suele expresar en Sv/h o sus submúltiplos mSv/h y μ Sv/h.

Núcleo

Parte interna del átomo constituida por neutrones y protones íntimamente ligados y en número variable según el cuerpo simple (elemento) al que pertenece.

Positrón (e^+)

Es la antipartícula del electrón. Tiene la misma masa y la mayoría de las demás propiedades del electrón, salvo su carga, cuya magnitud es exactamente la misma que la del electrón, pero de signo positivo

Protón (p^+)

Partícula con carga eléctrica positiva constituyente del núcleo de los átomos. Es unas 1.840 veces más pesado que el e^- .

Radiación:

Proceso de emisión de energía en forma de ondas o partículas.

Radiactividad

Propiedad que tienen los núcleos de ciertos átomos de desintegrarse espontáneamente, emitiendo partículas radioactivas y radiación electromagnética.

Radionucleidos

Átomo inestable o radioactivo

Renguenio o roentgen (R)

unidad especial de medida de la exposición a RI. Su equivalencia con el Sistema Internacional (Culombio/kg $1C/Kg=3,876 R$).

Sievert (Sv)

Es una unidad que mide la dosis de radiación absorbida por la materia viva, corregida por los posibles efectos biológicos producidos. 1 Sv es equivalente a un joule por kilogramo ($J\ kg^{-1}$). Esta unidad da un valor numérico con el que se pueden cuantificar los efectos estocásticos producidos por las radiaciones ionizantes. Se cumple la equivalencia $1\ Sv = 1\ Gy$ para las radiaciones electromagnéticas (Rayos X y gamma) y los electrones, pero para otras radiaciones debe utilizarse un factor corrector: 20 para la radiación alfa, de 1 a 20 para neutrones,...). Esta unidad es utilizada para medir diferentes magnitudes usadas en protección radiológica, como la dosis equivalente, la dosis colectiva, la dosis ambiental o la dosis efectiva entre otras.

Velocidad de Propagación (v)

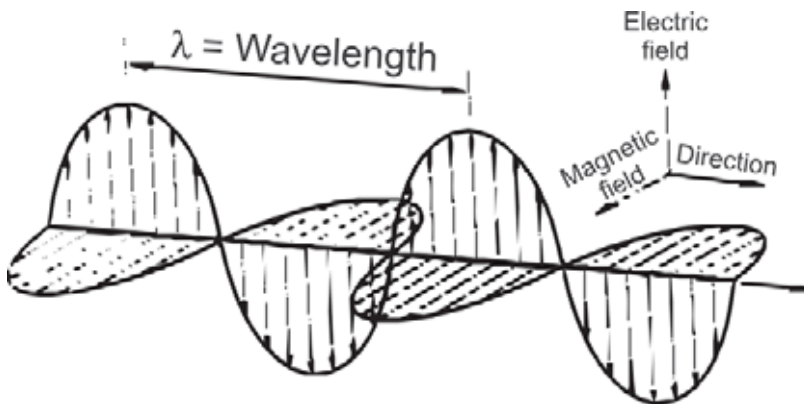
Se define como el cociente entre la longitud de onda y el tiempo que tarda una onda en realizar una oscilación completa. En el vacío es máxima y su valor es de $3 \cdot 10^8\ m/seg$. Este valor se denomina velocidad de la luz (en el vacío) y se representa por la letra c .

Características

Según Maxwell, quien en 1873 desarrolló la teoría de las ondas electromagnéticas, la radiación es una modalidad de propagación de energía sin el soporte de un medio material.

La radiación electromagnética es una doble onda, que se propaga a una velocidad v , formada por un campo eléctrico y otro magnético, que se encuentran en fase y cuyos planos de propagación son perpendiculares.

Onda Electromagnética



A esta radiación se le asigna una naturaleza de onda y de partícula, que fue desarrollada por Planck y Einstein.

De acuerdo con Einstein la radiación electromagnética está compuesta por pequeñas partículas de diferente energía de acuerdo con la frecuencia de la radiación. La energía es, exactamente $h \cdot g$ donde h es la constante de **Planck**^{*}, introducida para explicar la radiación emitida por un cuerpo cuando se calienta, y g la frecuencia. Estos corpúsculos de la luz fueron llamados "fotones" en 1926 por **Gilbert Newton** nombre que han conservado hasta ahora.

La dualidad de la naturaleza de la radiación, supone aspectos complementarios de la realidad.

^{*} Constante universal Planck $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \times \text{seg} = 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV} \times \text{seg}$

El fotón es la partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético. Es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética, incluyendo a los rayos gamma, los rayos X, la luz ultravioleta, la luz visible, la luz infrarroja, las microondas, y las ondas de radio.

El fotón se comporta como onda en fenómenos de refracción, difracción, etc; y como corpúsculo cuando hay intercambio de energía. Esta cantidad de energía, es fija y viene dada por la expresión:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Se mide en **electronvoltios** (eV), que es la unidad de energía equivalente a la energía que adquiere un electrón al ser acelerado con una diferencia de potencial en el vacío de un voltio.

Clasificación

La clasificación de las radiaciones atiende a su capacidad de ionizar, así tenemos las ionizantes y las no ionizantes:

Radiaciones No ionizantes (RNI)

Aquellas radiaciones que no poseen energía suficiente para provocar ionización al interaccionar con la materia biológica. El término engloba multitud de radiaciones: ópticas, radiofrecuencias, microondas, láser, etc...

El término radiación no ionizante hace referencia a la interacción de ésta con la materia; la capacidad de arrancar electrones (ionizar átomos o moléculas) vendrá dada por la frecuencia de la radiación, que determina la energía por fotón. Al tratarse de frecuencias consideradas bajas y por lo tanto también energías bajas por fotón, en general, su efecto es potencialmente menos peligroso que las radiaciones ionizantes. La frecuencia de la radiación no ionizante determinará en gran medida el efecto sobre la materia o tejido irradiado.

Así, atendiendo a la frecuencia de la radiación serán radiaciones no ionizantes las frecuencias comprendidas entre las frecuencias bajas o radio frecuencias y el ultravioleta aproximadamente, a partir del cual (rayos X y rayos gamma) se habla de radiación ionizante.

Las radiaciones no ionizantes, se clasifican en función de su longitud de onda, como se puede ver en el gráfico y la tabla de página siguiente.

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y EFECTOS EN LA MATERIA			
Tipo de Radiación	Longitud de onda	Efecto sobre moléculas	Efecto sobre la materia
UV	100nm - 400nm	Cambio en los niveles electrónicos	Térmico o fotoquímico
VIS	400nm - 780nm	Cambio en los niveles electrónicos	Térmico o fotoquímico
IR	780nm - 1mm	Vibraciones moleculares	Térmico
MO	1mm - 1m	Rotación de los átomos de la molécula	Térmico
RF	1m - 1000m	Rotación de los átomos de la molécula	Térmico
ELF	>1000 km	-	-

Ultravioleta (UV) y Visible (VIS)

Dentro de las RNI son las más energéticas. Producen calor y efectos fotoquímicos. Debido a su poca penetración, afectan a la piel y a los ojos. La región visible del espectro por su frecuencia es capaz de excitar electrones, sin llegar a arrancarlos. Algunos de los usos: espectrofotometría, control de plagas, esterilización, arcos de soldadura, artes gráficas, receptores de alta intensidad (arco de carbono), etc.

Infrarrojo (IR)

Esta radiación denominada también térmica, no posee energía suficiente para modificar la configuración electrónica de los átomos. La región infrarroja también excita modos vibracionales. Algunos de los usos: mandos a distancia, comunicación entre ordenadores y periféricos, fibras ópticas, secado de pinturas o barnices, secado de papel, termofijación de plásticos, precalentamiento de soldaduras, curvatura, templado y laminado del vidrio, entre otras. En el cuerpo humano, el órgano más comúnmente afectado es el ojo (cataratas térmicas) y la piel.

Microondas (MO)

El rango de las microondas está incluido en las bandas de radiofrecuencia, concretamente en las UHF (ultra-high frequency, frecuencia ultra alta en español) (0.3 – 3 GHz), SHF (super-high frequency, frecuencia super alta) (3 – 30 GHz) y EHF (extremely high frequency, frecuencia extremadamente alta) (30 – 300 GHz). Por su facilidad en atravesar la atmósfera, sin interferencias notables, las MO se emplean en el campo de las telecomunicaciones: televisión (emisiones desde unidades portátiles), Bluetooth, Wi-Fi, Televisión por cable, conexión a Internet (cable coaxial) y radares. Otra aplicación comúnmente implantada, tiene que ver con que las

microondas portan frecuencias próximas a los estados vibracionales de las moléculas (por ejemplo del agua, grasa o azúcar), y al *acoplarse* con las microondas se calientan. Estamos hablando de los hornos microondas.

Radiofrecuencias (RF)

En la tabla de la página siguiente, se puede observar el espectro de las RF en la que resaltamos, marcadas en **negrita**, las frecuencias que comparten espectro con las audiofrecuencias, pero en este caso se tratan de ondas electromagnéticas que se desplazan a la velocidad de la luz, no a la del sonido, como en el caso de las ondas de presión (acústicas). Los usos más frecuentes de las RF: Telefonía, Vídeo, Navegación, Radar, Servicios de emergencia, Transmisión de datos por radio digital, etc.

Láser

El término láser es en realidad un acrónimo de Light amplification by stimulated emission of radiation (amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación). Se trata de sistemas que emiten un haz de radiación electromagnética en una longitud de onda determinada (de 200 nm a 1mm) y son direccionales, lo que hacen que sea posible concentrar una gran cantidad de energía en una zona deseada, por lo que puede suponer un riesgo incluso a una distancia considerable. Los usos más frecuentes de los láseres: comunicaciones reproductores de CD, escáner, comunicación por fibra óptica, aplicaciones médicas (cirugía), industriales o militares.

En la tabla de la izquierda, se incluyen los tipos de láseres, así como los daños que entrañan y las medidas de control aplicables.

Campos de frecuencias extremadamente bajas (ELF)

Los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia extremadamente baja (ELF) y de muy baja frecuencia (VLF) abarcan el intervalo de frecuencia por encima de los campos estáticos (> 0 Hz) hasta los 30 kHz. La frecuencia más común es sin duda la de 50/60 Hz, utilizada para la generación, distribución y uso de energía eléctrica.

Dado que las longitudes de onda son muy elevadas, (kilómetros), los campos eléctrico y magnético actúan independientemente.

Las líneas de transmisión de alta tensión (AT) y las subestaciones producen los campos eléctricos más intensos a los que podemos estar expuestos de forma habitual. Los factores más importantes a tener en cuenta en relación con la máxima intensidad de campo eléctrico a nivel del suelo son principalmente la altura de los conductores, la configuración geométrica, la distancia lateral a la línea de transmisión y el voltaje de ésta.

La exposición laboral a campos magnéticos se produce principalmente por

ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIAS

NOMBRE	FRECUENCIAS	LONGITUD DE ONDA
Extra baja frecuencia (ELF) Extremely low frequency	3-30 Hz	100.000 km – 10.000 km
Super baja frecuencia (SLF) Super low frequency	30-300 Hz	10.000 km – 1000 km
Ultra baja frecuencia (ULF) Ultra low frequency	300–3000 Hz	1000 km – 100 km
Muy baja frecuencia (VLF) Very low frequency	3–30 kHz	100 km – 10 km
Baja frecuencia (LF) Low frequency	30–300 kHz	10 km – 1 km
Media frecuencia (MF) Medium frequency	300–3000 kHz	1 km – 100 m
Alta frecuencia (HF) High frequency	3–30 MHz	100 m – 10 m
Muy alta frecuencia (VHF) Very high frequency	30–300 MHz	10 m – 1 m
Ultra alta frecuencia (UHF) Ultra high frequency	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
Super alta frecuencia (SHF) Super high frequency	3-30 GHz	100 mm – 10 mm
Extra alta frecuencia (EHF) Extremely high frequency	30-300 GHz	10 mm – 1 mm

CLASES DE LÁSER (según UNE-EN-60825-1:1996)

CLASE	LÁSER	DAÑO	RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL
I	Sistemas de láser que no pueden emitir radiación en exceso de los niveles máximos de exposición permitidos	Ninguno	Ninguno	Etiquetas de peligro
II	Láseres emisores de luz visible que no tienen suficiente potencia para producir daños por accidente, pero pueden producir daños por una observación directa del haz durante un periodo superior a 0.25 seg	Ocular	Crónico para exposiciones de 1.000 seg	Carcasa protectora Etiquetas de peligro Indicador de funcionamiento Gafas de protección
IIIa	Láseres emisores de luz visible que no producen daños por observación indirecta, pero dañan la retina si se focalizan dentro del ojo	Ocular	Crónico para exposiciones > 0.25 seg	Controles de ingeniería Gafas de protección Controles administrativos Señales de peligro
IIIb	Láseres que pueden producir daños por accidente si se observa directamente el haz o sus reflexiones en distintas ópticas	Ocular Cutáneo	Peligro agudo en contacto con el haz	Controles de ingeniería Gafas de protección Controles administrativos Señales de peligro
IV	Sistemas de láseres que producen daños graves, por incidencia directa o reflexión difusa en los ojos y en la piel	Ocular Cutáneo	Peligro agudo en contacto con el haz o con su radiación difusa	Controles de ingeniería Gafas de protección Controles administrativos Señales de peligro

trabajar cerca de equipos industriales que utilizan corrientes elevadas. Entre tales dispositivos se incluyen los que se emplean en soldadura, afino con electroescoria, calentamiento (hornos, calentadores de inducción) y agitación. Otros usos son aplicaciones médicas (campos magnéticos de impulsos para mejorar la cicatrización de heridas y la estimulación del crecimiento óseo), así como Comunicaciones de muy largo alcance, radionavegación, modulación de emisiones radiadas, y las pantallas de visualización de datos (PVD).

Radiaciones Ionizantes

Las Radiaciones Ionizantes (RI) son formas de transmisión de energía, capaces de producir fenómenos de ionización en la materia en la que penetran. Es decir, que poseen un nivel energético (a partir de 10 kiloelectronvoltios keV) suficiente para arrancar electrones de la corteza del átomo, de modo que se producen modificaciones en la materia. Las RI proceden de los átomos. Existen en la naturaleza, pero también se generan de un modo artificial.

Hay dos características que determinan los distintos tipos de RI:

- La capacidad de ionización (proporcional al nivel de energía de la radiación)
- La capacidad de penetración (inversamente proporcional al tamaño de las partículas)

Radiaciones Alfa (α)

Una partícula alfa es un conjunto de dos protones y dos neutrones estrechamente unidos. Es idéntica a un núcleo de helio 4 (4He). De hecho, su destino último después de haber perdido la mayoría de su energía cinética es capturar dos electrones y convertirse en un átomo de helio. Los radionucleidos emisores de partículas alfa son en general núcleos relativamente pesados.

La desintegración alfa es una reacción de dos cuerpos, de manera que las partículas se emiten con energías cinéticas discretas.

La energía de estas partículas varía entre 4 y 7 MeV ($1\text{ MeV} = 10^6\text{ eV}$). Presentan un alto poder de ionización, pero una baja penetración. El riesgo principal es por inhalación o por ingestión.

Radiaciones Beta (β)

Una partícula beta es un electrón o positrón muy energético. Los radionucleidos emisores beta pueden ser de peso atómico alto o bajo.

Al tratarse la desintegración beta de una reacción entre tres cuerpos, las partículas

beta se emiten en un espectro de energías. La energía máxima del espectro depende del radionucleido que se desintegra y oscila entre los 18,6 keV para el tritio (^3H) y los 1,71 MeV para el fósforo 32 (^{32}P). La energía beta media del espectro es de alrededor de un tercio de la energía máxima.

Poseen un mayor poder de penetración que las partículas alfa, pudiendo producir quemaduras en la piel) pero menor poder de ionización.

Radiación Gamma (γ):

Es una radiación electromagnética emitida por un núcleo cuando experimenta una transición de un estado de energía más alta a un estado energético más bajo. El número de protones y neutrones del núcleo no varía en estas transiciones, que se producen tras las desintegraciones de tipo alfa o beta.

Poseen una gran capacidad de penetración y un poder de ionización relativamente bajo.

Rayos X

Son una radiación electromagnética. La distinción entre rayos X y rayos gamma radica en su origen. Mientras que los rayos gamma se originan en el núcleo atómico, los rayos X resultan de interacciones entre electrones. Su propagación se produce en línea recta. Tienen una gran penetración, y baja ionización.

Neutrones

Se producen durante reacciones nucleares, se liberan neutrones durante la fisión de los núcleos de uranio. De hecho, la producción de neutrones es esencial para mantener la fisión nuclear en un reactor.

CLASES DE NEUTRONES EN FUNCIÓN DE SU ENERGÍA	
TIPO	ESCALA ENERGÉTICA
Lentos o térmicos	0-0,1 keV
Intermedios	0,1-20 keV
Rápidos	20 keV-10 MeV
De alta energía	> 10 MeV

Poseen una penetración elevada, sin embargo, el agua y los compuestos hidrogenados son el mejor blindaje para neutrones, debido a que pierde mucha más energía si rebota contra un núcleo ligero que sobre uno pesado.

Pueden presentar energía de varios MeV.

Usos: generación de electricidad en centrales nucleares (Uranio) instaladas en muchos países; radiografías (rayos X), medicina nuclear, radiofármacos terapéuticos, radioterapia (rayos gamma), tratamientos contra el cáncer (haces de piones, haces de electrones, neutrones y otros tipos de radiación). Registro de pozos petrolíferos, medición de la densidad de la humedad en los suelos. Señalización de emergencia (tritio). Detectores de humos (americio).

Riesgo Físico

RADIACIONES

Efectos

Los efectos de las radiaciones son muy diversos. Admiten distintas clasificaciones: en función del tiempo que transcurre desde la exposición hasta la aparición de los síntomas, según la forma de aparición, y en función de las radiaciones que los producen.

Clasificación

Los efectos de las radiaciones los clasificamos en:

- **Agudos:** Aparecen en un plazo de tiempo corto tras la exposición. Estos efectos pueden ser generales o locales (eritema o necrosis de la piel, caída del cabello, necrosis de tejidos internos, la esterilidad temporal o permanente, la reproducción anormal de tejidos como el epitelio del tracto gastrointestinal, el funcionamiento anormal de los órganos hematopoyéticos (médula ósea roja y bazo), o alteraciones funcionales del sistema nervioso y de otros sistemas.
- **Crónicos:** frecuentemente aparecen años después de la exposición (cicatrices atróficas locales o procesos distróficos de órganos y tejidos fuertemente irradiados, las cataratas del cristalino, el cáncer de los huesos

debido a la irradiación del tejido óseo, el cáncer pulmonar, las anemias plásticas ocasionadas por radiolesiones de la medula ósea y la leucemia).

- **Genéticos:** afectan a las células germinales y aparecen efectos en la descendencia de los individuos expuestos.
- **Teratogénicos:** afectan al feto durante la gestación.

Según la forma de aparición, los clasificamos en:

- **Estocásticos:** ocurren al azar y su efecto puede aparecer de forma independiente a la dosis recibida. Están basados en probabilidades, y dicha probabilidad aumenta con el incremento en la dosis.
- **No estocásticos:** existe relación directa causa-efecto, y dichos efectos son más severas a mayores dosis. Tienen una dosis umbral por debajo de la que en principio el efecto nocivo no aparece.

Radiaciones No Ionizantes

No hay estudios concluyentes sobre la malignidad de las radiaciones no ionizantes, no obstante a continuación analizaremos los distintos tipos de radiaciones no ionizantes y sus efectos sobre la salud.

Radiación Ultravioleta

Los daños biológicos producidos por la radiación ultravioleta son:

- **Sobre la piel:** eritema por exposiciones a dosis muy elevadas. Consiste en un enrojecimiento que aparece horas después de la exposición y desaparece al cabo de unos días. Se forman ampollas y provoca desprendimiento de la piel. El tratamiento con ciertos medicamentos o el uso de perfumes, pomadas o inhaladores, puede producir un efecto fotosensibilizante cuyas reacciones pueden aparecer en forma de fotoalergia y fototoxicidad. También existen efectos retardados, como envejecimiento de la piel y aumento del riesgo de padecer cáncer de piel.
- **Sobre los ojos:** conjuntivitis y cataratas; fotoqueratitis y foto conjuntivitis que aparecen a las pocas horas de exposición y desaparecen al cabo de un par de días; lesión de la retina por exposición a fuentes con un fuerte componente de luz azul con reducción temporal o permanente de la visión.
- **Sobre la embarazada:** los efectos teratogénicos son muy raros en humanos.

Infrarrojos (IR)

Los daños biológicos producidos por la radiación de infrarrojos son:

- **Sobre los ojos:** El ojo tiene su propio mecanismo de protección frente a la radiación infrarroja, y además tiene una respuesta de aversión que limita la exposición. No obstante, pueden producirse daños térmico a la retina y al cristalino y quemaduras en cornea, aunque debido a la rápida renovación de las células de la cornea normalmente estos daños (siempre y cuando se limiten a la capa externa) sean temporales.
- **Sobre la piel:** Pueden provocar quemaduras y daños a piel fotosensibilizada, cuya intensidad dependerá del tipo de piel, de las propiedades de la radiación y del tiempo de exposición. También, en el caso de que la exposición sea muy prolongada y aunque la intensidad no sea suficiente para provocar dolor, se puede producir un desequilibrio en el sistema de termorregulación cuya gravedad dependerá de factores como las condiciones del individuo y del medio ambiente, la capacidad del sistema termorregulador de cada persona, la humedad, el movimiento del aire, la actividad física desarrollada o la ausencia de esta.

Láser

Los láseres se agrupan en cuatro clases de riesgo:

- La **clase I** no emite radiación potencialmente peligrosa
- Las **clases II, III y IV**, pueden producir daños en ojos y piel

En función del tipo de láser, se establecen las medidas de seguridad que se verán en el apartado de prevención.

En cuanto a los daños que produce cada tipo de láser:

- **Sobre los ojos:** La clase I es segura para la vista. La clase II emite una potencia muy baja y eso junto con la reacción natural de aversión a las fuentes de luz brillante del ojo humano, hace que tampoco entrañen riesgos graves para la salud. Los láseres de clase III entrañan peligro para la vista porque la reacción de aversión no es suficiente para limitar el tiempo de exposición. Los láseres de clase IV pueden provocar daños oculares por reflexiones difusas peligrosas.
- **Sobre la piel:** Los láseres de clase IV pueden entrañar riesgo lesiones sobre la piel.
- **Otros daños:** Los láseres de clase IV pueden entrañar incluso riesgo de incendio.

Microondas y Radiofrecuencias

Radiaciones intensas pueden provocar efectos del tipo:

- **Alteraciones en el comportamiento.**
- **Hipertermia** leve o severa. En zonas poco vascularizadas, como el interior del ojo, puede causar daños irreversibles.
- **Alteraciones del desarrollo embrionario, cataratas y quemaduras.**
- **Interferencias** que afectan de forma indirecta: interferencias con marcapasos, monitores en hospitales, aparatos terapéuticos....
- **Aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica.** Este proceso permite relacionar las microondas con tumor cerebral, enfermedad de Alzheimer y pérdidas de memoria, como consecuencias más directas.
- **Desarreglos en la producción de melatonina.** Una alteración en su producción conlleva desarreglos del sueño y del carácter, tales como depresión, cansancio y, en el extremo, propensión al suicidio.
- Experimentos de laboratorio han demostrado que las radiaciones de baja intensidad producen **roturas en el ADN**. El ADN es el encargado de fabricar células especializadas, y su rotura puede provocar la fabricación de células no especializadas, es decir, cáncer.
- **En embarazadas:** A frecuencias por debajo de 1000 Mhz, los órganos internos y tejidos profundos (incluyendo el feto) absorben la radiación, mientras los receptores térmicos de la piel no son sensibles a estas frecuencias.

Efectos de las fuentes de radiación mas comunes

Efectos biológicos de la radiación solar

Los rayos UVA tienen como efectos:

- Pigmentación inmediata
- Escaso poder eritematígeno
- Alteraciones a nivel del ADN celular
- Fotocarcinogénesis
- Fototoxía y fotoalergia

- Fotoenvejecimiento
- Alteraciones a nivel del sistema inmunitario

Efectos de la radiación UVB

- Bronceado
- Síntesis de vitamina D
- Eritema actínico
- Engrosamiento del estrato córneo
- Alteraciones del sistema inmunitario
- Fotocarcinogénesis (por tener capacidad de dañar la cadena de ADN)

Efectos de la radiación por infrarrojos

En ámbito local produce los siguientes efectos:

- Eritema por una vasodilatación subcutánea
- Efecto antiinflamatorio al aumentar el aporte de nutrientes y células defensivas, proporcionados por la hiperemia
- Sudoración por aumento de temperatura
- Acción anticontracturante en la musculatura estriada y antiespasmódico en la musculatura lisa

En el ámbito global, los efectos de los infrarrojos son:

- Vasodilatación superficial generalizada pudiendo llegar a provocar importantes caídas de tensión y lipotimias
- Sedación y relajación por acción del calor sobre las terminaciones nerviosas

Efectos de las antenas de telefonía y del uso del teléfono móvil

Se ha observado un mayor riesgo de leucemias y otros tipos de cáncer en personas que residen cerca de este tipo de antenas. También se han observado otro tipo de efectos que podrían estar relacionados en el aparato reproductor, neurológico, cardiovascular y malformaciones fetales.

Un tema controvertido es el uso de teléfonos móviles y la colocación de estaciones base en zonas públicas. Los terminales emiten algunos W/Kg. que se absorben por la cabeza, lo que está suscitando preocupación pública por el riesgo que esto

pueda suponer para la salud humana, y hay investigaciones en curso para estudiar esta posibilidad. Estudios en animales han demostrado que puede existir relación entre el uso del teléfono móvil y el cáncer cerebral, pero estos resultados no pueden considerarse como relevantes para la salud humana.

Efectos de los cables de alta tensión

La OMS junto con el Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas y la Asociación Internacional de Protección de la Radiación realizaron un trabajo de investigación, del que se desprenden las siguientes conclusiones con respecto a los efectos negativos de los cables de alta tensión:

- La córnea, cristalino y en menor grado la retina resultan ser sumamente sensibles
- Desciende el número de glóbulos rojos y aumenta la concentración de hemoglobina
- Alteraciones en el sistema inmunitario
- Efectos teratógenos sobre el material genético (aparición de aberraciones cromosomáticas)
- Disminución de la espermatogénesis
- Cambios en la menstruación
- Alteración de la proporción de nacimientos de varones y hembras
- Efectos congénitos en los recién nacidos
- Disminución de la lactancia
- Síntomas asténicos
- Descenso de la tensión arterial y bradicardia. Otras investigaciones avalan o incluso amplían la lista de efectos

También se ha llegado a asociar la muerte súbita del lactante con la cercanía a vías electrificadas, emisoras de radio, radar y líneas de alta tensión. Otros investigadores relacionan estas fuentes electromagnéticas con la aparición de diversos tipos de cáncer, como la leucemia y tumores cerebrales.

Campos eléctricos y magnéticos y consecuencias para la salud

Efectos sobre la reproducción, con especial referencia a las consecuencias para el embarazo.

Diversos estudios han mostrado relación entre la exposición a este tipo de campos

y cáncer infantil tras exposición tanto materna como paterna. No se ha demostrado que la exposición a este tipo de campos a través de pantallas de visualización de datos tenga efectos negativos sobre la reproducción.

Reacciones neurológicas y de comportamiento

Se han realizado estudios en los que se ha concluido que hay relación entre ciertas alteraciones fisiológicas (disminución de la frecuencia cardiaca, alteraciones del electroencefalograma) y la exposición a campos eléctricos y magnéticos.

Se han observado diversos síntomas y molestias en la piel y el sistema nervioso.

Efectos de interacción

Puede ser en forma de acoplamiento directo entre personas y campos (o acoplamiento indirecto (que solo se producen cuando el organismo expuesto se encuentra cerca de otros cuerpos). No se ha demostrado que estos mecanismos de interacción tengan efectos negativos sobre la salud.

Otros efectos sobre la salud

Los resultados notificados de varios estudios *in vitro* (OMS 1993; NRPB 1993) indican cambios metabólicos, y disminución de la cito toxicidad linfocítica en diversas cepas de células expuestas a campos eléctricos y corrientes de ELF y VLF.

Además de esto, hay posibles efectos sobre la salud pero sobre las que el conocimiento existente es limitado: cambios en los niveles nocturnos de melatonina, alteraciones de los ritmos circadianos inducidos en animales por exposición a campos eléctricos o magnéticos de ELF, y posibles efectos de los campos magnéticos de ELF sobre los procesos de desarrollo y carcinogénesis.

Efectos de los campos de radiofrecuencias

El principal efecto de los campos de radiofrecuencias es el calentamiento, pero incluso la exposición a campos que no son lo suficientemente intensos como para provocar calentamiento, puede tener efectos perjudiciales para la salud como cáncer y pérdida de memoria.

Campos magnéticos estáticos

En teoría, se podría reducir la velocidad de la sangre y producir un aumento de la tensión arterial, pero en las pruebas realizadas no se observó ninguno de estos efectos.

Los estudios en trabajadores dedicados a la fabricación de imanes, se observaron

algunos síntomas: irritabilidad, fatiga, dolor de cabeza, pérdida de apetito, alteraciones en la frecuencia cardíaca, disminución de la presión arterial, entre otros pero no fueron resultados concluyentes.

En trabajadores de la industria del aluminio, se observó una elevada tasa de mortalidad por leucemia pero tampoco pudieron determinarse con exactitud cuáles fueron los factores cancerígenos causantes y si estos se encontraban en el entorno de trabajo.

Radiaciones Ionizantes

Daño celular

La excitación de átomos y moléculas puede causar cambios moleculares. El proceso de ionización produce cambios en los átomos y, por lo tanto, provocar alteraciones en la estructura de las moléculas de la materia.

La importancia de la ionización que se produce en el tejido vivo se cuantifica mediante la **Transferencia Lineal de Energía (TLE)**, que depende del tipo de radiación y del medio absorbente.

El daño celular es importante si la radiación afecta a las moléculas que portan ADN o información para sintetizar las proteínas (ácido ribonucleico mensajero), que pueden llegar a impedir la supervivencia o reproducción de las células.

El peligro de la radiación no es que se puedan producir mutaciones, sino que estas se produzcan de forma que el organismo no sea capaz de superar.

La cantidad de mutaciones aumenta según aumenta la dosis de radiación.

Efectos agudos a corto plazo sobre la salud

Si como consecuencia de la radiación, un número significativo de células de un mismo órgano mueren o se modifican, puede haber una pérdida de función del órgano que provocará un daño que se manifestará al poco tiempo de la radiación.

Para que se produzcan y manifiesten estos daños, habrá que superar los valores límite. El efecto después de una irradiación dependerá de la parte del organismo afectada, del tratamiento médico que se suministra y de cómo se recibe la dosis.

Si la dosis es muy elevada, producirá la muerte de la persona irradiada en unas horas o días.

Si las dosis están entre 10 y 50 Gray y afectan a todo el organismo, se producen lesiones gastrointestinales, pérdida de la función digestiva, hemorragias, e

inflamación de los pulmones, lo que producirá la muerte en cuestión de semanas.

Dosis inferiores, pueden producir daños menores pero que en un 50% de los casos provocarían la muerte, al afectar a la médula ósea.

Los órganos genitales, especialmente los masculinos, son bastante radio sensibles, de forma que dosis muy pequeñas pueden producir esterilidad temporal, y con dosis de 3,5 a 6 Gray se puede producir una esterilidad permanente.

El cristalino es la parte del ojo más vulnerable a la radiación, produciéndose cataratas y opacidades, que ocurren después de un cierto período, tras una exposición aguda de entre 2 y 10 Gray para radiación de baja TLE, mientras que basta una dosis entre 2 y 3 veces inferior cuando la radiación causante sea de alta TLE.

Los niños son también especialmente sensibles, en particular sus huesos y cerebro.

Efectos latentes

Aunque se han realizado diversas investigaciones, la relación entre cáncer y defectos hereditarios y radiación a bajas dosis no es concluyente y se sigue investigando sobre ello.

Los organismos internacionales expertos en el tema suponen que no existe umbral para la aparición de cánceres o efectos hereditarios y que el riesgo aumenta con el aumento de las dosis recibidas.

En general, se ha demostrado con los estudios que los distintos tipos de cáncer aparecen después de un periodo de latencia de algunos años.

Por otro lado, la probabilidad de muerte por cáncer después de una irradiación depende de las características de la población.

Efectos sobre el medio ambiente

Tras el accidente de Chernobil, se observó que ciertos organismos reciben las dosis de radiación de forma superior a como las recibe el ser humano.

La CIPR, en 1991, estableció que "La Comisión cree que el nivel de control medioambiental necesario para proteger al hombre en la medida considerada actualmente como deseable, asegurará asimismo que otras especies no se expongan a situación de riesgo. Miembros individuales de especies no humanas podrían, a veces, ser dañados, pero no hasta el punto de poner en peligro especies enteras o crear desequilibrios entre distintas especies".

Riesgo Físico

RADIACIONES

Evaluación

Debido a la gran variedad de radiaciones, los instrumentos, la medida y la evaluación del riesgo deben tratarse de forma individual para cada tipo de radiación.

Radiaciones No Ionizantes (RNI)

Radiación UV

Para la medición de la radiación UV, se emplea un espectrorradiómetro para hallar la potencia espectral de la radiación. El motivo es, que los efectos biológicos dependen de la longitud de onda de la radiación.

En muchas situaciones prácticas se utiliza un medidor de RUV de banda ancha para determinar las duraciones de exposición seguras. A efectos de seguridad se puede configurar la respuesta espectral con arreglo a la función espectral utilizada para las directrices de exposición de la ACGIH y de la IRPA*.

También existen dosímetros personales de RUV (por ejemplo, película de polisulfona).

* *International Radiation Protection Association (Asociación Internacional de Protección contra la Radiación)*

Radiación IR

La característica más importante de cualquier fuente óptica es la distribución de su potencia espectral. Ésta se mide utilizando un espectrorradiómetro, constituido por un sistema óptico de entrada adecuado, un monocromador y un fotodetector.

Otro instrumento empleado es el radiómetro óptico de banda ancha para seleccionar una región espectral determinada.

No obstante, la medición y el análisis de riesgos de las fuentes de luz intensa y de las fuentes infrarrojas son demasiado complejos, y a nivel práctico, se ha establecido normativa sobre seguridad que obliga a utilizar equipo de protección ocular en los entornos peligrosos que evite:

- Lesiones térmicas y fotoquímicas en la retina
- Lesiones a largo plazo en el cristalino

Radiación MO y RF

Para poder evaluar las MO y las RF, es preciso determinar la Intensidad de campo eléctrico, la densidad del campo magnético o la densidad de la potencia de la onda o irradiancia (mide cuantitativamente la radiación).

Los equipos usados son sondas isotrópicas, integradas en un medidor portátil que se conecta según la frecuencia y la magnitud que queremos determinar.

Las directrices IRPA limitan la cantidad de energía absorbida por el cuerpo a 4 vatios por kg de peso (Índice específico de absorción); valores superiores hacen probable que el organismo sufra consecuencias adversas para la salud. Se incorpora un factor de seguridad de 10 para cubrir los factores de una exposición de larga duración, obteniendo el valor de 0,4 vatios por kg de peso para los límites de exposición profesional. Para la contaminación ambiental, se añade un factor adicional de 5.

No obstante, debido a la falta de información definitiva acerca de los efectos no térmicos de las MO en los humanos y en el medio, se recomienda limitar el máximo la exposición, primando las medidas de protección colectivas sobre las de protección individual (aislamiento de la fuente, etc.)

Láser

La evaluación de riesgos de un láser, depende de la clasificación (ver *tabla Clases de Láser en página 164*) que hace el fabricante en base a su riesgo potencial. Las medidas de seguridad que incluyen los equipos, están dirigidas a reducir el nivel de exposición del individuo hasta la exposición máxima permitida (EMP*)

* EMP: Nivel de radiación láser al cual las personas pueden estar expuestas en condiciones normales, sin sufrir daños adversos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN PARA LÁSERES USUALES

Tipos de láser principales	Longitudes de onda	Límite de exposición
Fluoruro de argón	193 nm	3,0 mJ/cm ² durante más de 8 h
Cloruro de xenón	308 nm	40 mJ/cm ² durante más de 8 h
Argón ionizado	488.514,5 nm	3,2 mW/cm ² durante más de 0,1 s
Vapor de cobre	510.578 nm	2,5 mW/cm ² durante más de 0,25 s
Helio, neón	632,8 nm	1,8 mW/cm ² durante más de 10 s
Vapor de oro	628 nm	1,0 mW/cm ² durante más de 10 s
Criptón ionizado	568.647 nm	1,0 mW/cm ² durante más de 10 s
Neodimio-YAG	1.064 nm 1.334 nm	5,0 μJ/cm ² durante 1 ns a 50 μs No EMP para t < 1 ns 5 mW/cm ² durante 10 s
Dióxido de carbono	10-6 μm	100 mW/cm ² durante 10 s Hasta 8 h, superficie limitada
Monóxido de carbono	5 μm	10 mW/cm ² durante > 10 s para la mayor parte del cuerpo

Fuente: Norma ANSI Z-136.1 (1993); valores TLV de la ACGIH (1995) y Duchene, Lakey y Repacholi (1991). Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo de la OIT.

Así, al conocer la clasificación del láser, no es preciso realizar medidas radiométricas.

Todas las normas/directrices contienen valores EMP a otras longitudes de onda y duraciones de exposición.

Nota: Para convertir EMP en mW/cm² a mJ/cm², multiplicar por el tiempo de exposición t en segundos. Por ejemplo, el EMP para He-Ne o argón a 0,1 s es de 0,32 mJ/cm².

Se debe tener en cuenta que estos límites de exposición de radiación láser directa, se expresan en términos de Irradiancia (se mide en Watios /cm²) cuando se trata de láser continuo, y en términos de Exposición Radiante (energía total incidente por unidad de superficie receptora, se mide en Julios /cm²) para láseres de impulsos.

Campos EFL Y VLF

La exposición a campos se produce en todos los ámbitos de la sociedad: en el hogar, en el trabajo, en las escuelas y por el funcionamiento de medios de transporte

de propulsión eléctrica. Allí donde hay conductores eléctricos, motores eléctricos y equipo electrónico, se crean campos eléctricos y magnéticos. Intensidades de campo medias de 0,2 a 0,4 μT (microtesla) por jornada de trabajo parecen ser el nivel por encima del cual podría haber un aumento del riesgo, y se han calculado niveles similares para las medias anuales en relación con sujetos que viven debajo de líneas de alta tensión o en sus proximidades.

Radiaciones Ionizantes

En el campo de las RI, la medición y detección de radiación y de contaminación ambiental es un elemento fundamental en la protección de los trabajadores, así como del medio ambiente y del público en general, dada su peligrosidad, su capacidad para extenderse, y su durabilidad en el entorno.

Equipos de medida

Los equipos de medida incorporan un detector, que constituye el elemento fundamental del mismo. Existen diversos tipos:

Detectores de ionización gaseosa

Poseen una cámara de gas y electrodos que aplican una tensión de modo que se evita la neutralización de las moléculas ionizadas por la radiación. En función de la tensión de los electrodos existen varios modelos: de cámara de ionización, proporcionales y de Geiger-Müller.

Detectores de centelleo

Emplea compuestos que emiten la energía absorbida en forma de UV o luz visible.

Detectores de semiconductor

Basados en las propiedades de elementos (Ejemplo: Germanio, Silicio recubierto con oro).

Detectores de neutrones

Basados en reacciones nucleares con emisión de partículas cargadas.

Los sistemas de medición de las RI están basados en los efectos de éstas sobre la materia, y se clasifican en función del tipo de medida que realizan. Podemos encontrar los siguientes equipos:

Equipos de medida de nivel de radiación o tasa de dosis

Se encuentran en áreas de trabajo en las que existe riesgo de irradiación. Miden

las tasas de dosis en una zona o la dosis absorbida. Suelen llevar incorporado un detector Geiger y pueden ser portátiles o fijos. Algunos modelos llevan incorporadas sondas telescópicas para poder medir minimizando el riesgo. Las unidades de medida pueden ser:

- **1. Tasa de Dosis Absorbida:** Valor medio de la energía cedida por la radiación ionizante y absorbida por una cantidad de materia en una unidad de tiempo. Se mide en Gray/hora (o mGy/h).
- **2. Tasa de dosis equivalente:** Dosis absorbida ponderada por el factor de transferencia lineal de la radiación (factor de calidad Q) con fines de protección radiológica. Se mide en Sievert/hora (o mSv/h).
- **3. Tasa de exposición:** Magnitud usada en protección radiológica cuya unidad específica es el renguenio (R) o roentgen por unidad de tiempo (R/h o mR/h).

Equipos de medida de contaminación superficial

Estos equipos llevan incorporadas sondas de modo que son portátiles. Miden la Actividad (A), por lo que el equipo expresa el resultado como cuentas por segundo. La medida son Bq/cm². Los detectores empleados en estos equipos, son proporcionales, Geiger o de centelleo.

Equipos de medida de contaminación ambiental

Para medida de contaminación en el aire. Existen equipos de medida directa, y de medida indirecta:

- **1. Directos:** Su detector está adecuado al tipo de contaminante, energía y emisión (alfa, beta o gamma). Suelen ser fijos. En la toma por la que entra el aire, hay un filtro que retiene el contaminante.
- **2. Indirectos:** Se toma la muestra y se mide con posterioridad. Realmente son muestreadores que cuentan con un contador de aire, una bomba y el filtro. El análisis posterior de éste da la contaminación del aire, y permite con técnicas espectrofotométricas, identificar el contaminante.

Equipos de medida de dosis (Dosímetros)

Estos equipos miden exclusivamente dosis (en mSv o mGy), es decir, que su uso es la vigilancia radiológica individual de trabajadores expuestos a RI. Es por esto que su diseño es muy práctico. Son pequeños y manejables. Los dosímetros homologados (fotográficos y de termoluminiscencia) presentan el inconveniente de no poder obtener la lectura salvo en un laboratorio. En cambio, se suelen complementar con los denominados operacionales (con detectores de semiconductor), que dan lectura digital en todo momento de las dosis acumuladas de radiación, e incluso incorporan alarmas programables.

Espectrómetros

Identifican y cuantifican los diferentes radionucleidos de la muestra. Poseen un analizador de amplitudes de impulsos, que mide el espectro energético de las partículas que excitan el volumen activo del detector. Se emplean para determinar los radionucleidos presentes en la muestra.

Evaluación del riesgo

Para la evaluación del riesgo por RI tanto en trabajadores como en el público en general, se emplean los siguientes conceptos (Anexo I. **RD 783/2001** de 6 de julio, por el que se aprueba el **Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes**. BOE nº 178 26-6-2001)

Contaminación radiactiva

Presencia indeseable de sustancias radiactivas en una materia, una superficie, un medio cualquiera o una persona. En el caso particular del organismo humano, esta contaminación puede ser externa o cutánea, cuando se ha depositado en la superficie exterior, o interna cuando los radionucleidos han penetrado en el organismo por cualquier vía (inhalación, ingestión, percutánea, etc.)

Dosis absorbida (D)

La energía absorbida por unidad de masa

$$D = d\epsilon / dm$$

donde, $d\epsilon$; es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen y dm es la masa de la materia contenida en dicho elemento de volumen.

En el Reglamento 783/01 la dosis absorbida indica la dosis promediada sobre un tejido u órgano. La unidad de dosis absorbida es el Gray (Gy).

Dosis efectiva (E)

Suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo que se especifican en el anexo II del RD, a causa de irradiaciones internas y externas. Se estima mediante la fórmula

$$H_{T,R} = w_R D_{T,R}$$

donde, $D_{T,R}$ es la dosis absorbida promediada sobre el tejido u órgano T procedente de la radiación R, w_R es el factor de ponderación de la radiación, y w_T es el factor de ponderación tisular del tejido u órgano T. Los valores adecuados para w_T y w_R se especifican en el anexo II del RD. La unidad para la dosis efectiva es el Sievert (Sv).

Dosis equivalente (HT)

Dosis absorbida, en el tejido u órgano T, ponderada en función del tipo y la calidad de la radiación R. Viene dada por la fórmula:

$$H_{T,R} = w_R D_{T,R}$$

Siendo, $D_{T,R}$ la dosis absorbida promediada sobre el tejido u órgano T, procedente de la radiación R, y w_R el factor de ponderación de la radiación. Cuando el campo de radiación se compone de tipos y energías con valores diferentes de w_R la dosis equivalente total, HT viene dada por la fórmula. Los valores apropiados para w_R se especifican en el anexo II. La unidad para la dosis equivalente es el Sievert.

Exposición externa

Exposición del organismo a fuentes exteriores a él.

Exposición interna

Exposición del organismo a fuentes interiores a él.

En la siguiente Tabla se exponen los límites establecidos por el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, tanto para trabajadores como para el público en general:

(según RD 783/2001)

LÍMITES DE DE DOSIS PARA TRABAJADORES EXPUESTOS (RI)

	Límite de dosis efectiva ¹	Límite de dosis efectiva máxima ²	Dosis equivalente ³
Trabajadores	100 mSv	50 mSv	-
Cristalino	-	-	150 mSv
Piel	-	-	500 mSv
Manos, antebrazos, pies y tobillos	-	-	500 mSv
Embarazadas	-	-	1 mSv ⁴
Estudiantes en formación (de 16 a 18 años)	-	6 mSv	-
Cristalino	-	-	50 mSv
Piel	-	-	150 mSv
Manos, antebrazos, pies y tobillos	-	-	150 mSv
Público en general	-	-	1 mSv
Cristalino	-	-	15 mSv
Piel	-	-	50 mSv
Manos, antebrazos, pies y tobillos	-	-	50 mSv

1: En cualquier año oficial (período de doce meses, a contar desde el día 1 de enero hasta el 31 de diciembre, ambos inclusive). **2:** Por año oficial. **3:** Dosis equivalente al feto, desde la comunicación de su estado hasta la finalización del embarazo.

Para la evaluación del riesgo por RI, se deben establecer un programa de vigilancia y seguimiento exhaustivo:

A) Vigilancia del ambiente de trabajo:

Para realizar la vigilancia del área de trabajo hay que llevar a cabo las siguientes tareas:

- La medición de las tasas de dosis externas, especificando la naturaleza y calidad de las radiaciones de que se trate
- La medición de las concentraciones de actividad en el aire y la contaminación superficial, especificando la naturaleza de las sustancias radiactivas contaminantes y sus estados físico y químico.
- Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de dicha vigilancia deberán ser archivados por el titular de la práctica, quien los tendrá a disposición de la autoridad competente
- Cuando sea adecuado, los resultados de estas medidas se usarán para estimar las dosis individuales

B) Vigilancia individual:

Por razones de vigilancia y control radiológico, el titular de la práctica será responsable de clasificar a los trabajadores expuestos en dos categorías:

- **Categoría A:** Pertenecen a esta categoría aquellas personas que, por las condiciones en las que se realiza su trabajo, puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades, según se establece en la Tabla Límites de dosis para los trabajadores expuestos.

En relación con los trabajadores expuestos pertenecientes a la categoría A será obligatorio:

- En caso de riesgo de exposición externa, la utilización de dosímetros individuales que midan la dosis externa, representativa de la dosis para la totalidad del organismo durante toda la jornada laboral.
- En el caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea del organismo, la utilización de dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas.
- En el caso de riesgo de contaminación interna, la realización de las medidas o análisis pertinentes para evaluar las dosis correspondientes.
- **Categoría B:** Pertenecen a esta categoría aquellas personas que, por las condiciones en las que se realiza su trabajo, es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv por año oficial o a 3/10 de los límites

de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades, según se establece en la Tabla de Límites.

Las dosis individuales recibidas por los trabajadores expuestos pertenecientes a la categoría B se podrán estimar a partir de los resultados de la vigilancia realizada en el ambiente de trabajo, siempre y cuando éstos permitan demostrar que dichos trabajadores están clasificados correctamente en la categoría B.

Las dosis recibidas por los trabajadores expuestos deberán determinarse en condiciones normales, con una periodicidad no superior a un mes, para la dosimetría externa, y con la periodicidad que, en cada caso, se establezca para la dosimetría interna, de aquellos trabajadores que están expuestos a riesgo de incorporación de radionucleidos.

La dosimetría individual, tanto externa como interna, será efectuada por los Servicios de Dosimetría Personal expresamente autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

El titular de la práctica o, en su caso, la empresa externa transmitirá los resultados de los controles dosimétricos al Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores, a quien corresponderá interpretarlos desde el punto de vista sanitario. En caso de urgencia, dicha transmisión deberá ser inmediata.

En los casos en los que no sea posible o resulten inapropiadas las mediciones individuales, la vigilancia individual se basará en una estimación realizada a partir de mediciones individuales hechas a otros trabajadores expuestos o a partir de los resultados de la vigilancia del ambiente de trabajo haciéndose constar expresamente este hecho en el historial dosimétrico del trabajador.

Cuando a consecuencia de una exposición especialmente autorizada, exposición accidental o exposición de emergencia hayan podido superarse los límites de dosis fijados deberá realizarse un estudio para evaluar, con la mayor rapidez y precisión posible, las dosis recibidas en la totalidad del organismo o en las regiones u órganos afectados. Estos casos y los resultados del estudio serán inmediatamente puestos en conocimiento del Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores, del Consejo de Seguridad Nuclear y del trabajador afectado.

Protección radiológica de la población

La **protección de la población** en condiciones normales se basará en los principios siguientes:

- La contribución de las prácticas a la exposición de la población en su conjunto deberá mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales.
- El titular de la actividad realizará los estudios adecuados a cada caso para confirmar que el riesgo de exposición a que pudiera estar sometida la población como consecuencia de sus actividades no es significativo desde el punto de vista de la protección radiológica.
- Las prácticas deberán ser proyectadas convenientemente para evitar o reducir al mínimo razonablemente posible la evacuación al medio ambiente de efluentes radiactivos.
- Sobre la base de los estudios mencionados, en la correspondiente autorización administrativa se especificará si debe disponerse de un sistema específico de vigilancia para evaluar y controlar, durante el ejercicio de la actividad, las dosis que pudieran ser recibidas por el público.
- La vigilancia se basará fundamentalmente en la evaluación de las dosis que pudieran ser recibidas por la población y estará adecuada al riesgo que impliquen las actividades.
- Toda evacuación de efluentes y residuos sólidos radiactivos al medio ambiente requerirá autorización expresa del Ministerio de Economía, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, y se ajustará a los límites y condiciones que en la misma se establezcan atendiendo a las características de la práctica.
- A este objeto, el solicitante de la autorización adjuntará los estudios adecuados en cada caso, relativos al vertido de efluentes radiactivos al medio ambiente y a la capacidad de recepción de contaminantes radiactivos de la zona en función de sus características.
- Los niveles de actividad para la emisión de efluentes radiactivos al medio ambiente deberán ser tales que las concentraciones de actividad de los radionucleidos en ellos contenidos y las dosis susceptibles de ser recibidas por la población a la que potencialmente pueda afectar sean las más bajas razonablemente posibles, teniendo en cuenta factores económicos y sociales. Dichos niveles serán siempre inferiores a 1mSv de Dosis Equivalente.

Estimación de las dosis recibidas por la población

Se realizará una estimación, de modo regular y de la forma más realista posible, de las dosis recibidas por la población en su conjunto y por los grupos de referencia en todos los lugares donde tales grupos puedan existir. Los resultados de tales estimaciones que, en el caso de grupos de referencia se realizarán, al menos, con una periodicidad anual, serán enviados al Consejo de Seguridad Nuclear.

Las estimaciones de dosis incluirán:

- La evaluación de las exposiciones externas, indicando, según los casos, el tipo y la calidad de las radiaciones en cuestión.
- La evaluación de la incorporación de radionucleidos, indicando la naturaleza y los estados físico y químico de las sustancias radiactivas contaminantes, así como la determinación de su actividad y su concentración de actividad.
- La especificación de las características de los grupos de referencia de la población, teniendo en cuenta las vías efectivas de transferencia de las sustancias radiactivas.

Almacenamiento de residuos

El almacenamiento de residuos radiactivos deberá llevarse a cabo confinándolos en recipientes cuyas características proporcionen una protección suficiente contra las radiaciones ionizantes, teniendo en cuenta las condiciones del lugar de almacenamiento y la posible dispersión o fuga del material radiactivo.

Los recipientes que contengan residuos radiactivos estarán señalizados adecuadamente.

Asimismo, el titular llevará un registro en el que se consignarán para cada recipiente los datos físicoquímicos más relevantes de contenido y, como mínimo, los valores máximos del nivel de exposición en contacto y a 1 metro de distancia de la superficie, así como la fecha de la última medición y, a ser posible, la actividad.

Incremento significativo de la exposición debida a fuentes naturales de radiación

Los titulares de actividades laborales, no reguladas por el RD 783/01, en las que existan fuentes naturales de radiación, deben realizar los estudios necesarios a fin de determinar si existe un incremento significativo de la exposición de los trabajadores o de los miembros del público que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.

Entre las actividades que deben ser sometidas a dicha revisión se incluyen las siguientes:

- Actividades laborales en que los trabajadores y, en su caso, los miembros del público estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o a cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termales, cuevas, minas, lugares de trabajo subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas
- Actividades laborales que impliquen el almacenamiento o la manipulación de materiales que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores y, en su caso, de miembros del público
- Actividades laborales que generen residuos que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo en la exposición de los miembros del público y, en su caso, de los trabajadores
- Actividades laborales que impliquen exposición a la radiación cósmica durante la operación de aeronaves

Riesgo Físico

RADIACIONES

Prevención

El medio más efectivo para reducir riesgos y evitar exposiciones innecesarias a las radiaciones es educar, difundir e informar. Para conseguir una protección eficaz contra la irradiación es necesario combinar tres factores:

1. El tiempo de exposición

Debe reducirse al mínimo imprescindible, y debe ser controlado.

2. La distancia entre la fuente y la persona

Ha de ser la máxima posible.

3. El blindaje

Consiste en poner entre la fuente y la persona una sustancia que absorba la radiación. El tipo de blindaje necesario depende del tipo de radiación, así:

- Las **radiaciones alfa** se absorben fácilmente por cualquier cuerpo y por tanto no hace falta ningún blindaje, ya que el mismo aire entre la fuente y la persona absorberá la radiación
- Para la **radiación beta**, que es algo más penetrante, basta con unos metros de aire, unos milímetros de agua o un cuerpo sólido fino.

- Para la **radiación gamma**, muy penetrante, es necesario un blindaje de un material pesado y grueso, como plomo u hormigón.
- Para los **neutrones**, que también son muy penetrantes, es necesario interponer compuestos de elementos químicos como el boro y el cadmio.

Radiaciones No Ionizantes

Sistemas de protección

Principalmente hay tres sistemas de protección:

- El centrado en la salud, que detecta los efectos específicos perjudiciales a un nivel determinado de radiación.
- La optimización de un peligro conocido y aceptado sin que sea necesaria la existencia de un nivel por debajo del cual no haya riesgo. Aquí es donde entra la protección contra radiaciones ionizantes.
- El tercer sistema consiste en tener en cuenta los riesgos en los que no se ha demostrado relación causa – efecto, pero que se sospecha que puede existir. A partir de este sistema aparece el principio de “evitación prudente”, que consiste en evitar en el futuro la exposición innecesaria en ausencia de certeza científica.

Normas y directrices para la restricción de la exposición de acuerdo con el sistema centrado en la salud

En 1990, la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (International Radiation Protection Association, IRPA) publicó unas *Guías sobre límites de exposición a campos eléctricos y magnéticos de 50/60 Hz*, que se han adoptado como base de muchas normas nacionales.

En 1993 la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), emitió un anexo. También se realizaron en el Reino Unido valoraciones de riesgos concordantes con las de la IRPA.

Según lo que se desprende de estos estudios, se puede afirmar que los estos no son concluyentes y que es necesario contar con más datos para confirmar si existen riesgos para la salud. Estos documentos ponen de relieve que el estado actual de

La recomendación es limitar la exposición profesional a los campos magnéticos de 50/60 Hz a 0,5 mT en el caso de exposición durante toda la jornada y a 5 mT

en el caso de exposiciones cortas de hasta dos horas. También limitar la exposición a los campos eléctricos a 10 y 30 kV/m.

El límite de 24 horas para el público se fija en 5 kV/m y 0,1 mT.

Todo ello, basado en informes sobre el cáncer. Para el resto de posibles efectos relacionados con campos eléctricos y magnéticos, no hay estudios concluyentes como para restringir la exposición.

El principio de precaución o de evitación prudente

Como se ha dicho anteriormente, se define como la evitación futura de exposición innecesaria mientras exista incertidumbre científica sobre los efectos sobre la salud.

Se ha adoptado en Suecia (no en otros países), donde cinco organismos gubernamentales han declarado conjuntamente que “el conocimiento total acumulado hasta ahora justifica la adopción de medidas para reducir la energía de los campos”.

Se trata de proteger a las personas de la exposición de larga duración a campos magnéticos de alta intensidad, siempre y cuando el coste sea razonable.

Por ejemplo, al instalar nuevas líneas de alta tensión se elegirán aquellos que impliquen menor intensidad de la exposición.

Radiación ultravioleta

Como medidas de prevención contra los efectos de la radiación UVA tenemos:

- Reducción de la exposición a la radiación al mínimo posible
- Uso de medidas técnicas como filtrado, blindaje y confinamiento
- Controles administrativos, como limitación de acceso
- En el caso de personal que trabaje al aire libre, uso de ropa apropiada y sombrero para evitar la exposición de cara y cuello. También se recomienda la aplicación de filtros solares
- Uso de protectores oculares adecuados a la fuente de radiación:
 - Cascos para soldadura
 - Caretas
 - Gafas de seguridad
 - Gafas con absorción UV

- La selección de los EPI's de protección ocular más adecuados dependerán de:
 - La intensidad y características de la fuente de radiación ultravioleta
 - La distancia entre la persona y la fuente y el tiempo de exposición
 - Las propiedades de transmisión del material de las gafas protectoras
 - El diseño de la montura de las gafas, para evitar la exposición periférica del ojo

Radiación Infrarroja

Los efectos nocivos de la exposición a la IR se producen si se sobrepasan los valores umbral de intensidad o dosis. La OMS, OIT y la IRPA y la ICNIRP han propuesto límites de exposición basados en los valores límites umbral publicados por la ACGIH, que están destinados para evitar lesiones térmicas de la retina y de la cornea, y lesiones con efecto retardado en el cristalino.

La revisión de 1994 de los límites de exposición de la ACGIH se expresa así:

1. Para la protección de la retina contra lesiones térmicas en caso de exposición a luz visible (por ejemplo, en el caso de fuentes luminosas potentes, la radiancia espectral L_λ en $W/(m^2 \text{ sr nm})$ ponderada con respecto a la función de riesgo térmico para la retina R_λ sobre el intervalo de longitudes de onda $\Delta\lambda$ sumada sobre la gama de longitudes de onda de 400 a 1.400 nm, no deberá exceder de:

$$\sum_{400}^{1400} L_\lambda R_\lambda \Delta\lambda \leq \frac{5 \times 10^4}{\alpha \cdot t^{1/4}}$$

siendo t la duración de visión limitada a intervalos de 10^{-3} a 10 segundos (es decir, en condiciones de visión accidentales, no de visión fija) y α el ángulo subtendido para la fuente en radianes calculado para $\alpha = \text{máxima extensión de la fuente} / \text{distancia a la fuente}$

2. Para proteger la retina de los riesgos de exposición de las lámparas de calor por infrarrojos o de cualquier fuente del IR próximo en ausencia de un fuerte estímulo visual, la radiancia infrarroja en el intervalo de longitudes de onda de 770 a 1.400 nm tal como es observada por el ojo (sobre la base de un diámetro de pupila de 7 mm) en condiciones de visión de duración prolongada deberá limitarse a:

$$\sum_{770}^{1400} L_\lambda \Delta\lambda \leq \frac{6 \times 10^3}{\alpha}$$

Este límite se basa en un diámetro de pupila de 7 mm, ya que en este caso la respuesta de aversión (por ejemplo, cerrar los ojos) puede no existir debido a la ausencia de luz visible.

3. Para evitar posibles efectos retardados sobre el cristalino, tales como formación retardada de cataratas, y proteger la córnea de una sobreexposición, la radiación infrarroja a longitudes de onda superiores a 770 nm deberá limitarse a 100 W/m² para períodos superiores a 1.000 s, y a:

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda} \Delta_{\lambda} \leq 1,8 \times 10^4 t^{-3/4}$$

para períodos más cortos.

4. Para pacientes afáquicos se indican funciones de ponderación separadas y los TLV resultantes para el intervalo de longitudes de onda del ultravioleta y la luz visible (305–700 nm).

Luz y radiación infrarroja

Este tipo de exposición, como norma general no entraña riesgos, e incluso aquellas fuentes que emiten radiaciones mas intensas provocan la respuesta de aversión.

No obstante, sí que puede darse exposición accidental en fuentes ratificales que solo emiten radiación en el infrarrojo próximo.

Como medidas de prevención, el uso de gafas o pantallas adecuadas, limitación de acceso y formación e información a los trabajadores de los riesgos que conlleva la exposición.

En el caso de que algún trabajador padeciese de eritema cutáneo o fotoqueratitis, habría que revisar los métodos de trabajo y adoptar medidas para evitar la sobreexposición en el futuro.

Protección en diversos sectores

Extinción de incendios

Además de la protección de cara y cabeza, suelen utilizar filtros atenuadores de la radiación IR, así como protección frente a los impactos.

Protección ocular en los sectores de la fundición y el vidrio

Suelen tener un tinte verdoso.

Soldadura

Se suele utilizar un grado de protección de 3 o 4 para la soldadura con gas y de 10 a 14 para la soldadura con arco eléctrico o de plasma. Como regla se tiene en cuenta si el soldador puede ver el arco cómodamente, en ese caso se considera que la protección es adecuada. Cualquiera que sea el tipo de filtro que se use, deberá cumplir las normas establecidas.

Filtros de soldadura autooscurecibles

Su número de tinte aumenta con la intensidad de la radiación. Unos sensores de luz detectan el destello del arco en cuanto se produce, lo que activa una unidad de control electrónica que cambia el grado de protección al adecuado (preseleccionado), de forma que el soldador no tiene que preocuparse de realizar maniobras difíciles y peligrosas.

Láseres

Las medidas de seguridad a adoptar serán más estrictas cuanto mas alta sea la clasificación del láser. Es preferible confinar sierre el láser y la trayectoria del haz tal que no sea accesible ninguna radiación potencialmente peligrosa.

Si solo se utilizan láseres de clase 1, no es necesario establecer ninguna medida de seguridad.

Para láseres de clase 2, únicamente no se debe apuntar con el haz del láser a los ojos de las personas.

Para láseres de categorías superiores, sí es necesario establecer medidas de seguridad, como el confinamiento y, si este no es posible, el uso de carcasas que recubran el haz, pantallas deflectoras y cubiertas ópticas.

También deberá delimitarse la zona con entrada controlada para el láser, y dentro de la zona de riesgo, usar protectores oculares.

Contra el uso inadecuado, se utilizara la llave de control que traen todos los productos láser, y cuando no se utilice el láser dicha llave deberá guardarse en un lugar seguro.

Formación

Los operarios encargados de la puesta a punto y alineación del láser deberán tener formación en materia de seguridad, dado que estas maniobras entrañan especial peligro. Esta formación, será adecuada para las operaciones que realizará cada trabajador, y específica para el tipo de láser y la tarea.

Vigilancia médica

En la mayoría de los países solo se realizan reconocimientos oftalmológicos

completos en caso de que se sospeche una lesión por láser o una sobreexposición.

Campos de VLF y ELF

Cuando se trabaja con la línea activa, se puede utilizar ropa protectora para reducir la intensidad de la corriente.

Se recomienda que las autoridades competentes sigan las siguientes fases:

- Establecimiento de límites de exposición e implantación de un programa de cumplimiento
- Desarrollo de normas técnicas para reducir la posibilidad de interferencias que puedan afectar a la salud
- Desarrollo de normas para definir zonas de acceso limitado y uso de señales de advertencia
- Establecimiento del requisito de asignar a una persona la seguridad de los trabajadores y el público en lugares de trabajo con alto grado de exposición
- Desarrollo de procedimientos de medida y métodos de estudio normalizados
- Elaboración de programas de formación sobre efectos y medidas de protección, así como guías prácticas para la seguridad de los trabajadores

Campos eléctricos y magnéticos estáticos

Para minimizar la exposición indebida a este tipo de campos, existen cuatro tipos de medidas:

- Distancia y tiempo de exposición
- Blindaje magnético (que suele resultar extremadamente caro)
- Interferencia (EMI) y compatibilidad electromagnéticas
- Medidas administrativas, como el uso de señales de advertencia y zonas de acceso especial (que además, son preferibles al blindaje magnético)

No existen límites claros sobre la exposición a campos magnéticos, pero como norma general se toman como referencia los valores TLV de densidades de flujo magnético estático publicados por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno. Según estos valores, las exposiciones laborales de rutina no debieran exceder de 60 mT, promediadas sobre la totalidad del cuerpo o de 600 mT en las extremidades, sobre una base diaria, ponderada en el tiempo.

Como valor techo se recomienda una densidad de flujo de 2 T. Pueden existir riesgos para la salud debido a las fuerzas mecánicas ejercidas por el campo magnético sobre las herramientas e implantes médicos ferromagnéticos.

En 1994, la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP 1994) publicó guías sobre los límites de exposición a campos magnéticos Estáticos, distinguiendo entre el límite de exposición para los trabajadores y para el público en general. Estos límites se recogen en la siguiente tabla:

LÍMITES DE EXPOSICIÓN A CAMPOS MAGNÉTICOS	
Características de la exposición	Densidad de flujo magnético
Laboral	
Toda la jornada (media ponderada en el tiempo)	200 mT
Valor techo	2 T
Extremidades	5 T
Público en general	
Exposición continua	40 mT

Cuando las densidades de flujo magnético excedan de 3 mT deben tomarse precauciones para prevenir riesgos por objetos metálicos volantes.

Se admite el acceso esporádico del público en general a zonas en las que el flujo magnético exceda de 40 mT siempre y cuando este controlado y no se rebase el límite de exposición profesional.

En caso de que los campos no sean homogéneos, deberán realizarse mediciones sobre una superficie de 100 cm².

Las personas con marcapasos y otros dispositivos de activación eléctrica implantados, o con implantes ferromagnéticos, pueden ver afectado el funcionamiento de estos por la exposición a campos de intensidad inferior a 0,5mT.

Radiaciones Ionizantes

Medios físicos para la protección frente a las radiaciones ionizantes

Es necesario reducir la dosis recibida a valores que no produzcan daño. Estos valores dependerán de que la radiación se reciba por vía externa o que se incorpore al organismo.

Protección frente a exposición externa

La primera medida de protección es maximizar la distancia y utilizar como blindaje un material adecuado. Así, los factores base para el manejo seguro de fuentes radiactivas son distancia, blindaje y tiempo de exposición.

Protección frente a exposición interna

Para evitar la exposición interna (incorporación de sustancias radiactivas al organismo mediante inhalación o ingestión), se instalaran dispositivos para evitar la dispersión del material, y se utilizaran vestimenta y filtros adecuados. También se utilizara el confinamiento mediante barreras para evitar la contaminación del aire o de las superficies de trabajo.

Vigilancia radiológica del medio ambiente

Para proteger al público y el medio ambiente, se establecen límites para los vertidos y se realizara una estrecha vigilancia. El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) establece los programas de vigilancia radiológica del medio ambiente en los que se comprueba mediante la toma de miles de muestras de sustancias ambientales (unas 2000 muestras y unos 13.000 análisis cada año) la ausencia de contaminación significativa.

Se toman muestras de suelos, agua de lluvia, cultivos, leche de vaca, carne, aves y huevos, peces, agua potable, agua subterránea, agua superficial y sedimentos. Además existen una serie de puntos en los que se mide continuamente la radiación de fondo y la presencia de radiactividad para poder detectar cualquier desviación. Las muestras tomadas y los análisis practicados son objeto de verificación y contraste por entidades independientes de las centrales (algunas Comunidades Autónomas laboratorios especializados, como el CIEMAT), a las que el CSN encomienda esa misión. Los resultados de esta vigilancia indican que la dosis efectiva anual causada por la descarga de efluentes de las centrales nucleares españolas en la población más expuesta de su entorno no supera en ningún emplazamiento los 0,01 mSv.

Además, el CSN dispone de una red de vigilancia de la radiación (la red REVIRA, que comprende tres sistemas diferenciados:

- Una series de estaciones de detección y medida en continuo de la radiactividad ambiental, con transmisión de señales al CSN
- Unos laboratorios asociados que llevan a cabo un programa de muestreo y análisis de la radiactividad ambiental en todo el país.
- La vigilancia radiológica de las aguas continentales españolas, llevada a cabo por el Centro de Estudios y Experimentación del Ministerio de Fomento.

En España existe también la Red de Alerta a la Radiactividad, RAR, de la Dirección General de Protección Civil, con más de 900 estaciones de medida que registran y transmiten, en tiempo real, los datos de radiación ambiental tanto a Protección Civil como al CSN. Su objeto es la detección de cualquier situación accidental o de cualquier escape incontrolado de material radiactivo a la atmósfera, originado dentro o fuera de nuestras fronteras.

Protección de los trabajadores expuestos

Los encargados de dirigir y planificar una instalación deberán tener la correspondiente licencia de supervisor, y quienes manipulen materiales o equipos, deberán contar con la licencia de operador.

Para proteger de forma adecuada a los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, se seguirán los siguientes principios:

a) **Evaluación** previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización.

b) **Clasificación y señalización** de los lugares de trabajo en diferentes zonas (*zona controlada* y *zona vigilada*) teniendo en cuenta: la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de contaminación y la probabilidad y magnitud de exposiciones potenciales.

c) **Clasificación de los trabajadores expuestos** en diferentes categorías (*categorías A y B*) según sus condiciones de trabajo.

d) **Establecimiento de programas de información y formación** en materia de protección radiológica, a un nivel adecuado a la responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en el puesto de trabajo.

e) **Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control** relativas a las diferentes zonas y a las distintas categorías de trabajadores expuestos. Pudiendo ser requerido el establecimiento de un Servicio de Protección Radiológica o Unidad Técnica de Protección Radiológica, debidamente autorizado. Dentro de este apartado, se incluirían:

- El control mensual y registro individual de la dosis recibida por vía externa mediante dosímetros
- El control de la posible incorporación de material radiactivo al organismo mediante detección externa y análisis de muestras biológicas
- El mantenimiento de un historial dosimétrico en el que se registrarán las dosis recibidas

f) Vigilancia médica realizada por Servicios Médicos Especializados.

Para los trabajadores expuestos en España, el CSN tiene datos registrados en el banco nacional de datos dosimétricos, y ha impuesto el uso del llamado *carnet radiológico*, documento personal del trabajador en el que se han de consignar todas las dosis que el trabajador pueda recibir en cualquier instalación junto con el resultado de los exámenes médicos.

Protección de la población en general (RD 783/2001)

La protección del público en general se basará en los siguientes principios:

- La contribución de las prácticas a la exposición de la población en su conjunto deberá mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales.
- El titular de la práctica realizará los estudios adecuados a cada caso conducentes a confirmar que el riesgo de exposición a que pudiera estar sometida la población como consecuencia de sus actividades no es significativo desde el punto de vista de la protección radiológica.
- Las prácticas deberán ser proyectadas convenientemente para evitar o reducir al mínimo razonablemente posible la evacuación al medio ambiente de efluentes radiactivos.
- Sobre la base de los estudios mencionados, en la correspondiente autorización administrativa se especificará si debe disponerse de un sistema específico de vigilancia para evaluar y controlar, durante el ejercicio de la actividad, las dosis que pudieran ser recibidas por el público. La vigilancia se basará fundamentalmente en la evaluación de las dosis que pudieran ser recibidas por la población y estará adecuada al riesgo que impliquen las actividades.
- Toda evacuación de efluentes y residuos sólidos radiactivos al medio ambiente requerirá autorización expresa del Ministerio de Economía, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, y se ajustará a los límites y condiciones que en la misma se establezcan atendiendo a las características de la práctica.
- El almacenamiento de residuos radiactivos deberá llevarse a cabo confinándolos en recipientes cuyas características proporcionen una protección suficiente contra las radiaciones ionizantes, teniendo en cuenta las condiciones del lugar de almacenamiento y la posible dispersión o fuga del material radiactivo. Dichos recipientes estarán debidamente

señalizados. Asimismo, el titular llevará un registro en el que se consignarán para cada recipiente los datos fisicoquímicos más relevantes de contenido y, como mínimo, los valores máximos del nivel de exposición en contacto y a 1 metro de distancia de la superficie, así como la fecha de la última medición y, a ser posible, la actividad.

Riesgo Físico

RADIACIONES

Legislación

En este capítulo recogemos, de forma no exhaustiva, los enunciados de la legislación vigente relacionada con los riesgos a los que se exponen los trabajadores que desarrollan su actividad laboral en presencia de radiaciones.

REAL DECRETO 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

REAL DECRETO 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.

INSTRUCCIÓN de 31 de mayo de 2001, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-01 por la que se define el formato y contenido del documento individual de seguimiento radiológico (carné radiológico) regulado en el Real Decreto 413/1997

INSTRUCCIÓN de 6 de noviembre de 2002, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-03, sobre cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes.

INSTRUCCIÓN número IS-06, de 9 de abril de 2003, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se definen los programas de formación en materia de protección radiológica básico y específico regulados en el Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, en el ámbito de las instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible.

RESOLUCIÓN de 16 de julio de 1997, que constituye el Registro de Empresas Externas regulado en el REAL DECRETO 413/1997, de 21 de Marzo de 1997, de protección operacional de los trabajadores externos.

Real Decreto 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas. (BOE núm. 168 de 14 de julio de 2001)

Orden ECO/1449/2003, de 21 de mayo, sobre gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en las instalaciones radiactivas de 2.a y 3.a categoría en las que se manipulen o almacenen isótopos radiactivos no Encapsulados. (BOE núm. 134 de 5 de junio de 2003)

Directiva 2006/25/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2006 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales) (decimonovena Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/ 391/CEE) (Diario Oficial de la Unión Europea L 114/38 de 27 de abril de 2006)

Directiva 96/29/EURATOM del Consejo de 13 de mayo de 1996 por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes.(Diario Oficial de las Comunidades Europeas **núm. L156 de 29 de junio de 1996**)

Directiva 90/641/EURATOM del Consejo, de 4 de diciembre de 1990, relativa a la protección operacional de los trabajadores exteriores con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.(Diario Oficial de las Comunidades Europeas **L349 de 13 de diciembre de 1990**)

Directivas 80/836/EURATOM y 84/467/EURATOM, relativas a la protección sanitaria de la población y los trabajadores contra los peligros que resultan de las radiaciones ionizantes. (Diario Oficial de las Comunidades Europeas **L246 de 17 de septiembre de 1980**)

Directiva del Consejo de 4 de diciembre de 1990 relativa a la protección operacional de los trabajadores exteriores con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada (90/641/EURATOM)

Convenio 115 de la OIT, relativo a la protección de los trabajadores contra las radiaciones ionizantes.

4

Riesgo Biológico

Riesgo Biológico

Caracterización

Los contaminantes biológicos son seres vivos, que al penetrar en el organismo de las personas, producen infecciones y enfermedades de tipo parasitario. En la actualidad, también se consideran dentro de la categoría de los agentes biológicos, las sustancias y secreciones procedentes de estos seres vivos.

Los tipos de contaminantes biológicos, son muy diversos, como veremos a continuación, en consonancia con la cantidad de actividades que pueden generar una contaminación biológica.

En el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, en su Anexo I, se incluye un listado de actividades que implican un riesgo biológico:

1. Trabajos en centros de producción de alimentos
2. Trabajos agrarios
3. Actividades en las que existe contacto con animales o con productos de origen animal
4. Trabajos de asistencia sanitaria, comprendidos los desarrollados en servicios de aislamiento y de anatomía patológica

5. Trabajos en laboratorios clínicos, veterinarios, de diagnóstico y de investigación, con exclusión de los laboratorios de diagnóstico microbiológico.
6. Trabajos en unidades de eliminación de residuos.
7. Trabajos en instalaciones depuradoras de aguas residuales.

Definiciones

Agentes biológicos (AB) (Según RD 664/1997)

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

Los contaminantes biológicos son organismos con un determinado ciclo de vida incluyendo procesos de reproducción y crecimiento que al penetrar en el hombre en algún momento, determinan en él un efecto adverso para su salud, distinto en cada caso según su agente causal. Actualmente y en consonancia con la anterior definición, también se consideran contaminantes biológicos a las sustancias y/o secreciones procedentes de estos seres vivos.

Cultivo celular

El resultado del crecimiento «in vitro» de células obtenidas de organismos multicelulares.

Enfermo

Transmite la enfermedad mientras la padece.

Fuente de exposición

Medio, vivo o no, desde donde pasa el agente etiológico al huésped (reservorio y fuente de exposición frecuentemente coinciden).

Fuente de exposición homóloga

Seres humanos.

Fuente de exposición heteróloga

Animales, objetos inanimados y suelo.

Mecanismo de transmisión

Conjunto de medios y sistemas que facilitan el contacto del agente infeccioso con el sujeto receptor. Depende de las vías de eliminación, la resistencia del agente etiológico al medio exterior, las puertas de entrada, el quantum de la infección.

Microorganismo

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

Periodo de incubación

Intervalo de tiempo entre la entrada del microorganismo y la aparición de los primeros síntomas.

Portador

Sujeto que no padece signos ni síntomas de infección pero elimina microorganismos.

Reservorio

Medio, vivo o no, que permite que el AB persista y se multiplique.

Zoonosis

Enfermedades o infecciones que se transmiten de los animales al hombre y viceversa.

Características

El entorno afecta significativamente a los AB, y dependen de las características de éste para poder sobrevivir, reproducirse o dispersarse.

Algunos factores que son fundamentales en los ciclos vitales de los AB son:

Temperatura

Por lo general, las bajas temperaturas, inhiben el crecimiento de la mayor parte de los microorganismos. Aunque hay excepciones:

- a) **Levaduras y mohos:** progresan a bajas temperaturas.
- b) **Microorganismos termofilicos:** hay especies de hongos y bacterias que precisan de temperaturas altas para establecerse. (Ejemplo Legionella y Aspergillus).

Luz

La ausencia de luz impide la proliferación de algunos hongos. Y la radiación UV se emplea como germicida (Ver capítulo Radiaciones)

Humedad

Los ambientes ricos en humedad, favorecen la aparición de hongos y bacterias.

Vías de Entrada

Las vías fundamentales de penetración de los agentes biológicos en el organismo son:

- **Vía inhalatoria:** A través de la nariz, la boca, los pulmones
- **Vía digestiva:** A través de la boca y tubo digestivo
- **Vía parenteral:** A través de heridas, pinchazos, pequeños cortes
- **Vía conjuntiva:** A través de la mucosa ocular
- **Por vectores:** A través de la picadura de insectos o la mordedura de roedores

Fuentes de exposición

Según el RD 664/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores que por su trabajo están o puedan estar expuestos a agentes biológicos, las fuentes de exposición a AB se clasifican en:

A.- Exposición derivada de la manipulación intencionada de los agentes biológicos, que son el propósito principal del trabajo o constituyen parte del elemento productivo (cultivo, almacenamiento, concentrado de agentes biológicos). La fuente de exposición la constituirían los propios agentes en su medio.

Ejemplos de estas actividades serían:

- Las desarrolladas en los laboratorios de microbiología
- Trabajos con animales inoculados con agentes infecciosos
- Actividades relacionadas con las industrias de biotecnología
- Industria farmacéutica (obtención de antibióticos, vacunas, enzimas...)
- Industria alimentaria (cerveza, quesos, yogur...)
- Producción de materias primas y fabricación de productos químicos

B.- Exposición que surge de la actividad laboral, pero dicha actividad **no implica la manipulación** o el uso deliberado del agente biológico, pero éste puede llegar al trabajador a través del contacto con humanos o animales infectados o sus productos, así como el contacto con elementos o medios donde dicho agente vive o puede sobrevivir (materiales, agua, suelo, alimentos, residuos ...), que servirían como fuente de exposición.

El R.D. 664/97 en su Anexo 1, señala una lista indicativa de estas actividades:

- Trabajos en centros de producción de alimentos

- Trabajos agrícolas
- Actividades en las que existe contacto con animales y/o con productos de origen animal
- Trabajos de asistencia sanitaria, comprendidos los desarrollados en servicios de aislamiento y de anatomía patológica
- Trabajos en laboratorios clínicos, veterinarios y de diagnóstico, con exclusión de los laboratorios de diagnóstico microbiológico
- Trabajos en unidades de eliminación de residuos
- Trabajos en instalaciones depuradoras de aguas residuales

La Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Laborales Relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos (INSHT), hace referencia a otro tipo de clasificación:

- a) Exposición que no se deriva de la propia actividad laboral.
- b) Exposición que surge de la actividad laboral, pero dicha actividad no implica la manipulación, ni el trabajo en contacto directo o el uso deliberado del agente biológico. La exposición es incidental al propósito principal del trabajo.
- c) Exposiciones derivadas de una actividad laboral con intención deliberada de utilizar o manipular un agente biológico que constituye el propósito principal del trabajo.

Mecanismos de Transmisión

Hay dos formas de transmitir los Agentes Biológicos:

Transmisión directa

Paso de un AB desde la fuente de infección al sano susceptible por una relación inmediata. Ocurre en un espacio de tiempo breve, en el que el microorganismo no puede reproducirse o sufrir variaciones. Las formas habituales de transmisión directa son:

- **Mordeduras/arañazos**
- **Contacto físico:**
 - a) Vía sexual
 - b) Contacto de mucosas
 - c) Transmisión holodáctila: Transmisión a través de la mano contaminada con excreciones, secreciones, tierra, etc.

- d) Vía transplacentaria
- e) Transmisión intraparto
- **Aire:** Microorganismos que tienen salida por el aparato respiratorio contaminan el aire (a través de las gotitas de Pflüge)

Transmisión indirecta

Existe separación en tiempo y distancia, entre fuente y sujeto susceptible, habiendo medios animados o no entre ellos. Se necesita cierta capacidad de supervivencia y reproducción del AB desde la fuente hasta el sujeto. Las formas habituales de transmisión indirecta son:

- **Objetos inanimados (fómites):** contaminados generalmente por secreciones o excreciones de la fuente
- **Suelo:** especialmente importante para los gérmenes esporulados que resisten largo tiempo en él
- **Agua:** al beberla o utilizarla para riego
- **Alimentos contaminados:** en los que las bacterias se mantienen pudiendo también multiplicarse

Modelos de aparición de enfermedades causadas por AB

Aparición esporádica de enfermedad

Los casos son hechos aislados, no influyendo en su incidencia ni el tiempo ni el espacio.

Brote

Se considera brote o situación epidémica:

- a) El incremento significativamente elevado de casos en relación con los valores esperados. La simple agregación de casos de una enfermedad en un territorio y en un tiempo comprendido entre el mínimo y el máximo del periodo de incubación o de latencia podrá ser considerada, asimismo, indicativa.
- b) La aparición de una enfermedad, problema o riesgo para la salud en una zona hasta entonces libre de ella.
- c) La presencia de cualquier proceso relevante de intoxicación aguda colectiva, imputable a causa accidental, manipulación o consumo.
- d) La aparición de cualquier incidencia de tipo catastrófico que afecte, o pueda afectar, a la salud de una comunidad.

Endemia

La enfermedad se presenta con una incidencia relativamente constante dentro de unos límites de espacio. Ocurre cuando los factores determinantes de la enfermedad están arraigados en la comunidad.

Epidemia

Aparición de un número de casos de una enfermedad superior a lo esperado para ese lugar y tiempo (incluso la aparición de un solo caso en un sitio no esperado (cuando no sea importado), en un periodo de tiempo corto (si fuera largo se trataría de epidemia).

Pandemia

Epidemia que afecta a la totalidad o gran parte del mundo.

Clasificación

Los contaminantes biológicos se pueden clasificar, según sus características en 5 grupos principales:

Virus

Son formas de vida muy sencilla y de tamaño extraordinariamente pequeño, por lo que no pueden observarse con el microscopio óptico. Poseen un solo tipo de ácido nucleico (ARN o ADN). Son incapaces de reproducirse sobre un medio inerte, y deben obligatoriamente infectar una célula huésped, de la que utilizan sus mecanismos biológicos.

Bacterias

Son microorganismos celulares de tamaño alrededor de $5\mu\text{m}$ y que se reproducen por escisión. Pertenecen a este grupo, entre otros, los agentes causales del carbunco, fiebre de Malta y el tétanos. Algunas bacterias son capaces de producir esporas.

Protozoos

Son animales microscópicos, constituidos por una sola célula y normalmente dotados de movimiento, que pueden infectar al hombre. A este grupo pertenece el agente causal de la amebiasis cuyos quistes (formas resistentes) pueden soportar la intemperie varias semanas y al penetrar en el organismo, se desarrollan produciendo la enfermedad.

Hongos

Formas de vida microscópicas de carácter vegetal, sin clorofila, que habitualmente se desarrollan constituyendo filamentos. Las formas parásitas pueden atacar la piel o bien estructuras internas del sujeto afectado. Algunos hongos

GRUPOS DE RIESGO DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS (RD 664/1997)			
Agentes Biológicos del grupo de riesgo	Riesgo Infeccioso	Riesgo Propagación a la colectividad	Profilaxis o Tratamiento eficaz riesgo infeccioso
1	Poco probable que cause enfermedad	No	Innecesario
2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Posible generalmente
3	Puede provocar una enfermedad grave y constituir un serio peligro para los trabajadores	Probable	Posible generalmente
4	Provocan una enfermedad grave y constituyen un serio peligro para los trabajadores	No	No conocido en la actualidad

tienen propiedades sensibilizantes. Algunos hongos que son patógenos frecuentes: Géneros Cándida y Aspergillus, Levaduras, Mohos.

Endoparásitos

Son organismos animales de tamaño apreciable (pueden medir varios milímetros) que desarrollan algunas de las fases de su ciclo de vida en el interior del cuerpo humano.

También podemos clasificar los agentes biológicos en función de su capacidad de infección:

Grupo 1 Agente biológico que resulte poco probable que cause enfermedad en el hombre.

Grupo 2 Un agente patógeno que pueda causar una enfermedad en el hombre y pueda suponer un peligro para los trabajadores; es poco probable que se propague a la colectividad; existen generalmente profilaxis o tratamientos eficaces.

Grupo 3 Un agente patógeno que pueda causar una enfermedad grave en el hombre y presente un serio peligro para los trabajadores; existe el riesgo de que se propague en la colectividad; pero existen generalmente una profilaxis o tratamientos eficaces.

Grupo 4 Un agente patógeno que cause una enfermedad grave en el hombre y suponga un serio peligro para los trabajadores; existen muchas probabilidades de que se propague en la colectividad; no existen generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaces.

Riesgo Biológico

Efectos

Los agentes biológicos son muy diversos, y por su abundancia y diversidad, se hace muy complejo estudiar los efectos desde el AB que los provoca. La práctica higienista, para simplificar la tarea, ha determinado las actividades industriales que provocan o pueden producir una exposición a agentes biológicos.

Lista de contaminantes

Según la Orden de 25 de marzo de 1998 (BOE nº 76 de 30/3/1998) y su posterior corrección de erratas en el BOE nº 90 de 15/4/1998, el listado de agentes biológicos y su clasificación quedan según las tablas de las páginas siguientes.

LISTADO Y CLASIFICACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS 1/5

Agente Biológico	Clasificación	Notas	Agente Biológico	Clasificación	Notas
Bacterias y Afines					
Actinobacillus actinomycetemcomitans	2		Erysipelothrix rhusiopathiae	2	
Actinomadurea madurae	2		Escherichia coli (excepto las cepas no patógenas)	2	
Actinomadurea pelletieri	2		Escherichia coli, cepas verocitotóxicas (por ejemplo 0157:H7 ó 0103)	3 (*)	T
Actinomyces gerencseriae	2		Flavobacterium meningosepticum	2	
Actinomyces israelii	2		Fluoribacter bozemaniae (Legionella)	2	
Actinomyces pyogenes	2		Francisella tularensis (tipo A)	3	
Actinomyces spp	2		Francisella tularensis (tipo B)	2	
Arcanobacterium haemolyticum			Fusobacterium necrophorum	2	
(Coryne-bacterium haemolyticum)	2		Gardnerella vaginalis	2	
Bacillus anthracis	3		Haemophilus ducreyi	2	
Bacteroides fragilis	2		Haemophilus influenzae	2	
Bartonella (Rochalimea) spp	2		Haemophilus spp	2	
Bartonella bacilliformis	2		Helicobacter pylori	2	
Bartonella quintana	2		Klebsiella oxytoca	2	
Bordetella bronchiseptica	2		Klebsiella pneumoniae	2	
Bordetella parapertussis	2		Klebsiella spp	2	
Bordetella pertussis	2	V	Legionella pneumophila	2	
Borrelia burgdorferi	2		Legionella spp	2	
Borrelia duttonii	2		Leptospira interrogans (todos los serotipos)	2	
Borrelia recurrentis	2		Listeria monocytogenes	2	
Borrelia spp	2		Listeria ivanovii	2	
Brucella abortus	3		Morganella morganii	2	
Brucella canis	3		Mycobacterium africanum	3	V
Brucella melitensis	3		Mycobacterium avium/intracellulare	2	
Brucella suis	3		Mycobacterium bovis (excepto la cepa BCG)	3	V
Burkholderia mallei (Pseudomonas mallei)	3		Mycobacterium chelonae	2	
Burkholderia pseudomallei (Pseudomonas pseudomallei)	3		Mycobacterium fortuitum	2	
Campylobacter fetus	2		Mycobacterium kansasii	2	
Campylobacter jejuni	2		Mycobacterium leprae	3	
Campylobacter spp	2		Mycobacterium mageritense	2	
Cardiobacterium hominis	2		Mycobacterium marinum	2	
Chlamydia pneumoniae	2		Mycobacterium microti	3 (*)	
Chlamydia trachomatis	2		Mycobacterium paratuberculosis	2	
Chlamydia psittaci (cepas aviares)	3		Mycobacterium scrofulaceum	2	
Chlamydia psittaci (cepas no aviares)	2		Mycobacterium simiae	2	
Clostridium botulinum	2	T	Mycobacterium szulgai	2	
Clostridium peffringens	2		Mycobacterium tuberculosis	3	V
Clostridium tetani	2	T.V.	Mycobacterium ulcerans	3 (*)	
Clostridium spp	2		Mycobacterium xenopi	2	
Corynebacterium diphtheriae	2	T.V.	Mycoplasma caviae	2	
Corynebacterium minutissimum	2		Mycoplasma hominis	2	
Corynebacterium pseudotuberculosis	2		Mycoplasma pneumoniae	2	
Corynebacterium spp	2		Neisseria gonorrhoeae	2	
Coxiella burnetii	3		Neisseria meningitidis	2	V
Edwardsiella tarda	2		Nocardia asteroides	2	
Ehrlichia sennetsu (Rickettsia sennetsu)	2		Nocardia brasiliensis	2	
Ehrlichia spp	2		Nocardia farcinica	2	
Eikenella corrodens	2		Nocardia nova	2	
Enterobacter aerogenes/cloacae	2				
Enterobacter spp	2				
Enterococcus spp	2				

LISTADO Y CLASIFICACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS 2/5

Agente Biológico	Clasificación	Notas	Agente Biológico	Clasificación	Notas
Nocardia otitidiscaviarum	2		Virus		
Pasteurella multocida	2		Adenoviridae	2	
Pasteurella spp	2		<u>Arenaviridae:</u>		
Peptostreptococcus anaerobius	2		Complejos virales		
Plesiomonas shigelloides	2		LCM-Lassa (arenavirus del Viejo		
Porphyromonas spp	2		Continente): Virus Lassa	4	
Prevotella spp	2		Virus de la coriomeningitis linfocítica		
Proteus mirabilis	2		(cepas neurotrópicas)	3	
Proteus penneri	2		Virus de la coriomeningitis linfocítica		
Proteus vulgaris	2		(otras cepas)	2	
Providencia alcalifaciens	2		Virus Mopeia	2	
Providencia rettgeri	2		Otros complejos virales LCM-Lassa	2	
Providencia spp	2		Complejos virales Tacaribe (arenavirus del		
Pseudomonas aeruginosa	2		Nuevo Mundo): Virus Flexal	3	
Rhodococcus equi	2		Virus Guanarito	4	
Rickettsia akari	3 (*)		Virus Junin	4	
Rickettsia canada	3 (*)		Virus Machupo	4	
Rickettsia conorii	3		Virus Sabia	4	
Rickettsia montana	3 (*)		Otros complejos virales Tacaribe	2	
Rickettsia typhi (Rickettsia mooseri)	3		Astroviridae	2	
Rickettsia prowazekii	3		<u>Bunyaviridae:</u>		
Rickettsia rickettsii	3		Belgrade (también conocido		
Rickettsia tsutsugamushi	3		como Dobrava)	3	
Rickettsia spp	2		Bhanja	2	
Salmonella arizonae	2		Virus Bunyamwera	2	
Salmonella enteritidis	2		Germiston	2	
Salmonella typhimurium	2		Sin nombre (antes Muerto Canyon)	3	
Salmonella paratyphi A, B, C	2	V	Virus Oropouche	3	
Salmonella typhi	3 (*)	V	Virus de la encefalitis de California	2	
Salmonella (otras variedades serológicas)	2		<u>Hantavirus:</u>		
Serpulina spp	2		Hantaan (Fiebre hemorrágica de Corea)	3	
Shigella boydii	2		Virus Seoul	3	
Shigella dysenteriae (tipo 1)	3 (*)	T	Virus Puumala	2	
Shigella dysenteriae			Virus Prospect Hill	2	
(con excepción del tipo 1)	2		Otros hantavirus	2	
Shigella flexneri	2		<u>Nairovirus:</u>		
Shigella sonnei	2		Virus de la fiebre hemorrágica de		
Staphylococcus aureus	2		Crimea/Congo	4	
Streptobacillus moniliformis	2		Virus Hazara	2	
Streptococcus pneumoniae	2		<u>Flebovirus:</u>		
Streptococcus pyogenes	2		De la Fiebre del valle Rift	3	V
Streptococcus suis	2		Virus de los flebótomos	2	
Streptococcus spp	2		Virus Toscana	2	
Treponema carateum	2		Otros bunyavirus de patogenicidad		
Treponema pallidum	2		conocida	2	
Treponema pertenue	2		<u>Caliciviridae</u>		
Treponema spp	2		Virus de la Hepatitis E	3 (*)	
Vibrio cholerae (incluido El Tor)	2		Virus Norwalk	2	
Vibrio parahaemolyticus	2		Otros Caliciviridae	2	
Vibrio spp	2		Coronaviridae	2	
Yersinia enterocolitica	2				
Yersinia pestis	3	V			
Yersinia pseudotuberculosis	2				
Yersinia spp	2				

LISTADO Y CLASIFICACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS 3/5

Agente Biológico	Clasificación	Notas	Agente Biológico	Clasificación	Notas
<u>Filoviridae:</u>			Virus de las paperas	2	V
Virus Ebola	4		Virus de la enfermedad de Newcastle	2	
Virus de Marburg	4		Virus de la parainfluenza tipos 1 a 4	2	
<u>Flaviviridae:</u>			Virus respiratorio sincitial	2	
Encefalitis de Australia (Encefalitis del Valle Murray)	3		<u>Parvoviridae:</u>		
Virus de la encefalitis de las garrapatas de Europa Central	3 (*)	V	Parvovirus humano (B 19)	2	
Absettarov	3		<u>Picornaviridae:</u>		
Hanzalova	3		Virus de la conjuntivitis hemorrágica (AHC)	2	
Hypr	3		Virus Cocksackie	2	
Kumlinge	3		Virus Echo	2	
Virus del dengue tipos 1-4	3		Virus de la hepatitis A (enterovirus humano tipo 72)	2	V
Virus de la hepatitis C	3 (*)	D	Poliovirus	2	V
Hepatitis G	3 (*)	D	Rinovirus	2	
Encefalitis B japonesa	3	V	<u>Poxviridae:</u>		
Bosquede Kyasamur	3	V	Buffalopox virus (e)	2	
Mal de Louping	3 (*)		Cowpox virus	2	
Omsk (a)	3	V	Elephantpox virus (f)	2	
Powassan	3		Virus del nódulo de los ordeñadores	2	
Rocio	3		Molluscum contagiosum virus	2	
Encefalitisverno-estival rusa (a)	3	V	Monkeypox virus	3	V
Encefalitis de St Louis	3		Orf virus	2	
Virus Wesselsbron	3 (*)		Rabbitpox virus (g)	2	
Virus del Nilo occidental	3		Vaccinia Virus	2	
Fiebre amarilla	3	V	Variola (major & minor) virus	4	V
Otros flavivirus de conocida patogenicidad	2		"Whitepox" virus (variola virus)	4	V
<u>Hepadnaviridae:</u>			Yatapox virus (Tana & Yaba)	2	
Virus de la hepatitis B	3 (*)	V, D	<u>Reoviridae:</u>		
Virus de la hepatitis D (Delta) (b)	3 (*)	V, D	Coltivirus	2	
<u>Herpesviridae:</u>			Rotavirus humanos	2	
Cytomegalovirus	2		Orbivirus	2	
Virus de Epstein-Barr	2		Reovirus	2	
Herpesvirus simiae (virus B)	3		<u>Retroviridae:</u>		
Herpes simplex virus tipos 1 y 2	2		Virus de inmunodeficiencia humana	3 (*)	D
Herpesvirus varicella-zoster	2		Virus de las leucemias humanas de las células T (HTLV) tipos 1 y 2	3 (*)	D
Virus linfotrópico humano B (HBLV-HHV6)	2		Virus SIV(h)	3 (*)	
Herpes virus humano 7	2		<u>Rhabdoviridae:</u>		
Herpes virus humano 8	2	D	Virus de la rabia	3 (*)	V
<u>Orthomyxoviridae:</u>			Virus de la estomatitis vesicular	2	
Virus de la influenza tipos A, B y C	2	V (c)	<u>Togaviridae:</u>		
Ortomixovirus transmitidos por garrapatas:			<u>Alfavirus:</u>		
Virus Dhori y Thogoto	2		Encefalomiелitis equina americana oriental	3	V
<u>Pa povaviridae</u>			Virus Bebaru	2	
Virus BK y JC	2	D (d)	Virus Chikungunya	3 (*)	
Virus del papiloma humano	2 D	(d)	Virus Everglades	3 (*)	
<u>Paramyxoviridae:</u>					
Virus del sarampión	2	V			

LISTADO Y CLASIFICACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS 4/5

Agente Biológico	Clasificación	Notas	Agente Biológico	Clasificación	Notas
Virus Mayaro	3		Echinococcus multilocularis	3 (*)	
Virus Mucambo	3 (*)		Echinococcus vogeli	3 (*)	
Virus Ndumu	3		Entamoeba histolytica	2	
Virus Onyong-nyong	2		Fasciola gigantica	2	
Virus del río Ross	2		Fasciola hepatica	2	
Virus del bosque Semliki	2		Fasciolopsis buski	2	
Virus Sindbis	2		Giardia lamblia (Giardia intestinalis)	2	
Virus Tonate	3 (*)		Hymenolepis diminuta	2	
De la encefalomiелitis equina venezolana	3	V	Hymenolepis nana	2	
De la encefalomiелitis equina			Leishmania brasiliensis	3 (*)	
americana occidental	3	V	Leishmania donovani	3 (*)	
Otros alfavirus conocidos	2		Leishmania ethiopica	2	
Rubivirus (rubeola)	2	V	Leishmania mexicana	2	
Toroviridae	2		Leishmania peruviana	2	
Virus no clasificados:			Leishmania tropica	2	
Virus de la hepatitis todavía			Leishmania major	2	
no identificados	3 (*)	D	Leishmania spp	2	
Morbillivirus equino	4		Loa loa	2	
Agentes no clasificados asociados a			Mansonella ozzardi	2	
encefalopatías espongiformes			Mansonella perstans	2	
transmisibles (TSE)			Naegleria fowleri	3	
La enfermedad de Creutzfeldt-Jakob	3 (*)	D (d)	Necator americanus	2	
Variante de la enfermedad de			Onchocerca volvulus	2	
Creutzfeldt-Jakob (CJD)	3 (*)	D (d)	Opisthorchis felinus	2	
Encefalopatía espongiforme bovina (BSE)			Opisthorchis spp	2	
y otras TSE de origen animal afines (i)	3 (*)	D (d)	Paragonimus westermani	2	
El síndrome de Gerstmann-Straussler-			Plasmodium falciparum	3 (*)	
Scheinker	3 (*)	D (d)	Plasmodium spp (humano y símico)	2	
Kuru	3 (*)	D (d)	Sarcocystis suihominis	2	
Parásitos			Schistosoma haematobium	2	
Acanthamoeba castellani	2		Schistosoma intercalatum	2	
Ancylostoma duodenale	2		Schistosoma japonicum	2	
Angiostrongylus cantonensis	2		Schistosoma mansoni	2	
Angiostrongylus costaricensis	2		Schistosoma mekongi	2	
Ascaris lumbricoides	2	A	Strongyloides stercoralis	2	
Ascaris suum	2	A	Strongyloides spp	2	
Babesia divergens	2		Taenia saginata	2	
Babesia microti	2		Taenia solium	3 (*)	
Balantidium coli	2		Toxocara canis	2	
Brugia malayi	2		Toxoplasma gondii	2	
Brugia pahangi	2		Trichinella spiralis	2	
Capillaria philippinensis	2		Trichuris trichiura	2	
Capillaria spp	2		Trypanosoma brucei brucei	2	
Clonorchis sinensis	2		Trypanosoma brucei gambiense	2	
Clonorchis viverrini	2		Trypanosoma brucei rhodesiense	3 (*)	
Cryptosporidium parvum	2		Trypanosoma cruzi	3	
Cryptosporidium spp	2		Wuchereria bancrofti	2	
Cyclospora cayatanensis	2		Hongos		
Dipetalonema streptocerca	2		Aspergillus fumigatus	2	A
Diphyllobothrium latum	2		Blastomyces dermatitidis (Ajellomyces		
Dracunculus medinensis	2		dermatitidis)	3	
Echinococcus granulosus	3 (*)		Candida albicans	2	A
			Candida tropicalis	2	

LISTADO Y CLASIFICACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS 5/5

Agente Biológico	Clasificación	Notas	Notas
Cladophialophora bantiana (antes : Xylophypha bantiana, Cladosporium bantianum o trichoides)	3		A: Posibles efectos alérgicos. T: Producción de toxinas.
Coccidioides immitis	3	A	D: La lista de los trabajadores expuestos al agente debe conservarse durante más de diez años después de la última exposición.
Cryptococcus neoformans var. neoformans (Filobasidiella neoformans var. neoformans)	2	A	V: Vacuna eficaz disponible. (*): Normalmente no infeccioso a través del aire.
Cryptococcus neoformans var. gattii (Filobasidiella bacillispora)	2	A	(a) Encefalitis vehiculada por la garrapata.
Emmonsia parva var. Parva	2		(b) El virus de la hepatitis D precisa de otra infección simultánea o secundaria a la provocada por el virus de la hepatitis B para ejercer su poder patógeno en los trabajadores. La vacuna contra el virus de la hepatitis B protegerá, por lo tanto, a los trabajadores no afectados por el virus de la hepatitis B, contra el virus de la hepatitis D (Delta).
Emmonsia parva var. Crescens	2	A	(c) Sólo por lo que se refiere a los tipos A y B.
Epidermophyton floccosum	2		(d) Recomendado para los trabajos que impliquen un contacto directo con estos agentes.
Fonsecaea compacta	2		(e) Se pueden identificar dos virus distintos bajo este epígrafe: un género «buffalopox» virus y una variante de «vaccinia» virus.
Fonsecaea pedrosoi	2		(f) Variante de «cowpox».
Histoplasma capsulatum var capsulatum (Ajellomyces capsulatus)	3	A	(g) Variante de «vaccinia».
Histoplasma capsulatum duboisii	3		(h) No existe actualmente ninguna prueba de enfermedad humana provocada por otro retrovirus de origen simio. Como medida de precaución, se recomienda un nivel 3 de contención para los trabajos que supongan una exposición a estos retrovirus.
Madurella grisea	2		(i) No hay pruebas concluyentes de infecciones humanas causadas por los agentes responsables de las TSE en los animales. No obstante, para el trabajo en laboratorio se recomiendan medidas de contención para los agentes clasificados en el grupo de riesgo 3(*) como medida de precaución, excepto para el trabajo en el laboratorio relacionado con el agente identificado de la tembladera (scrapie) de los ovinos, para el que es suficiente un nivel 2 de contención.
Madurella mycetomatis	2		
Microsporium spp	2	A	
Neotestudina rosatii	2		
Paracoccidioides brasiliensis	3		
Penicillium marneffeii	2	A	
Scedosporium apiospermum (Pseudallescheria boidii)	2		
Scedosporium prolificans(inflatum)	2		
Sporothrix schenckii	2		
Trichophyton rubrum	2		
Trichophyton spp	2		

Actividades de exposición de los trabajadores

Los agentes biológicos pueden ser causantes de tres tipos de procesos:

1. Infecciosos:

Infección es el término clínico para la colonización de un organismo huésped por especies exteriores. Una infección activa es el efecto de una lucha en la cual el organismo infectante trata de utilizar los recursos del huésped para multiplicarse, a costa del mismo

2. Tóxicos

Algunos microorganismos producen toxinas de diferente naturaleza que causan un efecto nocivo en el huésped que los alojan.

3. Alérgicos

La alergia es una respuesta exagerada del organismo cuando entra en contacto con determinadas sustancias provenientes del exterior. Estas sustancias capaces de provocar una reacción alérgica se conocen como alérgenos o sustancias alergénicas.

Actividades de exposición a AB, contaminantes a los que pueden estar expuestos y las enfermedades que pueden padecer los trabajadores expuestos:

A) Exposición que no se deriva de la propia actividad laboral

<i>Exposición</i>	<i>Enfermedad / Microorganismo</i>
Enfermedades causadas por AB transmitidos de un trabajador a otro	Tuberculosis Gripe Otras
Infecciones y tox infecciones alimentarias adquiridas en el lugar de trabajo	VHA Salmonella Shigella V. Colerae Otras
Enfermedades causadas por la exposición a AB existentes en países (enfermedades endémicas) a los que se viaja por motivo de trabajo	Paludismo Filariasis Fiebre amarilla Tripanosomiasis Giardiasis Dengue Coccidiomicosis Otras
Enfermedades causadas por AB existentes en lugares de trabajo asociadas a Síndrome de Edificio Enfermo	Legionelosis Hongos Otras
Otras	

B) Exposición que surge de la actividad laboral, pero dicha actividad no implica la manipulación, ni el trabajo en contacto directo o el uso deliberado del agente biológico. La exposición es incidental al propósito principal del trabajo

Trabajos en centros de producción de alimentos		
<i>En estos trabajos serán frecuentes las dermatosis producidas por sensibilización a proteínas microbianas, las zoonosis y algunas alteraciones respiratorias derivadas del trabajo en ambientes pulvigenos o alergénicos. Aunque se citan algunos agentes, éste último grupo de afecciones no se tendrá en cuenta en este protocolo por ser objeto de otros (Alveolitis Alérgica Extrínseca, Asma Ocupacional...)</i>		
Industria láctea	• Tuberculosis bovina • Brucelosis • Listeriosis • Salmoneriosis (Salmonella spp) • Intoxicaciones alimentarias (Staphylococcus aureus) • Enteritis vibrionica (Campylobacter) • Diarreas coliformes (Escherichia coli)	• Shigelosis (Shigella sonnei y flex-nuri) • Fiebre Q (Coxiella burnetti) • Ácaros de la corteza del queso (acaros siro) • Pulmón del lavador de queso (penicillium) • Otras
Aceites vegetales	• Cacahuete enmohecido (aspergillus niger)	• Otros
Harina	• Hongos y parásitos en el polvo (aspergillus y penicillium) • Ácaros (tyroglyphus siro, aleurobius farinae, gly-cophagus domesticus)	• Gorgojos (sitophilus granarius) • Otros
Refinado de azúcar	• Bagazosis: hongos del bagazo almacenado (actinomicetos termófilos)	• Otras
Conserva de alimentos	• Vegetales: amebiasis (entamoeba histolítica), candidiasis (candida albicans) • Carne: antrax, tuberculosis, brucelosis, intox.alimentarias (bacillus cereus, streptococcus faecalis, faecium), hepatitis A, erisipeloides (erysipelo-thrix rhusiopathiae)	• Pescado: intox.alimentarias (vibrio parahemolyticus), cólera (vibrio cholerae), erisipeloides (erysipelo-thrix rhusiopathiae), virus del limo del pescado (verrugas), enterovirus, reovirus • Otras
Industrias cárnicas (mataderos, casquerías,...)	• Brucelosis • Intox.alimentarias (Staphylococcus spp, Streptococcus spp, Clostridium perfringens) • Hidatidosis • Carbunco • Tuberculosis bovina • Muermo • Tularemia • Leptospirosis • Fiebre Q • Enfermedad de Lyme (Borrelia burgdorferi) • E.vibrionica (Campylobacter spp) • Yersiniosis (Yersinia spp.) Yersinia enterocolitica)	• Pasteurellosis (Pasteurella multocida) • Criptosporidiosis (Cryptosporidium parvum) • Psitacosis • Erisipeloides • Tétanos • Botulismo (Clostridium botulinum) • Toxoplasmosis • Tinas (Trichophyton spp, Epidermophyton spp, Microsporum spp) • Clonorquiasis (Chlonorchis sinensis) • Difilobotriasis (Dyphylobrotium latum) • Anisakirosis (Anisakis) • Otras

Trabajos agrarios, minería, construcción, excavaciones		
<i>En este grupo se incluirán aquellos como los trabajadores de viveros, jardineros, hortelanos, trabajadores de explotaciones agrícolas, agropecuarias, forestales, taladores, troceadores de madera, trabajos subterráneos, geólogos, arqueólogos, biólogos y botánicos que trabajen en contacto con la tierra.</i>		
Generales	• Tétanos • Rinosporidiasis • Esporotricosis • Blastomycosis • Coccidiomycosis • Histoplasmosis	• Helmintiasis • Anquilostomiasis duodenal • Anguillulosis • Carbunco • Otras
Frecuentes en la minería	• Helmintiasis: Anquilostomiasis • Micosis • Esporotricosis	• Zoonosis: Leptospirosis, ántrax, • Otras
Frecuentemente asociados al riego con agua estancada	• Helmintiasis (Anquilostomiasis duodenal -agua de zonas pantanosas)	• Otras
Frecuentemente asociados al uso de heces humanas como fertilizante	• Amebiasis • Ascariasis • Anquilostomiasis	• Fiebre tifoidea • Salmonelosis • Otras
Enfermedades transmitidas por artrópodos / insectos	• Garrapata (Enf. Lyme, fiebre botonosa mediterránea, Omsk)	• Otras
Especialmente frecuentes en los cultivadores de arroz	• Tétanos • Anquilostomiasis • Esquistosomiasis • Leptospirosis • Tiña	• Candida • Estafilococos • Rhizopus parasitans • Sarna • Otras
Cuadros pulmonares alérgicos (objeto de otros protocolos, neumonitis por hipersensibilidad)	• Actinomicetos termófilos (pulmón del granjero, de los cultivadores de setas, de la patata...)	• Cryptostroma corticale (pulmón del descortezador de arce) • Otros muchos...

1. Animales domésticos y de compañía. 2. Animales salvajes. 3. Animales de laboratorio.		
Cria de ganado, pescadores, matarifes, granjas de aves, industrias del cuero, lana o pieles, cazadores, apicultores, veterinarios, laboratorios veterinarios, transportistas de animales o sus productos, profesionales de la tauromaquia, zoológicos, investigadores y docentes en contacto con animales, empleados de parques zoológicos y zoológicos, fabricación de abonos de origen animal, leñadores, segadores, guardas rurales, trabajadores de obras en ingeniería civil, silvicultores, horticultores, etc.	• Antrax • Brucelosis • Rabia • Tularemia • Listeriosis • Salmonelosis • Erisipela • Enteritis vibrionica • Shigelosis • Yersiniosis • Tétanos • Pasteurellosis • Estreptobacilosis • Fiebre Q • Tuberculosis • Psitacosis/ornitosis en general • Leptospirosis	• Dermatofitosis • Toxoplasmosis • Tifus mórdo • Leishmaniosis • Hidatidosis • Larva migrans • Himenolepiasis (Hymenolepis nana) • Vibriosis (virus de la coriomeningitis linfocitaria, virus de la enf.de Newcastle y hantavirus) • Endo y ectoparasitosis • Otras

Trabajos en centros sanitarios y otros con formas de exposición similares a las existentes en estos		
Asistencia sanitaria, servicios de aislamiento, anatomía patológica, odontólogos, podólogos, acupunctores, ambulancias, asistencia a enfermos a domicilio, laboratorios clínicos de diagnóstico, investigación y docencia, personal de limpieza y lavandería, tatuajes	Infecciones víricas • Rubéola • Sarampión • Parotiditis • VHA • VHB (VHB +VHD) • VHC • VIH • CMV	• VEB • Varicela • Herpes • Gripe • Otras (adenovirus, enterovirus, rotavirus, calicivirus, astrovirus, coronavirus)
	Infecciones bacterianas • Tuberculosis • Meningitis meningocócica • Tos ferina • Difteria • Legionelosis • Salmonelosis • Intoxicaciones alimentarias	• Shigelosis • Otras (gran número, por potencial contacto con enfermos o portadores y por manipulación de objetos y residuos potencialmente infectados)
	Hongos • Candidas • Aspergillus	• Otros
Otras	Giardiasis (giardia lamblia), ascariasis (ascaris lumbricoides), criptosporidiosis (cryptosporidium spp)	

Trabajos en unidades de eliminación de residuos de instalaciones depuradoras de aguas

Trabajadores de plantas de tratamiento de residuos y depuradoras, los barrenderos, basureros, recogida, transporte y eliminación de contaminantes biológicos, limpiadores en general, etc.	• Tétanos (<i>Clostridium tetani</i>) • Leptospirosis (<i>Leptospira interrogans</i>) • Listeriosis (<i>Listeria monocytogenes</i>) • Brucelosis • Fiebre tifoidea • Diarreas coliformes (<i>Escherichia coli</i>) • Salmonelosis (<i>Salmonella</i> spp) • Shigelosis (<i>Shigella sonnei</i> y <i>flexneri</i>) • Enteritis vibrionica (<i>Campylobacter</i>) • Intoxicaciones alimentarias (<i>Streptococcus faecalis</i>, <i>faecium</i>, <i>clostridium perfringens</i>, <i>staphylococcus</i> spp, <i>streptococcus</i> spp) • Yersiniosis (<i>Yersinia enterocolitica</i>) • Bacterias Gram negativas (endotoxinas)	• Legionelosis (<i>Legionella</i> spp) • Hepatitis víricas (VHA, VHB, VHC, etc.) • Viriasis: enterovirus (polio, coxackie, echo y otros), rotavirus, adenovirus, calicivirus (SRSV, astrovirus, coronavirus) • Virus Inmunodeficiencia Humana • Fiebre Q (<i>Coxiella burnetii</i>) • Amebiasis (<i>Entamoeba histolytica</i>) • Giardiasis (<i>Giardia lamblia</i>) • Cristosporidiosis (<i>Cryptosporidium</i>) • Ascariasis (<i>Ascaris lumbricoides</i>) • Tricuriasis (<i>Trichuris</i>) • Equinococosis (<i>Equinococcus</i> spp) • Tenias • Esquistosomiasis • Hongos (<i>Candida albicans</i>...)
--	---	--

Otras

Prácticamente todas las actividades laborales llevan asociada la exposición AB de una u otra forma. Su diversidad y las de las tareas y entornos dificultan el incluirlas en algún grupo concreto. Se anotan a continuación algunas, y se agrupan de forma intuitiva por la proximidad ocasional a los mecanismos de exposición de alguno de los grupos anteriormente citados

• Policía • Bomberos • Funcionarios de prisiones • Fuerzas armadas • Socorristas • Embalsamadores • Otros Las fuentes son múltiples. Quizás más relevantes las relacionadas con el contacto directo con personas accidentadas, enfermas o pertenecientes a grupos de riesgo específicos, que pueden transmitir infecciones por piel y mucosas o vía respiratoria. Probablemente más relación con los AB del apartado sanitarios y ..., con vía de entrada percutánea	• HIV • Virus de hepatitis • Tétanos • Otros
• Trabajadores de la docencia • Guarderías • Asilos • Otros Más relacionados con AB que puedan extenderse por concentraciones de personas en recintos con estancia de forma cotidiana. Quizás la vía aérea sea la más significativa, aunque las posibilidades son múltiples. Probablemente más relación con los AB del apartado 4 relacionados con del apartado sanitarios y ..., con vía de entrada respiratoria	• Enfermedades propias de la infancia (rubéola, sarampión, parotiditis, varicela, etc.) • VHA • Gripe • Tuberculosis • Otras

• Fabricación y manipulación de lubricantes y aceites • Industria textil, algodón • Otros Más relacionados con la vía respiratoria como entrada de AB contaminantes de humos, nieblas, polvos, etc., y con el desencadenamiento de manifestaciones pulmonares por mecanismos inmunoalérgicos y alteraciones dermatológicas (Neumonitis, etc).	• Aspergillus • Penicillium • Otras
Otras	

C) Exposiciones derivadas de una actividad laboral con intención deliberada de utilizar o manipular un agente biológico que constituye el propósito principal del trabajo. Estas actividades no están recogidas en el Anexo I del R.D.

Laboratorios	Trabajos en laboratorios de diagnóstico microbiológico o con animales deliberadamente infectados.	• Múltiples microorganismos
Industrias de Biotecnología	• Industria farmacéutica (obtención de antibióticos, enzimas, vacunas virales...) • Producción de materias primas • Industria alimentaria (cerveza, quesos, yogur) • Fabricación de productos químicos (alcohol)	• Múltiples microorganismos
	• Otras	

Riesgo Biológico Evaluación

El empresario, habitualmente por delegación al prevencionista, deberá realizar una evaluación de los riesgos relacionados con los agentes biológicos. Para realizar esta evaluación se han de seguir las instrucciones recogidas en el RD 664/97, ya que no se puede aplicar la metodología habitual de medir y comparar con criterios de referencia del tipo “TLV” o “VLA”, puesto que dichos criterios no existen y los métodos de medida no siempre son aplicables.

Dicha evaluación se efectuará teniendo en cuenta la totalidad de la información disponible, en particular:

- Índole, grado y duración de la exposición
- La clasificación del agente en función de su riesgo infeccioso, como característica más específica
- Los riesgos inherentes a la naturaleza de la actividad
- Enfermedades que puedan contraerse por razón laboral
- Efectos alérgicos o tóxicos de los AB
- Enfermedades laborales previas

Dicha evaluación ha de repetirse cuando se realicen modificaciones tecnológicas que afecten a la actividad productiva

o cuando de la vigilancia sanitaria, se compruebe alguna enfermedad como consecuencia de la exposición a AB.

Lo más característico de esta evaluación es la clasificación de los AB en cuatro grupos de riesgo en función de sus características, según se recoge en la siguiente tabla:

GRUPOS DE RIESGO EFECTOS AB				
Riesgo de infección	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
Enfermedad en el hombre	Poco probable	Puede	Grave	Grave
Peligro para el trabajador	No	Puede	Serio	Serio
Riesgo propagación colectiva	No	Poco probable	Sí	Sí
Profilaxis	-	Sí	Sí	No

La identificación y evaluación del riesgo por exposición a agentes biológicos conlleva una serie de estudios y actuaciones que se pueden agrupar en dos etapas sucesivas:

1.º Identificación teórica de los riesgos, lo que supone la recogida general de información científica.

Dada la gran influencia de las características individuales del trabajador la evaluación de puestos de trabajo, como grupos “homogéneos”, es problemática y no debería contemplarse en ningún caso.

Dentro de la primera etapa de la identificación teórica de los riesgos, se deberían incluir los puntos que mejor permitan la identificación de al menos, los citados a continuación:

- Identificación teórica de los agentes biológicos más probables, considerando sus fuentes de exposición, reservorios, información científica y posibles estudios epidemiológicos.
- El grado de virulencia, expresado como dosis infectiva mínima (DIM) que representa la cantidad más pequeña de agente biológico necesaria para provocar una infección, facilidad de propagación, gravedad de las infecciones así como eventuales tratamientos profilácticos y curativos.

Dado que en la clasificación de los agentes biológicos, recogida en el Anexo II del RD 664/97, se ha establecido según estos criterios, debe tomarse como referencia.

La adscripción de un agente biológico en un determinado grupo, establece una valoración del riesgo intrínseco del microorganismo.

Puesto que la clasificación de los agentes no ha tenido en cuenta más que el riesgo infeccioso, y la evaluación ha de tener en cuenta el efecto global, se deben considerar también los posibles efectos inmuno-alérgicos y tóxicos de los agentes biológicos como riesgo adicional a los mismos.

- Conocimiento de los modos de transmisión: aerosoles, por contacto directo e indirecto, lesiones, vectores, huéspedes intermediarios,...
- Vías de entrada: respiratoria, digestiva, a través de la piel o mucosas, por heridas, parenteral,...
- Cantidad, volumen o concentración del agente en el material que se maneja
- Datos epidemiológicos: presencia y grado de propagación del agente, frecuencia de infecciones, inmunización de la población y papel de los reservorios
- Conocimiento de enfermedades que puedan ser contraídas como consecuencia de la actividad laboral, así como en concreto las enfermedades detectadas en el trabajo directamente relacionados con él, o la inclusión de dichas enfermedades en la lista de Enfermedades Profesionales (Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro), como son carbunco, tétanos, leptospirosis, brucelosis, tularemia, tuberculosis bovina, anquilostomiasis y anguilulosis y paludismo
- Resistencia del agente biológico, supervivencia en las condiciones ambientales de trabajo (radiación ultravioleta, desecación,...).
- Posibilidad de presentación de cepas multirresistentes
- Posibilidad de desinfección

2.º Evaluación de los puestos de trabajo con riesgo y de los trabajadores expuestos. La segunda etapa sería la evaluación del puesto de trabajo y del trabajador expuesto. Esto implica un estudio preciso de dicho puesto que incluiría:

- Descripción del puesto de trabajo
- Probabilidad de diseminación del material infectado tanto en el proceso habitual, como si ocurre un accidente
- Vías de penetración: a través de heridas, contacto por proyección de líquidos contaminados, inhalación de aerosoles,...
- Frecuencia de la exposición

- Factores relativos a la organización y procedimientos de trabajo
- Conocimiento de los posibles riesgos por parte del trabajador, según su formación inicial y la recibida sobre su puesto de trabajo
- Posibilidad de establecimiento de medidas preventivas, así como del seguimiento de su aplicación
- Posibilidad de evaluación de los niveles de exposición, en aquellos casos en que sea posible la medida o identificación del agente biológico en el puesto de trabajo

Para aquellas actividades que impliquen la **intención deliberada** de utilizar agentes biológicos, la evaluación de riesgos será relativamente simple, porque las características de los microorganismos utilizados son conocidas, los procedimientos de utilización están bien determinados, así como los riesgos de exposición. En el caso de procesos de biotecnología se une además el estricto seguimiento de las medidas preventivas, a fin de asegurar una buena calidad en el producto.

Cuando la **exposición** resulta de actividades en las que los microorganismos pueden estar presentes de forma **incidental**, la evaluación de riesgos será más compleja ya que algunos de los puntos contemplados anteriormente quedarán bajo la forma de probabilidades.

Cada agente biológico que pueda dar lugar a una exposición relacionada con una actividad laboral debe estar necesariamente incluido en un grupo de riesgo, de acuerdo con los criterios de clasificación ya contemplados con anterioridad. La adscripción de cada agente biológico a un grupo es fundamental, ya que establece directamente una valoración del riesgo intrínseco del microorganismo, por lo que, en el caso de que el mismo no se encuentre incluido en el listado del Anexo II del RD 664/97, deberá adscribirse provisionalmente en uno de los cuatro grupos previstos en el mismo.

Debe consultarse el cuadro legal de enfermedades profesionales (RD 1299/2006, de 10 de noviembre) y tener en cuenta también si en la zona o país donde se desarrolla el trabajo es endémica respecto a patologías específicas, lo que debe ser tenido en cuenta como riesgo adicional. Se considerará el riesgo adicional de trabajadores especialmente sensibles, como serían las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia (RD 664/97 Apéndice 4 "Trabajadoras embarazadas y en período de lactancia").

Deberán tenerse en cuenta todas aquellas condiciones que puedan predisponer al trabajador a padecer una enfermedad infecciosa, como por ejemplo:

- Inmunocomprometidos: neoplasias, neutropenias, terapia con esteroides o inmunosupresora

- Algunas enfermedades de la piel
- Enfermedades hemolíticas
- Asplenias
- Antecedentes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Como ejemplo de influencia de patologías previas, el virus de la hepatitis D es patógeno en trabajadores sólo en presencia de infecciones simultáneas o secundarias causadas por el virus de la hepatitis B. La vacunación contra la hepatitis B podría proteger a los trabajadores contra el virus de la hepatitis D.

En definitiva, el procedimiento de evaluación de riesgos por exposición a agentes biológicos no difiere del habitualmente utilizado en la evaluación de cualquier otro riesgo laboral.

En este caso, el *nivel de consecuencia* vendrá dado fundamentalmente por el grupo de riesgo en el que el agente biológico haya sido clasificado, y la *probabilidad* de que se materialice el daño vendrá definida en función de la posibilidad de exposición, condicionada a su vez por la presencia de los agentes biológicos, segura o probable si hay intención deliberada de manipularlos o sólo posible presencia para actividades que no utilicen dichos agentes biológicos en el trabajo, en los que habrá que contemplar también el tiempo dedicado a las tareas de riesgo y si existen medidas de control. La valoración del riesgo permitirá establecer las medidas de contención que reduzcan la exposición y en su caso priorizar la acción preventiva.

Medición y Muestreo

Los métodos de toma de muestras están diseñados, bien para la determinación directa del AB y, en su caso, identificación para su clasificación en un grupo de riesgo o bien para la medida cuantitativa de productos, componentes o metabolitos de los AB cuya concentración sea representativa de la carga biológica a valorar.

Se pueden tomar, por tanto, tres opciones para la medida de agentes biológicos:

- a) Métodos que van a poner de manifiesto el número total de agentes biológicos y/o el número de microorganismos cultivables, entendiendo por tales aquellos capaces de formar colonias en un medio de cultivo adecuado.
- b) Método que ponen de manifiesto la presencia de elementos celulares provenientes de los agentes biológicos, como pueden ser las endotoxinas y los glucanos.
- c) Métodos que cuantifican metabolitos tanto primarios (Ejemplo: ATP),

como secundarios (Ejemplo: endotoxinas).

La limitación de la metodología propuesta está en que, en la actualidad, no se disponen de datos suficientes para establecer de forma fiable relaciones dosis-efecto/respuesta para los bioaerosoles, de modo similar al establecido para los agentes químicos, por lo que no es posible el establecimiento de valores límite ambientales que sirvan como criterio de referencia en la misma línea que para los agentes químicos (VLA, TLV). Para el caso de las endotoxinas sí hay valores de referencia orientativos.

a) Métodos para el muestreo de agentes biológicos cultivables y/o totales

Están proyectados para determinar la fuente, cantidad e identificación de agentes biológicos transmitidos fundamentalmente por vía aérea. Están basados en la toma, recuperación y subsiguiente cultivo de microorganismos. Estos métodos pueden ser clasificados de acuerdo con el procedimiento de toma de muestra o el manejo de la muestra tomada, e incluyen: gravitación, impactación, centrifugación, burbujeo y filtración.

Gravitación o impactación natural

Es la forma más simple de toma de muestra de bioaerosoles, en la cual las partículas biológicas aerotransportadas son recogidas sobre una superficie adherente (agar en una placa Petri o recubriendo un portaobjetos, placas RODAC,...) por su capacidad de sedimentar por gravedad. Es un método económico, que no necesita equipos auxiliares, si bien ha de tenerse especial cuidado en donde se colocan dichas placas para evitar corrientes de aire. Las partículas de mayor tamaño pueden estar sobre-representadas. Este método no es cuantitativo, es decir, la muestra no se toma a partir de un volumen conocido de aire, por lo que las pruebas de intercomparación son dificultosas. Es un procedimiento útil para estudios iniciales y para la estimación aproximada de la carga microbiológica tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, si se eligen adecuadamente los medios de cultivo.

Impactación

El aire, aspirado por una bomba de vacío que forma parte del muestreador, pasa a través de un orificio y es dirigido a la superficie del medio de cultivo contenido en una placa adecuada. Las partículas con suficiente momento de inercia abandonan la corriente e impactan sobre la superficie. El orificio de entrada puede consistir en una rendija o en un cabezal con un elevado número de orificios de igual diámetro y el medio de recogida puede ser agar sobre una placa Petri, RODAC o un portaobjetos. Muchos muestreadores emplean este método, algunos recogen las

partículas sobre una superficie única, mientras otros las recogen por diferentes fracciones de tamaño (diámetro aerodinámico equivalente), en superficies sucesivas (impactación en cascada). Ejemplos de estos muestreadores por impactación incluyen los de rendija (Casella), impactadores de etapa simple (SAS), impactadores Andersen de 1, 2 y 6 etapas o placas (este último considerado como método de referencia), impactador en cascada de May que recoge fracciones sobre portaobjetos. El caudal de aspiración varía en el rango de 10 a 180 L/min. Una vez tomada la muestra, y según sea la naturaleza de los agentes biológicos a determinar, la placa se incuba a la temperatura adecuada, produciéndose el crecimiento de dichos agentes mediante la formación de una colonia en el punto de impacto. Posteriormente se procede al recuento de dichas colonias y al cálculo de su número referido a un volumen fijo de aire de 1 m³, a partir de las colonias encontradas en el volumen de aire muestreado, expresándose los resultados habitualmente como ufc/m³ (unidades formadoras de colonias en un metro cúbico de aire). La identificación específica del agente biológico supone habitualmente que se proceda a su resiembra, en medio idóneo, y la posterior aplicación de reacciones de identificación o estudios por morfología directa o tinciones específicas. Una vez identificado el agente biológico se comprobará su inclusión entre los listados en el Anexo II del RD 664/97, o en su caso se procederá a su clasificación provisional en cualquiera de los cuatro grupos reflejados en función del riesgo de infección.

Centrifugación

Estos muestreadores de impactación utilizan la fuerza centrífuga para ayudar a la separación de las partículas de la corriente de aire de aspiración. Operan creando un remolino en el cual las partículas con suficiente inercia dejan la corriente de aire para impactar sobre la superficie (medio de cultivo) de recogida. En el RCS Biotest se recoge el aire contra una tira de plástico que soporta una fina capa del medio agar en el cual impactan las partículas aerotransportadas. Opera a un flujo de 40 L/min. Todos los métodos descritos hasta ahora sólo dan información de los agentes biológicos cultivables, es decir, con capacidad de reproducirse. En un entorno laboral se está potencialmente sujeto a la exposición a microorganismos (cultivables, viables, no viables, que pueden producir también riesgos tóxicos o alergénicos; formas de supervivencia, como esporas), sus componentes biológicamente activos o productos derivados de dichos microorganismos. Interesa por lo tanto la posibilidad de utilizar métodos de muestreo más generales que permitan obtener una información más amplia. Entre estos métodos que permiten la medida de agentes biológicos totales destacan los de burbujeo o *impinger* y de filtración.

Burbujeo o *impinger*

El aire a muestrear pasa a través de un volumen conocido de líquido (suero salino, agua de peptona con agentes humectantes, medios líquidos, ...). Las partículas

abandonan la corriente de aire por impactación en el líquido, quedando retenidas en el mismo. Posteriormente, y en el medio de cultivo adecuado, se transfiere una alícuota del líquido de captación, procediéndose a su cultivo, recuento y en su caso a su identificación (viables o cultivables). A otra alícuota se adiciona naranja de acridina y se filtra, procediéndose al recuento total (viables y no viables) por microscopía de epifluorescencia directamente sobre el filtro. La mayoría de los muestreadores están contruidos en vidrio, con una cámara simple de colección; por ejem-plo, el AGI-30 opera a 12.5L/min. Y el Mini-impinger a 1L/min.

Filtración

El aire es aspirado a través de un medio de filtración en el cual las partículas se depositan. Su flujo es función del tipo de filtro, su tamaño y de la bomba de aspiración, oscilando habitualmente entre 1-500L/min. El tipo de filtro más utilizado es el de membrana de policarbonato ya que las partículas pueden ser removidas fácilmente de su superficie por agitación en líquidos adecuados, procediéndose a la posterior inoculación de la suspensión formada en los medios de cultivos específicos. Un procedimiento similar es aplicable a la cuantificación e identificación de agentes biológicos presentes en muestras de polvo. Un peso conocido del mismo se extrae adecuadamente por agitación vigorosa con suero salino conteniendo 0.01% de Tween 80. Posteriormente se inocula un volumen conocido en medios de cultivos específicos, procediéndose a su posterior recuento, expresado como ufc/g, y, en su caso, identificación.

Muestreo de superficies

Además del muestreo aéreo, puede también determinarse el número de agentes biológicos depositados en una superficie. Este tipo de muestreo es utilizado fundamentalmente en estudios de higiene alimentaria, pero tiene otras aplicaciones como, por ejemplo, comprobar la eficacia de los productos de desinfección o evaluar la presencia de agentes biológicos en el interior de los conductos de aire de un sistema de ventilación-climatización, industria de la piel y cuero.

La toma de muestras se hace fundamentalmente mediante el empleo de torundas o por contacto directo de la superficie a muestrear con una placa RODAC preparada con el medio de cultivo adecuado y su posterior incubación e identificación, en su caso.

b) Métodos para detectar la presencia de elementos celulares

Estos métodos dan cuenta de elementos celulares de microorganismos tanto viables como no viables o desintegrados, constituyentes de su estructura celular que pueden menoscabar la salud del personal expuesto. Entre estos elementos celulares cabe destacar las endotoxinas, glucanos y ergosterol.

Endotoxinas

Son polisacáridos termoestables de alto peso molecular (LPS), formados por un componente lipídico característico, lípido A, unido covalentemente a un polisacárido. Las endotoxinas son componentes integrales de la membrana exterior de las bacterias Gram-negativas. La presencia de endotoxinas se relaciona con la posibilidad de reacciones tóxicas, procesos inflamatorios muy intensos, fiebre, bronquitis,... Desde el punto de vista de enfermedades relacionadas con el trabajo sólo las endotoxinas aerotransportadas son relevantes. Se producen en el manejo de material orgánico. Los materiales contaminados por bacterias y las heces de animales son las fuentes principales de polvo que contribuirá a la liberación de endotoxinas. La agricultura y las industrias relacionadas proporcionan las fuentes de exposición profesional más habituales: granjas de cerdos, pollos, vacas y caballos; industrias del algodón; procesado de la patata, caña azucarera, cerveza; mataderos de aves; tratamiento de aguas residuales, basuras y compostaje; sistema de humidificación de aire de edificios y procesos industriales con reciclaje de agua; emulsiones formadas en los fluidos de corte en metalurgia.

Glucanos [(1 3)β-D Glucano]

Es otro biomarcador de la contaminación fúngica en aire. Es un componente de la pared celular de todos los hongos filamentosos y se le considera como la posible causa de enfermedades respiratorias, especialmente enfermedades crónicas relacionadas con la exposición a polvos orgánicos. El método analítico implica la toma de muestras de aire sobre filtros de acetato de celulosa y posterior análisis utilizando el método del LAL (Lisado del Amebocito del Limulus).

Ergosterol

Es utilizado como un marcador químico en aire de la contaminación por hongos, al ser uno de los componentes químicos fundamentales de la membrana de los principales hongos saprofitos. Su determinación se lleva a cabo por métodos cromatográficos, previa extracción de los filtros de policarbonato en donde se toman las muestras ambientales.

c) Métodos de cuantificación de metabolitos

Otra alternativa para la medida de agentes biológicos es la cuantificación de sustancias procedentes de los mismos. Esto puede ser aplicable cuando haya un método fiable de toma de muestra y análisis y cuando la concentración de analito sea proporcional a la carga microbiológica. Entre estas opciones de medida se pueden contemplar los metabolitos primarios, como por ejemplo el análisis del Adenosin trifosfato (ATP) que puede servir de marcador para los microorganismos o su actividad vital, y metabolitos secundarios como, por ejemplo, las micotoxinas que pueden encontrarse en los bioaerosoles.

Análisis de ATP

El análisis de los niveles de ATP en las muestras es rápido e indicativo del metabolismo de la actividad microbiana. Existe una relación entre los niveles de ATP y el número de agentes microbianos, por lo que este método es a menudo utilizado junto con el muestreo de superficies en la investigación de todos los problemas de higiene relacionados con la industria alimentaria.

Micotoxinas

Son metabolitos secundarios de bajo peso molecular de origen fúngico, producidos en condiciones especiales de crecimiento en cosechas almacenadas y alimentos. Algunas micotoxinas pueden causar efectos sistémicos en especial en el hígado y el sistema nervioso.

Entre las micotoxinas más importantes destacan:

- Aflatoxinas, producidas por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*
- Ocratoxina A, producida por *Penicillium verrucosum* y *Aspergillus alutaceus* (*A. ochraceus*)
- Tricoticonos y Fumisininas, producidas por *Fusarium* spp

Se ha demostrado que las aflatoxinas y otras micotoxinas, por ejemplo, el ácido D-secalónico, pueden aerotransportarse en elevadas concentraciones en determinadas tareas como en el procesamiento de cacahuetses, pistacho y maíz causando efectos tóxicos y carcinogénicos.

Los métodos analíticos para su determinación utilizan bien técnicas cromatográficas o bien líneas celulares para ensayar su citotoxicidad. En las tablas adjuntas se propone un esquema para la elección de método de muestreo así como un estudio comparativo de características, ventajas e inconvenientes de los métodos de muestreo ambiental más comunes.

Para aquellas actividades en las que la exposición a AB no se produce de forma intencionada como sería el caso de la agricultura, trabajos en unidades de eliminación de residuos, tratamiento de aguas residuales, la evaluación es muy compleja ya que pueden formarse mezclas complejas de diferentes microorganismos.

En estos casos el procedimiento a seguir para la identificación de los mismos podría efectuarse utilizando el estudio de indicadores que, de forma gradual (de globales a individuales), pongan de manifiesto la exposición a agentes biológicos:

- **Indicadores globales (IGL)**, por ejemplo: recuento total de bacterias u hongos/levaduras, viables o totales que, mediante determinaciones analíticas sencillas y poco costosas, dan idea de la carga microbiológica total, permitiendo en su caso la identificación de agentes biológicos

INDICADORES DE AB A ESTUDIAR (ANEXO IV RD 664/97)

ACTIVIDAD LABORAL	POSIBLES INDICADORES ESTUDIADOS
Plantas de clasificación de residuos sólidos/compostaje	IGL: Bacterias/hongos y levaduras Bacterias; IGR: Gram (+), Gram (-), Endotoxinas; Bacterias formadoras de esporas; Actinomicetes; IIN: Aspergillus fumigatus;
Plantas de tratamiento de aguas residuales	IGL: Bacterias; IGR: Bacterias Gram (+), Endotoxinas; IIN: Leptospira interrogans, E. Coli
Eliminación de residuos	IGL: Bacterias, Hongos; IGR: Bacterias (aerobias y anaerobias)
Biotecnología	IIN: Agentes biológicos específicos del proceso, p. ej.: - Productos farmacéuticos y biológicos: E. coli k-12 - Cephalosporium spp.; Streptomyces spp.; Cultivos celulares de ovario de hamster; - Penicillium crysogenum - Bebidas alcohólicas: Saccharomyces cerevisae; - S. Ovarium - Enzimas industriales: Bacillus licheniformis; Bacillus subtilis; A. oryzae; Mucor spp. - Rhizopus spp.; Clostridium spp. - Alimentos: Streptococcus termophilus; Lactobacillus bulgaricus; Penicillium roqueforti; - P. camembertii; Propionobacterium shermanii
Mantenimiento sistemas de acondicionamiento de aire/humidificadores/torres	IGL: Bacterias, Hongos; IGR: Actinomicetes, Pseudomonas, Endotoxinas; IIN: Legionella pneumophila; Gérmenes específicos (filtros);
Tratamiento de metales (fluidos de corte)	IGL: Bacterias; Hongos, Levaduras; IGR: Enterobacteriaceas; Endotoxinas; IES: Pseudomonas;
Descontaminación de suelos	IGR: Bacterias Gram (+) y Gram (-); IES: Pseudomonas, Nocardia spp.
Ventas al mayor / almacenes	IGL: Hongos; IGR: Actinomicetes;
Industria forestal	IIN: Ag. Biológicos origen de patologías específicas p. ej.: - Amebiasis (Entamoeba histolyticum) - Leptospirosis (Leptospira spp.) - Ornitosis (Chlamydia psittaci) - Tularemia (Francisella tularensis)
Producción de alimentos	IGL: Bacterias; Hongos; Levaduras; IES: Staphylococcus spp.; Coliformes
Manipuladores de animales	IGL: Bacterias; Hongos/Levaduras; IIN: Patógenos causantes de enfermedades: Anthrax; Brucelosis; Criptosporidiosis; Ectima contagiosa; Erisipeloide; Hidatosis, Leptospirosis, Psitacosis; Rabia; Salmonelosis; Tinea capitis; Triquinosis; Tuberculosis; Tularemia
Cuidado de la salud	IGL: Bacterias; Hongos/Levaduras; IES: Gérmenes infecciosos: - Klebsiella spp.; Micobacterias; Legionella spp.,...

- **Indicadores de grupo (IGR)**, por ejemplo: endotoxinas, enterobacterias, actinomycetes, como grupos homogéneos de agentes biológicos y/o productos derivados de los mismos
- **Indicadores específicos (IES)**, para lugares de trabajo o tareas concretas está indicado el estudio de agentes biológicos o familias específicas directamente relacionadas con los ya citados lugares investigados
- **Indicadores individuales (IIN)**, para problemas específicos que se hayan encontrado en relación con agentes biológicos concretos puede establecerse, cuando ello sea posible, una investigación de especies individuales, por ejemplo *Pseudomona aeruginosa*

En la tabla adjunta de la página anterior se recoge, a modo de ejemplo, un **listado de las actividades laborales y los parámetros de medición a examinar**. El estudio de los posibles indicadores propuestos para la evaluación de los riesgos asociados a agentes biológicos implicará, como paso previo, una toma de muestra de los mismos bien para su determinación directa como bioaerosoles, bien como contaminantes superficiales o para la medida cuantitativa de productos, componentes o metabolitos de los agentes biológicos cuya concentración sea representativa de la carga biológica global a valorar.

Riesgo Biológico

Prevención

La prevención en las actividades en las que, de manera directa existe un riesgo de exposición a AB, está mucho más implantada que aquellas actividades en las que el riesgo de contagio, o de exposición, es indirecto. En todos los ámbitos, ya sea laborales o domésticos, existen AB, y por ello, las medidas de prevención universales, deben ser tenidas en cuenta como hábitos saludables.

Sustitución de agentes biológicos

Cuando la naturaleza de la actividad lo permita, evitará la utilización de agentes biológicos peligrosos mediante su sustitución por otros agentes que, en función de las condiciones de utilización, no sean peligrosos para la seguridad o salud de los trabajadores, o lo sean en menor grado.

Reducción de riesgos

En el artículo 6 del RD 664/1997, se describen las siguientes medidas con el fin de reducir el riesgo de exposición:

- Establecimiento de procedimientos de trabajo

adecuados y utilización de medidas técnicas apropiadas para evitar o minimizar la liberación de agentes biológicos en el lugar de trabajo

- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos
- Adopción de medidas seguras para la recepción, manipulación y transporte de los agentes biológicos dentro del lugar de trabajo
- Adopción de medidas de protección colectiva o, en su defecto, de protección individual, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios
- Utilización de medios seguros para la recogida, almacenamiento y evacuación de residuos por los trabajadores, incluido el uso de recipientes seguros e identificables, previo tratamiento adecuado si fuese necesario
- Utilización de medidas de higiene que eviten o dificulten la dispersión del agente biológico fuera del lugar de trabajo
- Utilización de una señal de peligro específica y de otras señales de advertencia
- Planes frente a la accidentabilidad por agentes biológicos

Medidas higiénicas

En todas las actividades con riesgo por agentes biológicos será necesario:

- Prohibir que los trabajadores coman, beban o fumen en las zonas de trabajo en las que exista dicho riesgo
- Proveer de ropas de protección apropiada o especial
- Disponer de retretes y cuartos de aseo, que incluyan productos para la limpieza ocular y antisépticos para la piel
- Disponer de lugar adecuado para almacén de los equipos de protección y verificar su limpieza y buen funcionamiento
- Especificar los procedimientos de obtención, manipulación y procesamiento de muestras de origen humano o animal
- Los trabajadores dispondrán de tiempo para su aseo personal, y deberán quitarse las ropas de trabajo y equipos de protección que puedan estar contaminados por agentes biológicos y guardarlos en lugares que no contengan otras prendas, no pudiendo llevarlos a su domicilio

- La ropa de trabajo y los equipos de protección deberán ser lavados, descontaminados y en su caso destruidos

Vigilancia de la salud

Se aplicará tanto a aquellos trabajadores cuyas tareas impliquen manipulación intencionada de los agentes biológicos como aquellos que puedan tener una exposición incidental.

Será llevada a cabo por el personal sanitario competente, es decir, por un especialista en Medicina del Trabajo (o diplomado en Medicina de Empresa), sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con formación y capacidad técnica acreditada, integrados todos ellos en el Servicio de Prevención.

Dicha vigilancia deberá ofrecerse a los trabajadores en las siguientes ocasiones:

Antes de la exposición

Antes de comenzar a trabajar con el agente biológico, para determinar si el trabajador padece alguna enfermedad infecciosa o algún tipo de sensibilidad alérgica al agente biológico, y también para determinar su estado de inmunización frente a los agentes a los que va a estar expuesto.

A intervalos regulares

En lo sucesivo, con la periodicidad que los conocimientos médicos aconsejen, considerando el agente biológico, el tipo de exposición y la existencia de pruebas eficaces de detección precoz. La periodicidad de los chequeos dependerá del agente biológico de que se trate, así como de la frecuencia de exposición y medidas de protección utilizadas.

Cuando sea necesario

Por haberse detectado en algún trabajador, con exposición similar, una infección o enfermedad que pueda deberse a la exposición a agentes biológicos.

Además, cuando exista vacuna eficaz contra el agente biológico al que se vaya a estar expuesto, esta deberá ofrecerse al trabajador explicándole los pros y los contras de la vacunación, ya que la inmunización es una de las medidas preventivas mas eficaces.

Las vacunas más recomendadas para los trabajadores expuestos a AB son:

- Hepatitis A
- Varicela
- Hepatitis B

- Sarampión
- Tétanos
- Parotiditis
- Difteria

Información y formación de los trabajadores

El empresario tomará las medidas apropiadas para garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación suficiente y adecuada e información precisa basada en todos los datos disponibles, en particular en forma de instrucciones, en relación con:

- a) Los riesgos potenciales para la salud.
- b) Las precauciones que deberán tomar para prevenir la exposición.
- c) Las disposiciones en materia de higiene.
- d) La utilización y empleo de ropa y equipos de protección individual.
- e) Las medidas que deberán adoptar los trabajadores en el caso de incidentes y para la prevención de éstos.

Dicha formación deberá:

- a) Impartirse cuando el trabajador se incorpore a un trabajo que suponga un contacto con agentes biológicos.
- b) Adaptarse a la aparición de nuevos riesgos y a su evolución.
- c) Repetirse periódicamente si fuera necesario.

Medidas de prevención universales

Van dirigidas a la prevención del riesgo laboral para los microorganismos que viajan a través de la sangre.

Su principio básico es que la sangre y otros fluidos corporales deben considerarse potencialmente infecciosos.

Debe aceptarse que no existen pacientes de riesgo sino maniobras o procedimientos de riesgo, por lo que se han de adoptar precauciones utilizando

las barreras protectoras adecuadas en todas las maniobras o procedimientos

en los que exista la posibilidad de contacto con la sangre y/o fluidos corporales a través de la piel o las mucosas.

Es de Importante que todo el personal esté informado de dichas precauciones, que todo el personal conozca las razones por las que debe proceder de la manera indicada y se promueva el conocimiento y la utilización adecuados.

Distinguimos las siguientes precauciones universales:

- a) Vacunación (inmunización activa).
- b) Normas de higiene personal.
- c) Elementos de protección de barrera.
- d) Cuidado con los objetos cortantes.
- e) Esterilización y desinfección correcta de instrumentales y superficies.

a) Vacunación (inmunización activa)

La inmunización activa frente a enfermedades infecciosas ha demostrado ser, junto con las medidas generales de prevención, una de las principales formas de proteger a los trabajadores.

Deberá vacunarse todo el personal que desarrolle su labor en ambientes que tengan contacto, tanto directo como indirecto, con la sangre u otros fluidos biológicos de otras personas infectadas

b) Normas de higiene personal:

A continuación se resumen un conjunto de normas de higiene personal a seguir por los trabajadores:

- Cubrir heridas y lesiones de las manos con apósito impermeable, al iniciar la actividad laboral.
- Cuando existan lesiones que no se puedan cubrir, deberá evitarse el cuidado directo de los pacientes.
- El lavado de manos debe realizarse al comenzar y terminar la jornada y después de realizar cualquier técnica que puede implicar el contacto con material infeccioso. Dicho lavado se realizará con agua y jabón líquido.
- En situaciones especiales se emplearán sustancias antimicrobianas. Tras el lavado de las manos éstas se secarán con toallas de papel desechables o corriente de aire.

- No comer, beber ni fumar en el área de trabajo.
- El pipeteo con la boca no debe realizarse.

c) Elementos de protección de barrera:

Todos los trabajadores de la salud deben utilizar rutinariamente los elementos de protección de barrera apropiados cuando deban realizar actividades que los pongan en contacto directo con la sangre o los fluidos corporales de los pacientes.

Dicho contacto puede producirse tanto de forma directa como durante la manipulación de instrumental o de materiales extraídos para fines diagnósticos como es el caso de la realización de procesos invasivos.

Dentro de los elementos de protección de barrera podemos distinguir los siguientes:

- 1. Guantes**
- 2. Mascarillas**
- 3. Batas**

d) Cuidado con los objetos cortantes y punzantes:

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para reducir al mínimo las lesiones producidas en el personal por pinchazos y cortes.

Para ello es necesario:

- Tomar precauciones en la utilización del material cortante, de las agujas y de las jeringas durante y después de su utilización, así como en los procedimientos de limpieza y de eliminación
- No encapsular agujas ni objetos cortantes ni punzantes ni someterlas a ninguna manipulación
- Los objetos punzantes y cortantes (agujas, jeringas y otros instrumentos afilados) deberán ser depositados en contenedores apropiados con tapa de seguridad, para impedir su pérdida durante el transporte, estando estos contenedores cerca del lugar de trabajo y evitando su llenado excesivo
- El personal sanitario que manipule objetos cortantes se responsabilizará de su eliminación

e) Desinfección y esterilización correcta de instrumentales y superficies:

Desinfección

Para llevar a cabo una desinfección del tipo que sea, es necesario tener en cuenta:

- a) La actividad desinfectante del producto.
- b) La concentración que ha de tener para su aplicación.
- c) El tiempo de contacto con la superficie que se ha de descontaminar.
- d) Las especies y el número de gérmenes que se han de eliminar.

El producto desinfectante debe tener un amplio espectro de actividad y una acción rápida e irreversible, presentando la máxima estabilidad posible frente a ciertos agentes físicos, no debiendo deteriorar los objetos que se han de desinfectar ni tener un umbral olfativo alto ni especialmente molesto.

El producto desinfectante se debe poder aplicar de tal manera que no presente toxicidad aguda o crónica para los animales y el hombre que puedan entrar en contacto con él.

Los desinfectantes que se utilicen deben estar adecuadamente etiquetados según la normativa correspondiente (RD 1078/1993, RD 363/1995 y RD 1893/1996). Al adquirir productos químicos, debe exigirse siempre la entrega de la ficha de seguridad correspondiente.

Esterilización

Con la esterilización se produce la destrucción de todos los gérmenes, incluidos esporas bacterianas, que pueda contener un material.

Medidas de prevención en la recogida de muestras

Para reducir al mínimo el riesgo es necesario:

- Evitar que en las manos haya cortes, abrasiones u otras lesiones cutáneas que permitan una mejor penetración de agentes biológicos. En este caso es obligatorio el uso de guantes.
- Utilizar una buena técnica y un buen material para evitar la contaminación de las manos.
- Lavarse las manos con agua y jabón inmediatamente después de cualquier accidente de contaminación con sangre y una vez terminado

el trabajo, incluso si se han utilizado guantes.

- Utilizar la ropa adecuada. Una mancha de sangre resalta inmediatamente sobre una prenda blanca o verde.
- No reencapuchar las agujas ni desacoplarlas de la jeringa. Colocar ambas en un recipiente de plástico rígido imperforable.
- Sellar bien los recipientes de muestras. Si están manchados de sangre, limpiarlos con un desinfectante como, por ejemplo, solución de hipoclorito con 0,1% de cloro libre (1 g/L, 1000 ppm), o productos detergentes desinfectantes como Virkon®.
- Si se produce un pinchazo o un corte, lavarse la herida concienzudamente con agua y jabón. Favorecer la hemorragia.
- Toda contaminación de las manos u otra parte del cuerpo con sangre y todo pinchazo o corte se comunicarán al responsable de seguridad e higiene y al servicio médico.
- En las unidades de infecciosos, VHB o VIH positivos es conveniente utilizar agujas de seguridad.
- En trabajos de investigación en los que se emplee material de vidrio es preferible utilizar jeringas con ajuste de bayoneta para evitar que la aguja se separe de la jeringa o utilizar una jeringa con aguja incorporada.

Además, en cuanto al material de bioseguridad:

- En cuanto al uso de guantes, recordar que es material complementario y que no protege de cortes, arañazos o pinchazos. Como precauciones generales respecto al uso de guantes:
 - Proveerse de guantes para toda manipulación de material potencialmente peligroso.
 - Desechar los guantes siempre que se piense que se han contaminado. Utilizar un par nuevo.
 - Con las manos enguantadas no hay que tocarse los ojos, la nariz, las mucosas o la piel.
 - No abandonar el lugar de trabajo, ni pasearse por el laboratorio con los guantes puestos.
 - Lavarse las manos después de quitarse los guantes.
- En lo que respecta al uso de agujas, si se emplean sistemas tradicionales, están han de ser desechables y nunca se reencapuchará la aguja.

Medidas de prevención en el transporte de AB

Se ha de tener especial cuidado ya que es un riesgo potencial de contaminación para el trabajador sanitario o postal que lleva la muestra, al público en general y al receptor de la misma.

En el caso de transporte interno, las muestras se depositarán en **gradillas** preferiblemente de seguridad y no sueltos en una batea. El contenedor tendrá un asa que permita el transporte de las muestras biológicas a poca distancia del suelo. Se seleccionará la ruta de transporte que evite el contacto con el público, utilizando los ascensores y pasillos para uso médico.

En el caso de transporte por carretera el contenedor obligatoriamente debe ser **hermético** de forma que impida toda fuga o derrame. El conductor del vehículo deberá ser consciente del material que transporta y será instruido sobre lo que ha de hacer en caso de accidente o derrame del contenido de los recipientes.

El contenedor irá **identificado con la señal de peligro biológico** o una etiqueta similar: *Peligro de infección o muestra biológica*.

Medidas de contención

Si en el servicio sanitario hubiera necesidad de aislar pacientes o animales contaminados con AB de los grupos 3 ó 4 se deberán aplicar medidas de contención que minimicen el riesgo de infección del personal sanitario. Dichas medidas de contención deberán ser adoptadas total o parcialmente según las necesidades. En la Tabla de la página siguiente, se indican dichas medidas.

MEDIDAS DE CONTENCIÓN PARA ANIMALES CONTAMINADOS CON AB

Medidas de contención	Niveles de contención		
	2	3	4
1. el lugar de trabajo se encontrará separado de toda actividad que se desarrolle en el mismo edificio	No	Aconsejable	Sí
2. El aire extraído e introducido en el lugar de trabajo será filtrado por un filtro HEPA (alta Eficacia para Partículas en el aire)	No	Sí, para la salida de aire	Sí, para la entrada y la salida de aire
3. Sólo se permite el acceso a personal autorizado	Aconsejable	Sí	Sí, con exclusión de aire
4. El lugar de trabajo deberá poder precintarse para su desinfección	No	Aconsejable	Sí
5. Procedimientos de desinfección especificados	Sí	Sí	Sí
6. El lugar de trabajo se mantendrá con una presión negativa respecto a la atmosférica	No	Aconsejable	Sí
7. Control eficiente de vectores (insectos, roedores)	Aconsejable	Sí	Sí
8. Superficies impermeables al agua y de fácil limpieza	Sí para el banco de pruebas o la mesa de trabajo	Sí para el banco de pruebas o la mesa de trabajo y el suelo	Sí para el banco de pruebas o la mesa de trabajo, el suelo, paredes y techos.
9. Superficies resistentes a ácidos, álcalis, disolventes y desinfectantes	Aconsejable	Sí	Sí
10. Almacenamiento de seguridad para agentes biológicos	Sí	Sí	Almacenamiento seguro
11. Se instalará una ventanilla de observación o dispositivo alternativo, para la vigilancia de sus ocupantes	Aconsejable	Aconsejable	Sí
12. Laboratorios con equipo propio	No	Aconsejable	Sí
13. El material infectado, animales incluidos, deberá manejarse en una cabina de seguridad biológica.	Cuando proceda	Sí, cuando la infección se propague por el aire	Sí
14. Incinerador para animales muertos	Aconsejable	Sí (disponible)	Sí, en el mismo lugar.

Riesgo Biológico

Legislación

A continuación recopilamos, de forma no exhaustiva, los enunciados de la principal legislación vigente relativa a los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos, por los trabajadores.

Real Decreto 664/1997 de 12.5. (M. Presid., BOE 24.5.1997). Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, añadido y modificado por Orden de 25.3.1998 (M. Trab. y As. Soc., BBOOE 30.3, rect. 15.4.1998).

Real Decreto 1911/2000 de 24.11. (M. Presid., BOE 25.11.2000). regula la destrucción de los materiales especificados de riesgo en relación con las encefalopatías espongiformes transmisibles, **modificado por** Real Decreto 3454/2000 de 22.12. (M. Presid., BOE. 23.11.2000); Real Decreto 221/2001 de 2.3. (M. Presid., BOE 3.3.2000); **aplicado por** Orden de 26.7.2001 (M. Presid., BOE 27.7.2001). Aplica el anexo XI del Reglamento (CE) nº 999/2001 de 22.5. (DOCE L 147, 31.5.2001); Real Decreto 100/2003 de 24.1. (M. Presid., BOE 4.2.2003); Orden PRE/1868/2006 de 9.6. (BOE 15.6.2006). **Sustituye anexo IV derogado en parte por** Real Decreto 1429/2003 de 21.11. (M. Presid., BOE 22.11.2003). Regula las condiciones de aplicación de la normativa comunitaria de subproductos de origen animal no destinados al consumo humano.

Real Decreto 3454/2000, de 22.12. (M. Presid., BBOOE 23.12.2000, rect. 25.4.2001). Establece y regula el Programa integral coordinado de vigilancia y control de las encefalopatías espongiformes transmisibles de los animales, **modificado por** Orden de 26.7.2001 (M. Agric., Pesca y Alim., BOE 27.7.2001). Sustituye los anexos I, II, IX y X Orden APA/718/2002 de 2.4. (BOE 5.4.2002). Sustituye los anexos I, II y VIII Orden APA/3187/2003 de 10.11. (BOE 17.11.2003). Modifica los anexos IX y X; Real Decreto 251/2006 de 3.3. (M. Presid., BOE 14.3.2006). Modifica art. 17 desarrollado por: Orden de 12.1.2001 (M. Presid., BOE 13.1.2001). Desarrolla el anexo XI aplicado por: Reglamento (CE) n° 1774/2002 de 3.10 (DOCE L 273, 10.10.2002) Supuestos excepcionales de inhumación derogado en parte por: Real Decreto 1429/2003 de 21.11. (M. Presid., BOE 22.11.2003). Regula las condiciones de aplicación de la normativa comunitaria en materia de subproductos de origen animal no destinados al consumo humano.

Real Decreto-ley 8/2001 de 6.4. (Jef. Est., BOE 7.4.2001). Establece el sistema de infracciones y sanciones en materia de encefalopatías espongiformes transmisibles.

Ley 8/2003, de 24.4 (Jef. Est., BOE 25.4.2003). Ley de sanidad animal.

Ley 9/2003 de 25.4. (Jef. Est., BOE 26.4.2003). Establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente, **desarrollada por** Real Decreto 178/2004 de 30.1. (M. Presid., BBOOE 31.1., rect. 18.2.2004).

Orden SCO/317/2003 de 7.2. (M. San y Cons., BOE 20.2.2003). Regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones objeto del Real Decreto 909/2001 de 27.7. (Actualmente Real Decreto 865/2003).

Real Decreto 865/2003 de 4.7. (M. San. y Cons., BOE 18.7.2003). Se establecen los criterios higiénicosanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Real Decreto 65/2006, de 30.1. (M. San. y Cons., BOE 7.2.2006). Establece los requisitos para la importación y exportación de muestras biológicas.

Comunidad de Madrid

Resolución de 8 de febrero de 2006, de la Dirección General de Salud Pública y Alimentación, por la que se amplían los plazos del artículo 9 y se actualiza el Anexo I de la Orden 827/2005, de 11 de mayo, de la Consejería de Sanidad y Consumo de la Comunidad de Madrid, por la que se establecen e implantan los procedimientos de seguridad y el sistema de vigilancia frente al accidente con riesgo biológico en el ámbito sanitario de la Comunidad de Madrid (BOCM de 23 de febrero de 2006)

Orden 827/2005, de 11 de mayo, de la Consejería de Sanidad y Consumo, por la que se establecen e implantan los procedimientos de seguridad y el sistema de vigilancia frente al accidente con riesgo biológico en el ámbito sanitario de la Comunidad de Madrid (BOCM de 17 de mayo de 2005)

5

Gestión integrada de la PRL y el Medio Ambiente en las empresas

Gestión integrada de la PRL y el Medio Ambiente en las empresas ISO 14.001:2004

La norma de referencia en materia de Gestión Medioambiental, es, sin duda la ISO 14.001: 2004. Esta norma está implantada en innumerables organizaciones, independientemente de la actividad que desarrollen, el tamaño que tengan o el país al que pertenezcan. El esquema de la legislación marco de nuestro país, en materia de PRL (Ley 31/ 1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales) está basado en el esquema de esta norma internacional.

Requisitos UNE-EN-ISO 14001:2004

Este modelo de gestión ambiental se basa en los siguientes principios:

Compromiso y política

Conviene que la organización defina su política ambiental y garantice su compromiso con el SGA.

Planificación

Conviene que una organización establezca un plan que le permita realizar su política ambiental.

Puesta en práctica

Para una puesta en práctica eficaz, conviene que una organización ponga a punto los medios y los mecanismos de apoyo necesarios para realizar su política ambiental así como los objetivos y metas que se haya fijado.

Medición y evaluación

Conviene que una organización mida, vigile y evalúe su comportamiento ambiental.

Revisión y mejora

Conviene que una organización revise y mejore constantemente su sistema de gestión ambiental, fijándose como objetivo mejorar su comportamiento ambiental global.

Política Ambiental

Declaración pública y formalmente documentada por parte de la alta dirección sobre las intenciones y principios de acción de la organización acerca de su actuación ambiental, en la que se destacan los objetivos generales, incluido el cumplimiento de todos los requisitos normativos correspondiente al medio ambiente

Los objetivos de la política ambiental son los siguientes:

- Dar a conocer a la organización hacia donde van encaminadas sus actividades
- Compromiso público de su respeto al medio ambiente

Planificación

Conviene que una organización establezca un plan que le permita llevar a cabo su política ambiental.

Los apartados relativos a la planificación en un sistema de gestión ambiental son:

- Identificación de aspectos ambientales y la evaluación de los impactos asociados
- Identificación de requisitos legales y otros requisitos que son de aplicación
- Definición de objetivos, metas y programas

Aspectos ambientales

La organización debe identificar los aspectos ambientales de sus actividades y los impactos asociados. También debe llevar a cabo una evaluación de los mismos para que junto a la política ambiental sirvan de referencia a la hora de definir objetivos y metas ambientales.

Aspecto ambiental

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

Impacto ambiental

Cualquier cambio en el medio ambiente sea adverso o beneficioso, resultante en todo o en parte de las actividades, productos y servicios de una organización.

Requisitos legales y otros requisitos

La organización debe establecer una sistemática para identificar, acceder y comprender las disposiciones legales y cualquier otra normativa que deba respetar y que sea de aplicación directa a los aspectos ambientales de sus actividades.

- Cómo se accede a las disposiciones legales y de otra índole y cómo las identifica
- Cómo guarda constancia de tales disposiciones
- Cómo guarda constancia de los cambios en las mismas
- Cómo comunica a su personal la información pertinente en lo que se refiere a las disposiciones legales y de otra índole

Objetivos, metas y programas

La organización debe fijar unos objetivos para aplicar la política ambiental.

Objetivos ambientales

Son los fines que la organización se propone alcanzar, en cuanto a su actuación ambiental programados cronológicamente y cuantificados en la medida de lo posible.

Metas ambientales

Requisito detallado de actuación, cuantificado cuando sea posible, aplicable a la organización o a parte de la misma, que proviene de los objetivos ambientales y que debe establecerse y cumplirse en orden a alcanzar dichos objetivos.

Se deberá tener en cuenta:

- Los requisitos legales y otros requisitos que la empresa suscriba
- Aspectos ambientales significativos
- Opciones tecnológicas
- Requisitos financieros, operacionales y comerciales
- Opiniones de las partes interesadas

Programa de gestión ambiental

La organización debe establecer y mantener al día programas para lograr sus objetivos y metas (actuaciones, plazos, responsables, medios, indicadores, etc.).

Implementación y Operación

Los apartados relativos a la implantación y funcionamiento de un sistema de gestión ambiental son:

- Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad
- Competencia, formación y toma de conciencia
- Comunicación
- Documentación
- Control de documentos
- Control operacional
- Preparación y respuesta ante emergencia

Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad

Conviene que la organización ponga a punto los recursos y los mecanismos de apoyo necesarios para realizar su política ambiental, así como los objetivos y las metas que se haya fijado con el fin de facilitar una gestión ambiental eficaz.

Los recursos: recursos humanos y habilidades especializadas, infraestructura de la organización, recursos financieros y tecnológicos.

Las funciones, las responsabilidades y la autoridad deben estar definidas, documentadas y comunicadas.

Designación de uno o varios representantes de la dirección:

- Asegurar que el sistema de gestión ambiental se establece, se implementa y mantiene de acuerdo con los requisitos de la norma

- Informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental para su revisión, incluyendo las recomendaciones para la mejora

Competencia, formación, y toma de conciencia

La organización debe identificar las necesidades de formación y proveer la misma a todo el personal cuyo trabajo pueda generar un impacto significativo sobre el medio ambiente.

Toma de conciencia

- La importancia de la conformidad con la política, los procedimientos y los requisitos medioambientales
- Los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal
- Sus funciones y responsabilidades
- Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados

Comunicación

La organización debe definir la sistemática para rendir cuentas de forma interna y, si así se desea, externa, de las actividades de la organización relacionadas con el medio ambiente.

- Sistemática para decidir y responder a las preocupaciones del personal
- Sistemática para recibir y responder a las preocupaciones de otras partes interesadas
- Sistemática para la comunicación de la política y el compromiso ambiental de la organización
- Comunicación de los resultados de las auditorías y las revisiones del sistema de gestión ambiental
- Sistemática para dar a conocer al público la política ambiental

Documentación

La organización debe establecer y mantener la información necesaria para describir los elementos centrales del SGA y sus interacciones.

- Política, objetivos y metas ambientales
- Descripción del alcance del SGA
- Descripción de los elementos del SGA y su interacción, así como a la referencia de los documentos relacionados
- Documentos, incluyendo los registros, requeridos por la norma
- Otros documentos necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de procesos relacionados con sus aspectos ambientales significativos

Control de documentos

La documentación debe ser legible, fechada y fácilmente identificable, conservada de manera ordenada y archivada por un periodo especificado.

- Aprobación, revisión y actualización
- Identificación de cambios y estado de revisión actual
- Versiones aplicables disponibles en lugares de uso
- Identificación de documentación de origen externo
- Distribución documentos internos y externos
- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos

Control operacional

La organización debe identificar y planificar las operaciones y actividades asociadas con los aspectos ambientales significativos y asegurar que se desarrollen en condiciones controladas.

Para asegurar que las actividades que pueden tener un efecto significativo sobre el medio ambiente se desarrollen en condiciones controladas, se deben definir en concordancia con las especificaciones del sistema parámetros concretos a controlar así como los correspondientes **criterios de aceptación**, los cuales definirían cuando una actividad debe ser objeto de una acción correctiva o no.

Preparación y respuesta ante emergencias

La organización debe identificar y estar en condiciones de responder a accidentes y situaciones de emergencia para prevenir y mitigar los impactos ambientales asociados. Asimismo, cuando sea factible, se realizarán simulacros de forma periódica.

Verificación

Conviene que la organización mida, controle y evalúe su comportamiento ambiental

La medición, el control y la evaluación son las actividades clave de un sistema de gestión ambiental que permiten verificar que la organización funciona de acuerdo con el programa de gestión ambiental establecido.

Los apartados relativos a la comprobación y acción correctora del sistema de gestión son:

- Seguimiento y medición
- Evaluación del cumplimiento legal
- No conformidad, acción correctiva y acción preventiva
- Control de los registros
- Auditoría interna

Seguimiento y medición

La organización debe definir la sistemática para hacer el seguimiento y medir de forma regular las características fundamentales de sus operaciones que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente.

Los equipos utilizados para dichas mediciones deben estar debidamente calibrados o verificados.

Evaluación del cumplimiento legal

La organización debe definir la sistemática a seguir para evaluar periódicamente el cumplimiento de la legislación y reglamentación ambiental aplicable y de otros requisitos que suscriba.

No conformidad, acción correctiva y acción preventiva

No conformidad

Incumplimiento de un requisito especificado

Acción correctiva

Acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad, de un defecto o cualquier situación indeseable existente, para impedir su repetición

Acción preventiva

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial, de un defecto o cualquier otra situación no deseable, para prevenir que se produzca.

La organización debe definir la sistemática para designar la responsabilidad y la autoridad para controlar e investigar las no conformidades llevando a cabo acciones encaminadas a la reducción de cualquier impacto producido, así como iniciar y completar acciones correctivas y preventivas correspondientes.

Se deberá asegurar que las acciones correctivas y preventivas se llevan a cabo y que hay un seguimiento sistemático para asegurar su efectividad.

Control de los registros

Registros

Documento que proporciona evidencia objetiva de actividades realizadas o de resultados obtenidos.

La organización debe establecer y mantener al día una sistemática para identificar, conservar y eliminar los registros ambientales. Estos deben ser legibles, identificables y podrán ser relacionados con la actividad con la actividad, producto o servicio implicado. También deberán estar guardados y conservados de forma que puedan recuperarse fácilmente y estén protegidos contra daños, deterioro o pérdida. Se debe establecer el periodo de tiempo durante el que deben ser conservados.

Auditorías internas

La organización debe realizar periódicamente auditorías ambientales para comprobar el grado de implantación y efectividad del SGA.

- Determinar si el SGA es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión ambiental, incluidos los requisitos de la norma
- Comprobar si el SGA se ha implementado adecuadamente y se mantiene
- Proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorías

Sistemáticas

Ajustadas a un método para uniformizarlas, aumentando así su homogeneidad y permitiendo comparar unas con otras.

Documentadas

Basadas en datos fiables y suficientes que garanticen un diagnóstico real y completo.

Periódicas

Que permitan un seguimiento del SGMA.

Objetivas

Reflejo de la situación real sin manipulación.

Revisión por la Dirección

Conviene que la organización **revise y mejore constantemente su sistema de gestión ambiental**, fijándose como objetivo mejorar su comportamiento ambiental global.

La dirección de la organización, a intervalos adecuados, debe realizar una revisión del SGA para asegurarse de la continuidad de su eficacia y de su aptitud para realizar las funciones para las que se ha puesto en marcha.

ENTRADAS

- Los resultados de las auditorias internas y evaluación del cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba.
- Las comunicaciones de las partes interesadas externas, incluidas las quejas.
- El desempeño ambiental de la organización
- El cumplimiento de los objetivos y metas
- El estado de las acciones correctivas y preventivas
- El seguimiento de las acciones resultantes de revisiones previas llevadas a cabo por la dirección
- Los cambios en las circunstancias, incluyendo la evolución de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con los aspectos ambientales
- Recomendaciones para la mejora

SALIDAS

Decisiones y acciones relacionadas con los cambios en la política, objetivos, metas y otros elementos del SGA, coherentes con el compromiso de mejora continua.

ANEXO

Lista no exhaustiva de procedimientos

1. Identificación y evaluación de aspectos ambientales.
2. Identificación y evaluación de requisitos legales y otros requisitos
3. Gestión de los recursos humanos
4. Comunicación
5. Control de la documentación y los registros
6. Gestión de infraestructura y mantenimiento de equipos
7. Nomas de comportamiento ambiental para personal subcontratado
8. Gestión de residuos
9. Gestión de vertidos
10. Gestión de ruido
11. Gestión de emisiones
12. Control de los consumos
13. Preparación y respuesta ante emergencias
14. No conformidad, acción correctiva y acción preventiva
15. Auditorías internas
16. Revisión el sistema

Gestión integrada de la PRL y el Medio Ambiente en las empresas

OSHAS 18001 y 18002

Cambios introducidos por la edición de 2007

La norma **OSHAS 18001:2007** estipula los requerimientos de un sistema de gestión que permite a una organización controlar y mejorar su actuación con respecto a los riesgos en la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

Un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (**SGSST**) es la parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su Política de SST y gestionar sus riesgos para la SST. Este sistema incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos.

La norma OHSAS 18001:2007 es aplicable a cualquier organización que desee:

- Establecer un sistema de gestión de la SST para eliminar o reducir los riesgos para los trabajadores y otras partes interesadas que puedan estar expuestas a riesgos de salud y seguridad, asociados con sus actividades.
- Poner en práctica, mantener y mejorar continuamente un SGSST.
- Asegurar el cumplimiento de la Política de Seguridad y Salud en el trabajo.

- Demostrar tal conformidad a otros.
- Solicitar a una organización externa la certificación de su SGSST.
- Llevar a cabo una autodeterminación y declaración de conformidad con los requisitos OHSAS 18001:2007.

Todos los requerimientos de la norma OHSAS 18010:2007 están pensados para ser incorporados dentro de cualquier sistema de gestión de la SST. El alcance de su aplicación dependerá de factores tales como la política de SST de la organización, de la naturaleza de sus actividades y de los riesgos y complejidad de sus operaciones.

Requisitos del Sistema de Gestión de la SST

Los elementos que configuran el SGSST son los siguientes:

- La política
- La planificación
- La puesta en práctica y operaciones
- Las comprobaciones y acciones correctoras
- La revisión de la dirección

Política de SST

Deberá haber una política de SST aprobada por la alta dirección de la organización que establezca claramente los objetivos globales y un compromiso de mejora del comportamiento de la SST. Esta política deberá:

- Ser apropiada a la naturaleza y magnitud de los riesgos para la SST de la organización
- Incluir los siguientes compromisos:
 - Mejora continua de la gestión y el desempeño de la SST
 - Prevención de daños y deterioro de la salud
 - Cumplir los requisitos legales y otros requisitos que sean de aplicación
- Proporcionar el marco para el establecimiento y revisión de objetivos
- Estar documentada, implementada y mantenida al día
- Ser comunicada a todas las personas que trabajan para la organización
- Estar disponible a partes interesadas

Los objetivos de la política de SST son los siguientes:

- Dar a conocer a la organización hacia donde van encaminadas sus actividades en materia de SST
- Compromiso público de protección de la SST de sus trabajadores

Planificación

Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles

Conviene que una organización establezca un plan que le permita llevar a cabo su política de seguridad y salud en el trabajo.

La organización deberá establecer, implementar y mantener **procedimientos** para la continua identificación de los peligros, la evaluación de riesgos y la puesta a punto de las medidas de control necesarias en:

- Actividades rutinarias y no rutinarias
- Actividades de todo el personal que tenga acceso al lugar de trabajo, incluidos los subcontratistas y visitantes
- Servicios en el lugar de trabajo, ya sean suministrados por la organización o por otros

La **metodología** establecida para la identificación de los peligros y la evaluación de riesgos debe:

- Estar definida con respecto al alcance, naturaleza y momento en el tiempo para asegurarse de es mas proactiva que reactiva
- Prever la identificación, priorización y documentación de los riesgos y la aplicación de controles adecuados

La organización debe asegurar que los resultados de estas evaluaciones y los efectos de estos controles se tomen en consideración cuando se establezcan los **objetivos de SST**.

Para la **gestión de los cambios**, la organización debe identificar los peligros para la SST y los riesgos asociados con los cambios en la organización, el SGSST o sus actividades, antes de la incorporación de dichos cambios.

Al establecer los controles o considerar cambios en los controles existentes se debe considerar la reducción de los riesgos de acuerdo con la siguiente jerarquía:

- Eliminación
- Sustitución

- Controles de ingeniería
- Señalización, advertencias y/o controles administrativos
- Equipos de protección individual

Requisitos legales y otros requisitos

La organización deberá establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para **identificar** y **tener acceso** a los requisitos legales y otros requisitos que le sean de aplicación. Estos requisitos deberán tenerse en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGSST.

Objetivos y programas

Se deberán establecer y mantener documentados los **objetivos** medibles, cuando sea factible, sobre SST en cada uno de las funciones y en los niveles relevantes dentro de la organización. Estos objetivos deberán ser coherentes con la política, incluidos los compromisos de prevención de daños y deterioro de la salud, de cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos y de mejora continua.

La organización deberá establecer, implementar y mantener uno o varios **programas** para alcanzar sus objetivos que, como mínimo, incluyan: responsables, plazos y medios.

Estos objetivos se deberán **revisar** a intervalos regulares y planificados con el fin de que, cuando sea necesario, realizar los correspondientes ajustes con el fin de alcanzar los mismos.

Implementación y Operación

La puesta en marcha del SGSST exigirá:

- Delimitar la estructura y responsabilidades
- Competencia, formación y toma de conciencia de todas las personas que trabajen para la organización y que realicen tareas que puedan causar impactos en la SST.
- Consulta y comunicación desde y hacia los empleados y a otras partes interesadas
- Control de datos y documentos
- Control de las operaciones y preparación y respuesta ante emergencias

Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad

Conviene que la organización ponga a punto los recursos y los mecanismos de

apoyo necesarios para realizar su política de SST, así como los objetivos y las metas que se haya fijado con el fin de facilitar una seguridad y salud en el trabajo eficaz.

La alta dirección tiene la responsabilidad en última instancia de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

La **alta dirección** debe demostrar su **compromiso**:

- Asegurándose de la disponibilidad de **recursos** esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGSST.
- Definiendo las **funciones**, asignando las **responsabilidades** y **delegando** la autoridad para facilitar una gestión de la SST eficaz y se deben **documentar** y **comunicar** las funciones, responsabilidades y autoridad.

La organización debe **designar** a uno o varios miembros de la alta dirección con responsabilidad específica en SST, independientemente de otras responsabilidades, y que debe tener definida sus funciones y responsabilidades para:

- Asegurar que el SGSST se establece, implementa y se mantiene de acuerdo a los requisitos de la OHSAS 18001:2007
- Asegurar que los informes del desempeño del SGSST se presentan a la alta dirección para su revisión y se utilizan como base para la mejora continua del SGSST

La identidad de la **persona designada** por la alta dirección debe estar disponible para todas las personas que trabajan para la organización.

Todos aquellos con responsabilidades en la gestión deben demostrar su **compromiso** con la **mejora continua** del desempeño de la SST.

La organización debe asegurarse de que las personas en el lugar de trabajo asuman las responsabilidades de los temas de SST sobre los que tienen control, incluyendo la **adhesión** a los requisitos de SST aplicables de la organización.

Competencia, formación y toma de conciencia

La organización deberá asegurarse de que cualquier persona que trabaje para ella y que realice tareas que puedan causar impactos en la SST, sea competente tomando como base una educación, formación o experiencia adecuadas.

Por tanto, debe establecerse una **sistemática** adecuada para: establecer los requisitos mínimos en materia de SST que deben tener cada uno de los puestos, identificar de manera continua las necesidades de formación, planificación e impartición de la formación necesaria y evaluar la eficacia de la misma.

Asimismo, la organización deberá asegurar que todas las personas que trabajan

para ella sean **conscientes** de:

- Las consecuencias para la SST reales o potenciales de sus actividades laborales, de su comportamiento y de los beneficios para la SST de un mejor desempeño personal.
- Sus funciones, responsabilidades y la importancia de lograr la conformidad con la política y procedimientos de SST y con los requisitos del SGSST, incluyendo los requisitos de la preparación y respuesta ante emergencias.
- Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

Comunicación, participación y consulta

- Comunicación.
 - Comunicación interna entre los diferentes niveles y funciones de la organización.
 - La comunicación con los contratistas y otros visitantes al lugar de trabajo.
 - Recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas.
- Participación y consulta

Participación de los trabajadores:

- Involucración en la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles
- Investigación de incidentes (sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño o deterioro de la salud o una fatalidad).
- Desarrollo y revisión de las políticas y objetivos de SST.
- Consulta ante cualquier cambio
- Representación en los temas de SST

Consulta a los contratistas cuando haya cambios que afecten a su SST.

Documentación

La documentación del SGSST debe incluir:

- Política y objetivos de SST
- Descripción del alcance del SGSST
- La descripción de los elementos principales del SGSST y su interacción, así como la referencia a los elementos relacionados
- Los documentos, incluyendo los registros, requeridos por esta norma

- Los documentos, incluyendo los registros, determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de los procesos relacionados con la gestión de los riesgos de SST.

Control de los documentos

La documentación debe ser legible, fechada y fácilmente identificable, conservada de manera ordenada y archivada por un periodo especificado.

- Aprobación, revisión y actualización
- Identificación de cambios y estado de revisión actual
- Versiones aplicables disponibles en lugares de uso
- Identificación de documentación de origen externo
- Distribución documentos internos y externos
- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos

Control operacional

El control operacional supone la identificación de aquellas operaciones y actividades que estén asociadas a los peligros identificados para los que es necesaria la implementación de controles para gestionar el riesgo o riesgos para la SST. Esto debe incluir la gestión del cambio.

Para estas operaciones y actividades, se deben implementar y mantener:

- Controles operacionales para la organización y sus actividades
- Controles relacionados con los bienes, equipamiento y servicios adquiridos
- Controles relacionados con los contratistas y otros visitantes al lugar de trabajo
- Procedimientos documentados, para cubrir las situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de su política y objetivos de su SST
- Los criterios operativos estipulados en los que su ausencia podría llevar a desviaciones de su política y sus objetivos de SST

Preparación y respuesta ante emergencias

Establecer, implementar y mantener planes y procedimientos para identificar y dar respuesta a situaciones de emergencia potenciales: medidas de prevención y medidas de mitigación. Se deberán revisar periódicamente las medidas establecidas.

Verificación

Conviene que la organización mida, controle y evalúe su comportamiento en materia de SST.

La medición, el control y la evaluación son las actividades clave de un sistema de gestión de SST que permiten verificar que la organización funciona de acuerdo con el programa de gestión de la SST establecido.

Los apartados relativos a la verificación del sistema de gestión son:

- Medición y seguimiento del desempeño
- Evaluación del cumplimiento legal
- Investigación de incidentes, no conformidad, acción correctiva y acción preventiva
- Control de los registros
- Auditoría interna

Seguimiento y medición

La organización debe definir la sistemática para hacer el seguimiento y medir de forma regular el desempeño de la SST. Los procedimientos deben incluir:

- Medidas cuantitativas y cualitativas apropiadas a las necesidades de la organización
- Seguimiento del grado de cumplimiento de objetivos de la SST de la organización
- El seguimiento de la eficacia de los controles (tanto para la salud como para la seguridad)
- Las medidas proactivas del desempeño que hacen un seguimiento de la conformidad con los programas, controles y criterios operacionales de la SST
- Las medidas reactivas del desempeño que hacen un seguimiento del deterioro de la salud, los incidentes (incluyendo los cuasi accidentes) y otras evidencias históricas de un desempeño de la SST deficientes
- El registro de los datos y los resultados del seguimiento y medición, para facilitar el posterior análisis de las acciones correctivas y preventivas

Los equipos utilizados para dichas mediciones deben estar debidamente calibrados o verificados.

Evaluación del cumplimiento legal

La organización debe definir la sistemática a seguir para evaluar periódicamente el cumplimiento de la legislación y reglamentación ambiental aplicable y de otros requisitos que suscriba. Se deben mantener los registros de dichas evaluaciones.

Investigación de incidentes, no conformidad, acción correctiva y acción preventiva

Incidentes: Suceso o sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño o un deterioro de la salud (sin tener en cuenta la gravedad) o una fatalidad.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito especificado.

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad, de un defecto o cualquier situación indeseable existente, para impedir su repetición.

Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial, de un defecto o cualquier otra situación no deseable, para prevenir que se produzca.

La organización debe definir la sistemática para tratar registrar, investigar y analizar los **incidentes** con el fin de:

- Determinar las deficiencias de SST subyacentes y otros factores que podrían causar o contribuir a la aparición de incidentes
- Identificar la necesidad de una acción correctiva
- Identificar oportunidades para una acción preventiva
- Identificar oportunidades de mejora
- Comunicar los resultados de tales investigaciones

La organización debe definir la sistemática para tratar las **no conformidades reales o potenciales** y para tomar acciones correctivas y preventivas. Los procedimientos deben definir:

- La identificación y corrección de las no conformidades y la toma de acciones para mitigar sus consecuencias para la SST
- La investigación de las no conformidades, determinando sus causas y tomando las acciones con el fin de prevenir que vuelvan a ocurrir
- La evaluación de la necesidad de acciones para prevenir las no conformidades y la implementación de acciones apropiadas definidas para prevenir su ocurrencia

- El registro y la comunicación de los resultados de las acciones preventivas y correctivas tomadas
- La revisión de la eficacia de las acciones preventivas y correctivas tomadas

Control de los registros

Registros: Documento que proporciona evidencia objetiva de actividades realizadas o de resultados obtenidos.

La organización debe establecer y mantener al día una sistemática para identificar, conservar y eliminar los registros que sean necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGSST y de este estándar OHSAS 18001:2007. Estos deben ser legibles, identificables y trazables.

También deberán estar guardados y conservados de forma que puedan recuperarse fácilmente y estén protegidos contra daños, deterioro o pérdida. Se debe establecer el periodo de tiempo durante el que deben ser conservados.

Auditorías internas

La organización debe realizar periódicamente auditorías internas para comprobar el grado de implantación y efectividad del SGSST.

- Determinar si el SGSST:
 - Es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión de la SST, incluidos los requisitos de la norma
 - Se ha implementado adecuadamente y se mantiene
- Proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorías

Revisión por la Dirección

Conviene que la organización revise y mejore constantemente su sistema de gestión de la SST, fijándose como objetivo mejorar su desempeño de la SST.

La dirección de la organización, a intervalos adecuados, debe realizar una revisión del SGSST para asegurarse de la continuidad de su eficacia y de su aptitud para realizar las funciones para las que se ha puesto en marcha.

ENTRADAS

- Los resultados de las auditorías internas y evaluación del cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba
- Los resultados de la participación y consulta

- Las comunicaciones de las partes interesadas externas, incluidas las quejas
- El desempeño de la SST de la organización
- El grado de cumplimiento de los objetivos y metas
- El estado de la investigación de incidentes, acciones correctivas y acciones preventivas
- El seguimiento de las acciones resultantes de revisiones previas llevadas a cabo por la dirección
- Los cambios en las circunstancias, incluyendo la evolución de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con la SST
- Las recomendaciones para la mejora

SALIDAS / RESULTADOS

Decisiones y acciones relacionadas con los cambios en:

- El desempeño de la SST
- La política y los objetivos de la SST
- Los recursos
- Otros elementos del SGSST

Los resultados relevantes de la revisión por la dirección deben estar disponibles para su comunicación y consulta.

ANEXO

Lista no exhaustiva de procedimientos

1. Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles
2. Identificación y evaluación de requisitos legales y otros requisitos
3. Gestión de los recursos humanos
4. Comunicación, participación y consulta
5. Control de la documentación y los registros
6. Gestión de infraestructura y mantenimiento de equipos
7. Coordinación de actividades empresariales
8. Normas de comportamiento para personal subcontratado y visitas
9. Normas de comportamiento para personal interno
10. Seguridad en los equipos de trabajo
11. Medios de protección
12. Vigilancia de la Salud
13. Control de las condiciones de trabajo, inspecciones de seguridad
14. Preparación y respuesta ante emergencias
15. Investigación de incidentes
16. No conformidad, acción correctiva y acción preventiva
17. Auditorías internas
18. Revisión el sistema

Gestión integrada de la PRL y el Medio Ambiente en las empresas

Integración de Sistemas

Existen actualmente varios modelos de gestión que las empresas están adoptando como referencias para que sus organizaciones se encaminen hacia lo que se denomina la Excelencia. Por un lado las normas ISO 9000 de Calidad son punto ineludible de referencia, como también lo son las normas ISO 14000 de Medio Ambiente, desarrolladas a semejanza de las primeras. El nuevo marco reglamentario sobre prevención de riesgos laborales, inspirado en principios básicos de calidad, como la mejora continua y la integración de la acción preventiva en las políticas empresariales, es obviamente no sólo una exigencia, sino también una necesidad para dar respuesta a los requerimientos que la persona tiene en su ámbito laboral, garantizándole unas condiciones de trabajo dignas, y potenciando su desarrollo profesional y humano a través del propio trabajo.

Afrontar con éxito las obligaciones legales que comporta la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) y sus reglamentos derivados no implica desarrollar necesariamente un modelo o sistema de actuación normalizado.

En dicha reglamentación se establecen una serie de directrices, teniendo el empresario la libertad de implantar el sistema preventivo que responda lo mejor posible a sus peculiaridades e intereses.

Ello representa un marco preventivo dotado de bastante flexibilidad, lo que es una indudable ventaja a la hora de encontrar modos de actuar adecuados al tamaño de la empresa, a su actividad, a los tipos de riesgos existentes y también a la cultura empresarial existente. Pero también puede ser una dificultad a la hora de encontrar la coherencia necesaria con otros sistemas normalizados de manera más rígida, como la serie de normas ISO 9000.

Dado que los orígenes y motivaciones de los sistemas de gestión citados son diferentes, en base fundamentalmente a las diferentes normas y reglamentaciones que los generan, se produce de entrada una evidente dificultad de armonización, cuando por otra parte, es sabido que los puntos de coincidencia son notorios, en especial las bases metodológicas con las que tales sistemas se rigen.

El concepto actual de Calidad global o total y también el concepto de Excelencia, que va más allá del anterior, son integradores y por ello asumen la calidad de productos y procesos, la calidad en el diseño y en el proyecto, la calidad medio ambiental, la calidad de gestión, y por supuesto la calidad de vida laboral, como partes esenciales de un todo. Así, se puede afirmar que los planteamientos esenciales de la calidad y de la prevención son en gran medida coincidentes.

Comparación de los sistemas de Calidad y Prevención de Riesgos Laborales

Ambos sistemas de gestión tienen elementos en **común**:

- Tanto la prevención como la calidad, empiezan por la **dirección**. Sólo si la dirección está comprometida, y este compromiso se muestra además de con palabras, con hechos y con el ejemplo, se logrará el éxito.
- Prevención y calidad, son un proyecto **permanente**. Las metas no pueden ser estáticas, los sistemas deben estar inmersos en un proceso de mejora continua.
- Ambas se basan fundamentalmente en la **actuación preventiva** y no en la acción reparadora. Es prioritario actuar antes de que los fallos acontezcan, en lugar de controlar los resultados, aunque también estos han de ser considerados.
- Tanto los criterios preventivos de riesgos laborales como los de calidad han de aplicarse **en todas las fases** del ciclo de vida de los productos y en todas las etapas de los procesos productivos. Es necesario prevenir fallos tanto en las condiciones normales como anormales que puedan acontecer.

- La salud laboral, igual que la calidad, son **medibles**. Sólo seremos eficaces si somos capaces de medir y evaluar la situación en la que estamos y como evolucionamos. En ambas áreas las técnicas de evaluación son similares, e incluso algunas son idénticas.
- La prevención de riesgos laborales y la calidad son **tarea de todos**. Sólo con su integración en la estructura de la empresa y en la actividad cotidiana serán ambas alcanzables.
- El resultado óptimo de prevención de riesgos laborales y calidad se logra mediante la **formación**, ésta ayuda a lograr aptitudes y actitudes que garanticen comportamientos fiables y positivos para los sistemas.

Las **diferencias** más significativas entre los sistemas de Calidad y Prevención son las siguientes:

- El sistema de Calidad pone su mayor énfasis en el producto y servicio, y por supuesto en el proceso que lo genera y aunque considera también a las personas como recurso importante, es sólo el sistema de Prevención quien asume que éstas son su objetivo esencial.
- El sistema de Prevención de Riesgos Laborales es fruto de una exigencia legal y de una demanda social, en cambio el de calidad tiene su origen en una relación contractual entre proveedores y clientes para garantizar unos determinados estándares exigidos por el mercado. Ello determina que si bien el primero es obligatorio, el segundo, aunque conveniente, tiene carácter de voluntario y mientras uno viene determinado por unas directrices legales, el otro lo es por normas internacionales.
- Mientras las auditorías del sistema de calidad se basan en un mecanismo de certificación, en las de prevención además del marco reglamentario que las delimita quedan supeditadas a la actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- El sistema preventivo se desarrolla en un marco tripartito: empresario, trabajadores y el control de la Autoridad laboral competente, en cambio la calidad tiene un enfoque estrictamente empresarial y de relación entre empresas.

Fundamentos legales y técnicos de la integración

La primera referencia legal para la integración de sistemas se encuentra en la aplicación de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales que en su artículo 16 dice al referirse a las actuaciones preventivas “...deberán integrarse en el conjunto

de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma” y más en concreto, el Reglamento de los Servicios de Prevención en su artículo 1.1, también establece que la actividad preventiva “deberá integrarse en el conjunto de actividades y decisiones, tanto en los procesos técnicos, en la organización del trabajo y en las condiciones que este se preste, como en la línea jerárquica de la empresa, incluidos todos los niveles de la misma. La integración de la prevención en todos los niveles jerárquicos de la empresa implica la atribución a todos ellos y la asunción por éstos de la obligación de incluir la prevención de riesgos en cualquier actividad que realicen u ordenen y en todas las decisiones que adopten”.

Hay otros aspectos clave en la LPRL que apoyan la idea de aproximación de sistemas de gestión de prevención a la Calidad. Es bien cierto que el elemento identificativo por excelencia de un sistema de calidad es la mejora continua y a ella se remite su artículo 14.2, al establecer que *“el empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención...”*.

Por otra parte, el sistema ha de estar documentado, a fin de permitir la justificación de los resultados y las actuaciones llevadas a término para alcanzarlos, base también para alcanzar la medida de nuestra eficacia, así como facilitar la citada mejora continua. Estos y tantos otros aspectos de la Ley, parecen en gran medida extraídos de los requisitos fundamentales de un sistema de calidad, pero un sistema un tanto especial, el basado en la importancia de las personas que lo conforman. Ver figura 3 en donde se refleja el proceso de mejora continua, esencial en los tres sistemas de gestión.

Tengamos en cuenta que la propia naturaleza de los sistemas de Calidad y Medio Ambiente conlleva también la necesidad de su integración a todas las actividades y funciones de la empresa para que ambos sistemas sean realmente efectivos, aunque todavía la normalización al respecto no lo enfatice suficiente. Luego los tres sistemas se basan en la integración funcional y persiguen la optimización de recursos mediante la minimización de costes causados por una gestión deficiente. Además, con un diseño adecuado habría de lograrse la sinergia mutua que facilita la eficaz implantación de cada sistema y su posible integración en un sistema unitario.

Las indudables ventajas de un sistema unitario serían entre otras, la disminución de la burocracia y de los costes de implantación, una mejor formación integral de los miembros de la organización y, como consecuencia, una más racional y eficaz gestión empresarial.

La mejora continua,
elemento esencial de
los sistemas



El proceso de integración de los sistemas

Un criterio de actuación seguido por algunas empresas ha sido, complementariamente a la reglamentación vigente, aplicar la norma internacional OHSAS 18.001 sobre sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Esta elección, ha venido favorecida por la tendencia del mercado a exigir que las empresas certifiquen sus sistemas de calidad y medio ambiente; a través de las citadas ISO 9001 y ISO 14001, respectivamente. Ahora bien, el punto de partida de cada empresa es diferente y en la mayoría se han ido gestionando tales sistemas por separado, con problemas añadidos de las aun limitadas relaciones de cooperación entre los departamentos de Calidad y los Servicios de Prevención, cuando existen.

En ocasiones se intenta implantar el sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales tomando como modelo exclusivo de referencia el sistema normalizado de calidad, cuando este último está ya desarrollado en la empresa, lo que representa intentar insertar, como con calzador, un sistema dentro de otro. Ello comporta notorias dificultades y el desaprovechamiento de la sinergia apuntada anteriormente, que incluso puede llevar a incorrecciones. El proceso debería alcanzar la máxima sinergia cuando los tres sistemas se diseñan y se desarrollan de una manera conjunta desde el inicio, bajo una perspectiva global e interdisciplinar y con una integración igualitaria, aportando cada uno sus peculiaridades. El proceso de integración, aparte de tener en cuenta las características de cada empresa y su situación respecto a los citados sistemas, por su propia dinámica, debería ser

planteado con una estrategia acertada.

La integración de sistemas de gestión, debería afrontarse no por adición, manteniendo estructuras similares en paralelo, una para cada ámbito, sino integrando realmente y unificando políticas y criterios de actuación, cuando ello sea posible.

Integración documental

Para empezar, es fundamental la unificación del propio sistema de gestión documental de la empresa. Esta será una herramienta básica de integración de sistemas y de la efectividad en su aplicación. Sería absurda la coexistencia de tres sistemas documentales y las correspondientes estructuras asociadas.

El sistema documental unitario debería fundamentalmente definir los mecanismos para la identificación de todos los documentos, con referencia a su fecha de actualización, las diferentes vías para la elaboración de procedimientos, la aprobación y control de distribución, archivos centralizados y descentralizados, revisión documental, etc.

A continuación se citan los cuatro niveles documentales que deberían conformar los tres sistemas de gestión y una breve exposición de los aspectos más relevantes a considerar en su integración:

El Manual de Gestión

Ocupa el primer nivel documental. Aunque el manual de gestión de la prevención de riesgos laborales no es reglamentariamente exigible es del todo aconsejable independientemente del tamaño de la empresa. Tal documento debería recoger la política de la empresa con sus principios y compromisos, la organización para desarrollarla y una síntesis de sus principales actuaciones, sobre todo sus objetivos, y que en su conjunto conforman el sistema y que todos los miembros de la empresa han de conocer. Un error histórico fue el reservar el Manual de Calidad para uso casi exclusivo de directivos, técnicos y auditores.

Desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, es esencial que este pequeño Manual llegue a todos los miembros de la empresa con las explicaciones oportunas. Es la mejor forma de expresar lo que se pretende llevar a término propiciando el conocimiento y el autocontrol del sistema. También importantes razones de su existencia radican en su valor pedagógico y de compromiso colectivo. En tal sentido no existe ninguna razón lógica en tener que diferenciar los manuales de los distintos sistemas de gestión, al respetar los puntos anteriores que son básicos para los tres.

La política en los tres campos y las funciones y responsabilidades de cada uno

de los niveles de la empresa pueden ser perfectamente unitarias, así como determinadas actividades, diferenciando exclusivamente aquellas actividades específicas de cada sistema.

Los Procedimientos de las actuaciones preventivas

Constituyen el segundo nivel documental, muchos de ellos son exigibles por la reglamentación de prevención de riesgos laborales porque representan un recurso clave para el control de los riesgos laborales.

Existen varios procedimientos que podrían unificarse con gran facilidad. En cambio habrá otros que requerirán mayores esfuerzos o incluso será conveniente mantenerlos diferenciados. Algunos procedimientos que se pueden unificar con facilidad en una primera fase suelen ser los siguientes, aunque ello depende sobre todo del nivel de prevención y calidad asumido por la organización:

- La formación
- La información y la comunicación
- La comunicación de deficiencias o sugerencias de mejora
- Las instrucciones de trabajo
- Las compras
- La selección de proveedores
- La contratación de personal
- El mantenimiento preventivo de instalaciones y equipos
- El tratamiento de las anomalías o no conformidades
- El seguimiento y control de las acciones correctoras
- Las auditorías internas

Por otra parte, estarán los procedimientos específicos de cada sistema de gestión de acuerdo con la reglamentación o normalización aplicada, según sea interna o externa.

En el caso de pequeñas empresas el manual de gestión y los procedimientos podrían conformar un solo documento, en vistas a su simplificación. Hay que tener en cuenta que la necesidad de procedimientos escritos es mayor en la gran empresa, precisamente por las mayores dificultades de comunicación que es preciso resolver.

Las instrucciones de trabajo

Constituyen el tercer nivel documental. Tienen gran importancia porque van destinadas a los trabajadores que han de realizar tareas consideradas críticas a fin

de controlar que éstas se hagan de forma correcta, sin descuidar tres cuestiones básicas:

- La acreditación y cualificación necesarias para poder hacer la tarea
- Los equipos de trabajo necesarios, incluida la protección personal
- Y finalmente la integración de las normas de prevención en la propia instrucción de trabajo. No tendría sentido tener por un lado instrucciones de trabajo y por otro, normas de seguridad para realizar la tarea

También hay que destacar que la instrucción de trabajo es un medio muy útil para formar a los trabajadores en los lugares de trabajo por parte de los responsables de los mismos y mandos intermedios. Por ello, se estará facilitando la formación de los trabajadores si en la instrucción se integran los aspectos clave de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

Los registros de la actividad

Suponen el cuarto y último nivel documental. Ellos nos generan los datos y las informaciones clave que en el campo de la prevención tienen un valor esencial, además de los propios o convencionales en todo sistema (medir resultados y actuaciones, justificar, etc.), el de poder ser el elemento motivacional por excelencia para alimentar y estimular la participación de las personas en tareas preventivas. La prevención como ocurre también con la calidad se aprende y se desarrolla a través de la participación activa y no atender debidamente el sistema de información que el propio sistema genera, olvidando el propio “feed-back” que precisa, es conducirlo inexorablemente al fracaso.

Integración operativa

La integración operativa de los sistemas en cuestión ha de ser cuidadosamente estudiada y planificada para lograr su implantación gradual, que a su vez habría de verse alimentada por la propia experiencia positiva que el proceso conlleva. El conocimiento y análisis de la cultura empresarial existente y lo realizado en cuanto a normalización interna de procedimientos es esencial para establecer las bases de partida. También lo son los intereses y prioridades que la organización tenga y con los que poder conformar un plan estratégico en materia de Calidad y Prevención.

El sistema documental deberá ser una herramienta básica de trabajo, aunque lo que verdaderamente se persigue es que las actuaciones preventivas que dan respuesta a cada uno de los sistemas sean asumidas con convencimiento y no por imposición. Tal proceso de cambio de actitudes pasa ineludiblemente por la formación continuada, fundamentalmente a través de las propias actividades que han de estar diseñadas con valor pedagógico.

El **primer punto clave** a desarrollar previamente es definir la política empresarial unitaria. Dicha política, que deberá ser aprobada por la Dirección y contar con el apoyo de los trabajadores o de sus representantes, consistirá en una declaración de principios y compromisos que promuevan mejorar continuamente las condiciones de trabajo y la calidad de productos y procesos, garantizando el respeto al medio ambiente en un desarrollo sostenible.

El liderazgo organizacional, una cultura de valores en donde sea considerada la importancia de las personas y su potencialidad de aporte, la innovación y creatividad, la formación continua para la mejora de competencias, etc., serían todos ellos elementos esenciales a considerar en la declaración de dicha política. Tengamos en cuenta que el papel de la Dirección resulta fundamental para lograr el éxito del sistema implantado, pero la integración y optimización del sistema de gestión es una tarea que incumbe a todos los miembros de la organización y por ello es prioritario establecer vías de cooperación y participación desde su etapa inicial de diseño.

El **segundo punto clave** es establecer un modo de actuación, es decir, de estructurar, organizar el sistema de gestión integrado en la empresa, lo cual significa definir las funciones y responsabilidades que tiene cada miembro de la misma sobre esta materia. En paralelo, es necesario estructurar como se establecerán las relaciones de cooperación entre unidades funcionales y personas con responsabilidades sobre los sistemas, Servicio de prevención propio o trabajador designado y responsable de Calidad, cuando existan. En todo caso hay que destacar cuán importante es que exista un coordinador al máximo nivel para impulsar el buen desarrollo de todo sistema. Podrían mantenerse ambos responsables de coordinación en Calidad y Prevención (es habitual integrar funcionalmente el medio ambiente a la prevención de riesgos laborales en empresas medianas y grandes), siempre que dependieran de una gerencia única.

Previa la elaboración del Manual de Gestión, es aconsejable analizar aquellos procedimientos existentes en los diferentes sistemas que puedan ser unificados fácilmente, diferenciándolos de aquellos otros aún no existentes pero que hay urgencia en su elaboración. A partir de aquí se podría elaborar el proyecto de Manual a revisar y consensuar con las partes implicadas. No quiere decir ello que todos los procedimientos definidos anteriormente hayan de elaborarse al mismo tiempo, pero al menos en un plazo no superior a los dos años deberían planificarse los procedimientos a implantar y a ser recogidos en el Manual, sean unitarios o no.

Respecto a los procedimientos de las actividades preventivas, cabe reseñar que sus procesos de elaboración e implantación deben estar asociados. Por tanto, la planificación y el correspondiente cronograma deberían ser elaborados en base a las prioridades definidas y a las posibilidades reales de implantación, contando

SISTEMAS DE GESTIÓN			
Calidad ISO 9001:2000	Medio Ambiente ISO 14001:2004	PRL OHSAS 18001:2007	Criterios Auditorías INSHT
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			
- Requisitos generales - Requisitos de la documentación	- Requisitos generales - Documentación - Control de los documentos - Control de los registros	- Requisitos generales - Documentación - Control de los documentos - Control de los registros	Procedimientos y registros (R29-31; R44-45)
RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCIÓN			
- Compromiso de la dirección - Enfoque al cliente - Política de calidad - Planificación - Responsabilidad, autoridad y comunicación - Revisión por la dirección	- Aspectos ambientales - Política ambiental - Objetivos, metas y programas - Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad - Comunicación - Revisión por la dirección	- Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles - Política de SST - Objetivos y programas - Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad - Comunicación, participación y consulta - Revisión por la dirección	- Evaluación de riesgos. Extensión y procedimiento (R1-R7) - Planificación. - Medidas para eliminar o reducir riesgos (R8-R12) - Actividades para controlar los riesgos (R13-R18) - Actuaciones frente a sucesos previsibles (R19-R22) - Actuaciones frente a cambios previsibles (R23-R28) - Prioridades y programas (R32-R33) - Organización de la prevención (R42)
GESTIÓN DE RECURSOS			
- Provisión de recursos - Recursos humanos - Infraestructura - Ambiente de trabajo	- Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad - Competencia, formación y toma de conciencia - Control operacional	- Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad - Competencia, formación y toma de conciencia - Control operacional	- Cualificación (R29-R30) - Organización de la prevención (R34-R43) - Medidas para eliminar o reducir riesgos (R8-R12) - Actividades para controlar los riesgos (R13-R18) - Actuaciones frente a sucesos previsibles (R19-R22) - Actuaciones frente a cambios previsibles (R23-R28)
REALIZACIÓN DEL PRODUCTO			
- Planificación de la realización del producto - Procesos relacionados con el cliente - Diseño, desarrollo y compras - Producción y prestación del servicio - Control de los dispositivos de seguimiento y medición	- Control operacional - Preparación y respuesta ante emergencias - Seguimiento y medición	- Control operacional - Preparación y respuesta ante emergencias - Medición y seguimiento del desempeño	- Medidas para eliminar o reducir riesgos (R8-R12) - Actividades para controlar los riesgos (R13-R18) - Actuaciones frente a sucesos previsibles (R19-R22) - Actuaciones frente a cambios previsibles (R23-R28)
MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA			
- Generalidades - Seguimiento y medición - Control del producto no conforme - Análisis de datos - Mejora	- Seguimiento y medición - Evaluación del cumplimiento legal - No conformidad, acciones correctivas y preventivas - Auditoría interna	- Medición y seguimiento del desempeño - Evaluación del cumplimiento legal - Investigación de incidentes, no conformidades, acciones correctivas y preventivas - Auditoría interna	- Medidas para eliminar o reducir riesgos (R8-R12) - Actividades para controlar los riesgos (R13-R18) - Actuaciones frente a sucesos previsibles (R19-R22) - Actuaciones frente a cambios previsibles (R23-R28)

Interrelaciones de bloques temáticos de gestión normalizados y criterios del INSHT para la realización de auditorías de prevención de riesgos laborales.

con las necesarias acciones formativas de apoyo.

En cuanto a las instrucciones de trabajo será común encontrarse con determinadas tareas que ya disponen de las mismas. Por tanto, lo consecuente será actualizarlas con la visión integradora que se persigue, no olvidando la necesidad de desarrollar simultáneamente el proceso de identificación de tareas críticas tanto por accidentes u otras lesiones en el trabajo, como por defectos de calidad. A partir de tal identificación, para la que se requieren criterios claros de selección, debería planificarse el proceso de elaboración de las instrucciones, cuidando de que participen personas cualificadas y que luego se verán afectadas por su ejecución. El proceso de elaboración y revisión de instrucciones, previa su aprobación, es muy didáctico y estimulante en la línea integradora para lograr como algo natural el trabajo bien hecho, con resultados satisfactorios para todos.

Interrelaciones de elementos documentados de los sistemas de gestión

El sistema de gestión de la Calidad, según ISO 9000/ 2000 se estructura en cuatro bloques generales: Responsabilidad de la dirección (política), Gestión de recursos, Realización del producto, y Medición, análisis y mejora (revisión del sistema).

La estructura de los sistemas se asemeja bastante, aunque hay que matizar que el sistema de Calidad centra su ámbito de actuación en la mejora del producto/proceso y la Prevención de riesgos laborales en las personas, más concretamente en los trabajadores, por lo tanto esta diferencia de objetivos estratégicos se ha de tener en cuenta a la hora de vincular los sistemas de gestión, ya que en el sistema de gestión de prevención de riesgos laborales, por ejemplo, la realización del producto a través fundamentalmente de actuaciones sobre los procesos, se corresponde con las acciones de mejora de las condiciones de trabajo en los mismos, asociadas evidentemente a los propios procesos productivos que es donde se generan y han de controlarse los riesgos laborales. En dicha la siguiente figura se interrelacionan los diferentes elementos de los sistemas documentales, considerando un tronco similar como el planteado por el sistema de Calidad, aunque cada uno de ellos tenga y pueda desarrollar ramas distintas y particulares de su propio sistema de gestión. Las numeraciones empleadas en los diferentes apartados corresponden a las empleadas en las propias normas. Con el ánimo de facilitar una visión global sobre los sistemas normalizados de gestión y su relación con las exigencias reglamentarias en materia de gestión de la prevención de riesgos laborales se ha introducido la última columna de la figura donde se indican los 45 requisitos recogidos en el documento sobre criterios del INSHT para la realización de las

auditorías reglamentarias de los sistemas de prevención de riesgos laborales. Con ello se pretende indicar que apartados de los diferentes sistemas de gestión pueden tener aspectos exigibles desde el punto de vista legal.

6

Bibliografía

Bibliografía

A continuación citamos las fuentes de las que se ha recopilado información para la realización de este libro divulgativo.

RIESGO QUÍMICO

- **Riesgo químico. INSHT. 2001**
Arquer Pulgar, M^a Isabel; Bartual Sánchez, José; Berenguer Subils, M^a Josefa; Bernal Dominguez, Félix; Bestratén Belloví, Manuel, etc.
- **Higiene Industrial Aplicada**
Fundación Luis Fernández Velasco, 2001. Falagán Rojo, Manuel J.
- **Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales**
Editorial Tébar. 2002. Cortés Díaz, José M^a.
- **Guía del Monitor**
INSHT. 2002. Bernal Dominguez, Félix.
- **<http://www.reach-pir.es>**
Centro de referencia REACH.
- **www.insht.es/portal/site/Insht**
Página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

RIESGO FÍSICO / RUIDO

- **Informe Dobris**
EEA (European Environment Agency). David Stanners y Philippe Bourdeau.
- **HIGIENE INDUSTRIAL APLICADA**
Fundación Luis Fdez Velasco. Manuel Jesús Falagan Rojo.
- **GUÍA DE APLICACIÓN PRÁCTICA**
Medio Ambiente, PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y SEGURIDAD INDUSTRIAL. Ed. Ecoiuris. Genaro Gómez Etxevarría.
- **Higiene Industrial**
Manual para la formación del especialista. Ed. Lez Nova. Faustino Menéndez Díez.

- **Instrucciones Técnicas de prevención de riesgos laborales**
Ed. Instituto de Seguridad Integral. Fundación MAPFRE Estudios.
- **ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO**
Organización Internacional del Trabajo, O.I.T. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- **LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN NUESTRAS CIUDADES**
Benjamín García y Francisco Javier Garrido. Obra Social Fundación La Caixa.
- **<http://www.greenpeace.org>**
- **<http://www.eleconomista.es>**
- **<http://www.ruidos.org/>**
Web dedicada a la contaminación acústica.
- **<http://www.mtas.es/publica/enciclo/>**
Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo de la OIT. Versión electrónica.

RIESGO FÍSICO / RADIACIONES

- **ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO**
Organización Internacional del Trabajo, O.I.T. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- **www.mtas.es/publica/enciclo/**
Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo de la OIT. Versión electrónica.
- **www.insht.es/portal/site/Insht**
Página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- **Instrucciones técnicas de seguridad integral**
Itsemap. (Fundación MAPFRE estudios).
- **Higiene Industrial aplicada**
Manuel Falagán.
- **NTP 234**
Exposición a radiofrecuencias y microondas (I). Evaluación.
- **NTP 523**
Radiofrecuencias y microondas (II): control de la exposición laboral.
- **NTP 522**
Radiofrecuencias y microondas (I): evaluación de la exposición laboral.

RIESGO FÍSICO / VIBRACIONES

- **ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO**
Organización Internacional del Trabajo, O.I.T. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- **Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo de la OIT.**
Versión electrónica: www.mtas.es/publica/enciclo/
- **www.insht.es/portal/site/Insht**
Página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

SISTEMAS DE GESTIÓN

- **Norma UNE-EN-ISO 9001.2000**
- **Norma UNE-EN-ISO 14001:2004**
- **Norma OHSAS 18001:2007**
- **NTP 576**
Integración de sistemas de gestión: prevención de riesgos laborales, calidad y medio ambiente. Bestratén Belloví, Manuel; Carboneras Checa, M^a Amparo.
- **Criterios del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo sobre auditorías reglamentarias de sistemas de prevención de riesgos laborales.**
INSHT, 2003.

LEGISLACIÓN

- <http://www.infosald.com>

RIESGOS BIOLÓGICOS

- **ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO**
Organización Internacional del Trabajo, O.I.T. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- **www.mtas.es/publica/enciclo/**
Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo de la OIT. Versión electrónica.

- **www.insht.es/portal/site/Insht**
Página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- **Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos**
Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- **Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos a agentes biológicos**
Ministerio de Sanidad y Consumo 2001. VV.AA.



Índice

Índice

CAPÍTULO

TEMA

PÁGINA

0

Introducción 5

1

Naturaleza de los Riesgos Ambientales
en el ámbito laboral 7

Qué es un riesgo 8

Tipos de contaminantes 13

2

Riesgo Químico 19

Caracterización 21

Efectos 13

Evaluación 29

Prevención 49

Caso Práctico 58

Legislación 61

Análisis del REACH 64

3

Riesgo Físico 69

RUIDO / Caracterización 71

RUIDO / Efectos 83

RUIDO / Evaluación 91

RUIDO / Prevención 101

RUIDO / Legislación 125

VIBRACIONES / Caracterización 129

VIBRACIONES / Efectos 137

VIBRACIONES / Evaluación 143

VIBRACIONES / Prevención 149

VIBRACIONES / Legislación 155

RADIACIONES / Caracterización	157
RADIACIONES / Efectos	169
RADIACIONES / Evaluación	179
RADIACIONES / Prevención	191
RADIACIONES / Legislación	203

4

Riesgo Biológico	207
-------------------------------	------------

Caracterización	209
Efectos	217
Evaluación	229
Prevención	241
Legislación	251

5

Gestión integrada de la PRL y el Medio Ambiente en las empresas	255
--	------------

ISO 14.001:2004	257
OSHAS 18001 y 18002	267
Integración de Sistemas	279

6

Bibliografía	291
---------------------------	------------

CAPÍTULO**TEMA****PÁGINA**

agradecimientos

Desde la Dirección del Equipo Técnico del proyecto **RiesgoLaboral.net** agradecemos la colaboración del **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*¹** (INSHT), en concreto al Servicio de Ediciones y Publicaciones, por habernos permitido la inclusión de sus imágenes en este monográfico.

Asimismo, queremos agradecer a la **Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales*²** (FUNPRL), su confianza y apoyo a nuestro proyecto a lo largo de estos años.

***1: INSHT:** C/ Torrelaguna, 73. 28027 Madrid (España)
Tel.: 913 634 100 - Fax: 913 634 327

***2: FUNPRL:** C/ Príncipe de Vergara, 108 - 6º. 28002 Madrid (España)
Tel.: 91 535 89 15 - Fax: 91 745 29 70

Riesgos Laborales relacionados con el Medio Ambiente

Edición 2008

Un proyecto de:



Con la financiación de:



Equipo técnico:



RiesgoLaboral.net

PORTAL ESPECIALIZADO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES