

Procedimiento de solución autónoma de los conflictos de violencia laboral (I)

*Procedures for autonomous solution of workplace violence conflicts (I)
Des procédures de solution autonome des conflits de violence au travail (I)*

Redactores:

Ana Mejías García

Licenciada en Derecho

Enrique J. Carbonell Vayá

Doctor en Psicología

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Miguel Ángel Gimeno Navarro

Licenciado en Psicología

UNIVERSITAT JAUME I DE CASTELLÓ

OBSERVATORIO DE RIESGOS PSICOSOCIALES-UGT

Manuel Fidalgo Vega

Licenciado en Psicología

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Esta NTP propone un procedimiento preventivo proactivo que sirva como marco de actuación eficaz frente a las situaciones de violencia en el trabajo. En esta primera parte se expone el alcance del procedimiento, el contexto de su aplicación y las características del mismo. Se pretende que el uso de esta herramienta sirva para guiar la actividad preventiva y afrontar de forma interna este tipo de riesgos, dado que actualmente parece existir un déficit en esta materia.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. LA VIOLENCIA LABORAL. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PROCEDIMIENTO

El recurso a la violencia por parte de un individuo, grupo u organización constituye, lamentablemente, una práctica que forma parte de nuestra realidad cotidiana. En el ámbito laboral las situaciones de violencia, aunque sean de baja intensidad, acaban generando entornos nocivos y tóxicos lo que repercute no sólo sobre los actores directamente implicados, sino también sobre la empresa en su conjunto y, en cierta medida, sobre la sociedad.

Así, los efectos negativos de la violencia en el trabajo tienen una incidencia directa sobre la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a estas situaciones, a través del deterioro de las condiciones de trabajo y organizativas. Pero también las empresas se ven perjudicadas. En primer lugar, porque la proliferación de comportamientos violentos otorga una sensación de impunidad a los agresores y de indefensión a las potenciales víctimas y esta dinámica acaba viciando el ambiente de trabajo, lo que se concreta en un mal clima que repercute sobre la salud de la propia organización, generando una "organización tóxica". En segundo lugar, porque los costes económicos derivados del absentismo y de la falta de rendimiento son importantes. El Estado también resulta afectado, al mermar su papel de garante de los trabajadores frente a las situaciones de violencia en el trabajo, y por el coste que debe soportar el sistema público de Seguridad Social al hacerse cargo de las prestaciones económicas y de asistencia sanitaria que se derivan de los daños en la salud de los trabajadores afectados. La consecuencia

es clara: la violencia laboral es un problema común y los agentes sociales, los empresarios y los trabajadores, y también el Estado deben colaborar para erradicar estas perniciosas prácticas y conseguir un entorno laboral exento de violencia.

En términos definitorios, hay que señalar que la Organización Mundial de la Salud define la violencia como "*el uso deliberado de la fuerza física o el poder, ya sea en grado de amenaza o efectivo, contra uno mismo, otra persona o un grupo, que cause o tenga muchas probabilidades de causar lesiones, muertes, daños psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones*". Por su parte la Organización Internacional del Trabajo entiende la violencia como "*cualquier tipo de comportamiento agresivo o insultante susceptible de causar un daño o molestias físicas o psicológicas a sus víctimas, ya sean estos objetivos intencionados o testigos inocentes involucrados de forma no personal o accidental en los incidentes*".

La violencia en el trabajo a la que hacemos referencia recoge todas las conductas de violencia física o psicológica que se produzcan en el entorno laboral entre trabajadores de una misma empresa, entre trabajadores de diferentes empresas que prestan servicios en un mismo centro de trabajo, entre trabajador/es y empresario/s; y también la que eventualmente se establezca entre usuario/cliente y trabajador en la prestación del servicio. En este sentido, entre las conductas a considerar en un procedimiento preventivo integral, en sus orígenes o desarrollo, se encuentran las siguientes:

1. Conductas de violencia física. Son aquéllas que suponen una agresión de esta naturaleza que se practica

entre personas pertenecientes a la propia empresa o entre personas de distintas empresas que prestan servicios en un mismo centro de trabajo.

2. Conductas de violencia psicológica. Son comportamientos que suponen una agresión de naturaleza psíquica entre personas pertenecientes a la propia empresa o entre empresas que prestan servicios en un mismo centro de trabajo. Debe distinguirse entre:

- Acoso discriminatorio. El Art. 28 de la Ley 62/2003 de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden social, define el acoso como “*toda conducta no deseada relacionada con el origen racial o étnico, la religión o las convicciones, la discapacidad, la edad o la orientación sexual de una persona, que tenga como objetivo o consecuencia atentar contra su dignidad y crear un ambiente intimidatorio, humillante u ofensivo*”.
- Acoso laboral. El Diccionario de la Real Academia de la Lengua define el verbo acosar como acción de perseguir, sin darle tregua ni reposo, a un animal o a una persona. La NTP 854, desde el campo técnico de la Prevención de Riesgos Laborales (PRL) define operativamente el acoso psicológico en el trabajo como la “*exposición a conductas de violencia psicológica, dirigidas de forma reiterada y prolongada en el tiempo, hacia una o más personas por parte de otra/s que actúan frente aquella/s desde una posición de poder (no necesariamente jerárquica). Dicha exposición se da en el marco de una relación laboral y supone un riesgo importante para la salud*”.
- Acoso sexual. Viene definido en el Art. 7.1º de la L.O. 3/2007 de 23 de marzo, para la Igualdad Efectiva de Mujeres y Hombres como “*cualquier comportamiento, verbal o físico, de naturaleza sexual que tenga el propósito o produzca el efecto de atentar contra la dignidad de una persona, en particular cuando se crea un entorno intimidatorio, degradante u ofensivo*”. El segundo párrafo del mencionado precepto declara “*constituye acoso por razón de sexo cualquier comportamiento realizado en función del sexo de una persona, con el propósito o el efecto de atentar contra su dignidad y de crear un entorno intimidatorio degradante u ofensivo*”.

Las acciones de violencia psicológica en el trabajo que tienen potencial para afectar la salud del trabajador pueden consistir en:

- ataques a la víctima con medidas organizativas;
- ataques a las relaciones sociales de la víctima;
- ataques a la vida privada de la víctima;
- amenazas de violencia física;
- ataques a las actitudes de la víctima;
- agresiones verbales;
- rumores.

Las estrategias características de la violencia laboral pueden agruparse, lo que resulta eficaz para su detección y valoración, tal y como demuestran estudios previos a la propuesta de este procedimiento (Carbonell, Gimeno y Mejías, 2008). El análisis cualitativo y cuantitativo de casos de acoso sexual, discriminatorio, laboral y de otras situaciones de violencia en el trabajo, han permitido estructurar en grupos las estrategias que con más frecuencia han sido utilizadas en plena coherencia con las investigaciones más recientes a nivel internacional. Es posible, no obstante, que aparezcan otro tipo de conductas que sin duda la evolución tecnológica, los cambios en la estructura y dinámica productiva, y la inventiva del agresor podrán cambiar o sofisticar. Sintéticamente, se

aprecia una agrupación en seis factores de estrategias con implicaciones diversas en los distintos tipos de violencia laboral:

- a. Descrédito de la capacidad laboral y deterioro de las condiciones del ejercicio profesional. Común a la mayor parte de situaciones de violencia laboral cuando se prolongan en el tiempo, y característica del acoso laboral. Se desarrolla en distintos momentos, como declarar la incompetencia, impedir la competencia y demostrar la incompetencia.
- b. Aislamiento social laboral. Característico de las situaciones de violencia laboral prolongadas, se convierte en central en los procesos de acoso laboral y discriminatorio. Incluye las interferencias en el contacto social laboral, la restricción expresa del contacto y la negación del contacto.
- c. Desprestigio personal. Característica del acoso discriminatorio, también puede aparecer en otras dinámicas de violencia laboral, incluyendo las burlas y ridiculizaciones personales, las críticas a la vida privada y la difusión de rumores o calumnias sobre la persona.
- d. Agresiones y humillaciones. La agrupación de estrategias cualitativas muestra, por su coincidencia en las mismas personas y los resultados cuantitativos, el grupo de estrategias más explícitas y directas. Este grupo incluye el acoso sexual, la agresión física (violencia física) y las prácticas laborales humillantes y discriminatorias.
- e. Robos y daños. De menor incidencia en general, pero muy presentes en algunos sectores productivos. Los robos o daños a los materiales para el ejercicio de la actividad profesional y el adecuado mantenimiento de las condiciones de la actividad laboral, se agrupan en este factor.
- f. Amenazas. La presencia de amenazas explícitas o implícitas son indicadores expresos de la toxicidad del entorno laboral.

Consideramos por tanto, a efectos de esta NTP, la violencia laboral como cualquier forma de violencia que se produzca en el entorno del trabajo que cause o pueda llegar a causar daño físico, psicológico o moral, constituyendo un riesgo psicosocial.

2. LA NECESIDAD DE REALIZAR UNA PREVENCIÓN INTEGRAL DE LA VIOLENCIA EN EL TRABAJO

Una aproximación al entorno laboral nos muestra que las prácticas más extendidas para hacer frente a las situaciones de violencia y acoso en el trabajo carecen normalmente de la necesaria visión sistémica, y no resultan suficientemente preventivas. Las soluciones tradicionales que se suelen plantear para abordar el problema de violencia en el trabajo parten de dos vías: la preventiva y la judicial. En la vía preventiva, hasta ahora, las formas más frecuentes de actuación han sido tres:

- a. la actuación sobre las personas implicadas en la situación conflictiva;
- b. la instauración de un protocolo limitado a tratar los cuadros graves de violencia (p.ej., acoso psicológico);
- c. la evaluación de riesgos psicosociales.

Las dos primeras responden a una visión reactiva, tardía y puntual del problema; no constituyen métodos preventivos de actuación, pues no están integrados en la actuación preventiva de las organizaciones; además, las soluciones que promueven son individuales y puntuales, evitando entrar a fondo sobre la auténtica causa

del problema: la organización del trabajo. Este tipo de actuaciones limitan, pues, el establecimiento de medidas preventivas que repercutan sobre el conjunto de la organización y sobre el resto de sus miembros. La evaluación de riesgos psicosociales sí es un proceder preventivo de obligado cumplimiento; sin embargo, no está extendida en las empresas. Su principal déficit ante las situaciones de violencia radica en que se trata de una actividad general que no articula la forma de actuar frente a dichas situaciones; además, su consideración es exclusivamente preventiva, no permitiendo actuar sobre todos los factores que causan las situaciones de violencia laboral (como pueden ser los comportamientos arbitrarios o autoritarios, las acciones irregulares organizativas, las políticas deficientes de gestión de personal, un pobre clima laboral, o una escasa cultura preventiva, entre otras).

En la vía judicial, la lucha por el derecho a un ambiente laboral libre de violencia se está llevando a cabo, en general, de manera individualizada. Además, existen numerosas disfunciones que dificultan que la persona afectada logre una tutela satisfactoria. La ausencia de marco legal concreto, único y predeterminado, obliga a la víctima a emprender múltiples acciones judiciales, incluso en diferentes ordenes jurisdiccionales, para resolver un solo problema (demanda por vulneración de derechos fundamentales, demanda de solicitud de extinción de la relación laboral, demanda para la calificación como contingencia profesional de los daños derivados del acoso o violencia, demanda de reconocimiento de recargo de prestaciones, denuncia o querella en la jurisdicción penal contra el acosador, denuncia ante la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, demanda de solicitud de indemnización de daños y perjuicios,...). La falta de un conceptoívoco de carácter legal provoca cierta dosis de inseguridad jurídica, al no existir una doctrina unificada por el Tribunal Supremo en asuntos tan trascendentales como contra qué personas (físicas y/o jurídicas) debe dirigirse la demanda o la propuesta y el alcance de las medidas cautelares. La solución que se alcanza, en la mayor parte de actuaciones, conduce a que la víctima salga o se vea en la tesitura de alejarse de ese entorno laboral; la tutela que se otorga no es reparadora. Los trabajadores que han sufrido una situación de violencia laboral o acoso y la denuncian, frecuentemente no obtienen satisfacción plena, a pesar de que triunfen jurídicamente sus demandas.

La actuación frente a los riesgos de violencia laboral precisa un cambio sustancial de perspectiva: en primer lugar, es necesario centrar la actuación en el ámbito de la empresa (donde se produce el daño) antes que en el ámbito jurídico; en segundo lugar, actuar a través de un proceso preventivo proactivo e integral antes que a través de prácticas puntuales y reactivas; y, en tercer lugar, considerar la violencia laboral como un proceso y en su conjunto, más que sólo como cuadros de daño parciales.

En consecuencia, dar solución al problema de la violencia laboral, dada su naturaleza compleja y pluriofensiva -ya que puede afectar a varios derechos fundamentales con reconocimiento constitucional (derecho a la igualdad y no discriminación, a la integridad moral, a la dignidad personal,...) y también a otros derechos reconocidos por las leyes ordinarias (protección frente a los riesgos laborales, protección eficaz en materia de seguridad e higiene,...)- no es sencillo; exige trabajar desde una perspectiva global, integradora y participada. La forma de prevenir la violencia en las organizaciones requiere, entre otras medidas organizativas, poner en marcha un procedimiento interno que adopte medidas correctivas

negociadas, en lugar de soluciones a corto plazo. La actuación frente a la violencia laboral ha de ser proactiva, por lo que no se puede circunscribir, exclusivamente, a las denuncias puntuales. Esto exige el desarrollo e implementación de un programa sistémico de actuación, que se oriente a lograr entornos de trabajo más saludables, centrándose en los factores organizativos y psicosociales, que involucre a toda la organización. Los protocolos de actuación sobre el acoso pueden llegar a ser útiles, siempre y cuando se integren dentro del plan preventivo de la empresa y tengan una finalidad esencialmente preventiva, derivándose de su aplicación una mejora en las condiciones de trabajo. Por otro lado, el procedimiento ha de buscar una solución que pueda, en principio, ser complementaria a la tutela judicial.

3. UN PROCEDIMIENTO PREVENTIVO INTEGRAL DE LA VIOLENCIA LABORAL

El procedimiento que se plantea tiene su origen en la síntesis de la experiencia profesional de las áreas de conocimiento jurídicas, psicológicas y preventivas, así como de la aportación cuantitativa y cualitativa de diversos agentes implicados en los procesos de prevención en las organizaciones.

Elaboración y metodología

Para su elaboración y contraste se ha llevado a cabo una revisión exhaustiva de documentación. Se han analizado, desde el punto jurídico, psicológico y preventivo, múltiples casos de violencia laboral, así como protocolos de actuación frente al acoso sexual, laboral y discriminatorio. Además, se han realizado estudios cuantitativos con población trabajadora, y con muestras específicas de víctimas de acoso. Y se han efectuado diferentes paneles con expertos en la materia. Todo ello hace que la propuesta esté sustentada en un cuerpo robusto de información y conocimientos.

Características

El procedimiento, que aquí presentamos, ofrece una aproximación integral a la prevención de las situaciones de violencia que se producen en las organizaciones. Se trata de un sistema que posibilita a cada empresa solucionar de forma autónoma la violencia laboral, sin tener que recurrir a la tutela judicial si no se desea. El procedimiento permite realizar un diagnóstico preventivo, ayudando a avanzar en la gestión de los riesgos de violencia en el trabajo, ámbito en el que hasta ahora las metodologías simplemente evaluativas se han mostrado ineficaces. Facilita la identificación de los factores que propician las situaciones de violencia en el trabajo, y orienta en el diseño de las soluciones. De esta forma se mejora la organización del trabajo y se promueve un clima favorable que revierte en la mejora de la salud y la seguridad de los trabajadores, y de la propia organización.

Las propiedades que presenta este procedimiento se caracterizan porque todas contribuyen a aportar una solución negociada, preventiva e integral. El camino para lograr la prevención del riesgo de violencia parte del consenso y la voluntad tanto de los agentes económicos y sociales, como de los empresarios y de los trabajadores. La solución que aporta el procedimiento se anticipa a los problemas derivados de la violencia, detectando los riesgos y las situaciones conflictivas, y gestionándolos

internamente. Se plantea como una solución integral, que permite hablar de una verdadera tutela, que ofrece una solución rápida, eficaz, flexible, sencilla y cercana, así como la posibilidad de solventar toda la problemática derivada de una situación de violencia en el entorno laboral, de una sola vez. En definitiva, se formula una propuesta de solución conjunta, que abarca la prevención proactiva de los riesgos laborales, las situaciones de violencia de baja intensidad, el tratamiento óptimo de la situación de la víctima, la posible sanción al acosador/es, la gestión y solución del problema organizativo, entre otros. En la tabla 1 se enumeran, de forma sintética, las propiedades que presenta el procedimiento.

APORTACIONES DEL PROCEDIMIENTO EN LA ACTIVIDAD PREVENTIVA DE LA VIOLENCIA LABORAL
<ul style="list-style-type: none"> • Aproximación integral • Actuación participada, negociada y coordinada • Gestión y solución autónoma (extrajudicial) • Depuración de responsabilidades • Prevención proactiva • Atención a situaciones de baja violencia • Orientación en el diagnóstico preventivo • Identificación de los factores de riesgo • Recopilación de información y documentación • Gestión interna, imparcial y garantista de las denuncias • Flexibilidad, confidencialidad, rapidez y eficacia • Orientación en las soluciones • Retroalimentación y aprendizaje organizacional

Tabla 1. Aportaciones del procedimiento en la actividad preventiva de la violencia laboral.

Todo procedimiento que tenga la intención de prevenir con eficacia el fenómeno de la violencia laboral ha de tener presente su complejidad. Por ello, para afrontar este tipo de situaciones de una manera preventiva e integral, hay que tener presentes una serie de factores esenciales:

- Centrar el problema en su causa fundamental: la organización del trabajo. Por ello, se ha de planificar una intervención que sea holística, sistemática y progresiva.
- Adoptar un marco de actuación amplio y comprensivo de toda la violencia laboral: desde el primer atisbo de violencia a las persecuciones, insultos, amenazas,... son síntomas evidentes de problemas organizacionales más complejos.
- Considerar la dimensión social y colectiva que tiene el problema de la violencia laboral. No es un problema individual y puntual. La violencia es inherente al ser humano (violencia de género, acoso escolar, conductas flaming, ciberbullying...). Por ello, el tratamiento debe integrar a todos los sujetos que conforman el proceso productivo (empresa, trabajadores, clientes,...). Esa

intervención no se circunscribe sólo al ámbito de la prevención de riesgos. Estamos ante un problema relacionado con personas, por lo que los Recursos Humanos de las empresas también deben implicarse en la solución.

- Crear una dinámica de trabajo cooperativo. La violencia es un problema común para trabajadores y empresarios, y como tal debe ser abordada de forma global y conjunta. Ambas partes se benefician de una gestión del conflicto o de las conductas de violencia negociadas, unos por los graves efectos en su salud y otros por las serias consecuencias económicas y organizativas que acarrea; también la comunidad se beneficia de este trabajo conjunto, aumentando el valor de sus miembros y de sus sistemas. Por ello, resulta necesario el compromiso explícito de todos -empresarios y trabajadores- pues la violencia no es sólo fruto del que la practica, sino también del que la consiente y calla.

Finalmente, a la hora de desarrollar el *procedimiento* que ha de prevenir las situaciones de violencia laboral, se ha de prestar atención tanto a su estructura como a su dinámica. En este sentido, hemos de considerar una serie de orientaciones generales:

- El *procedimiento* ha de integrarse en el plan de prevención de la empresa; no supone, por lo tanto, ninguna ruptura con aquello que ya la empresa debería estar realizando en materia de prevención. Carece de sentido, por ejemplo, disponer de un protocolo específico de actuación contra el acoso laboral cuando no existe una evaluación de riesgos psicosociales. Se ha de partir de lo que ya existe, intentando, en la medida de lo posible, evitar que se dupliquen procesos o estructuras.
- El *procedimiento* ha de contemplar y recoger la evolución que las situaciones de violencia suponen. Así, no resultará efectivo un planteamiento que actúe sólo como respuesta a denuncias puntuales. Se ha de tener presente que, normalmente, la violencia no es una conducta puntual (pudiera darse el caso), sino el resultado de una serie prácticas organizativas e interpersonales deficientes, que se van gestando en el día a día. Las acciones violentas son el reflejo de lagunas en la actividad preventiva de la organización.
- El *procedimiento* debe contemplar los diferentes niveles que componen las situaciones de violencia laboral, por lo que ha de plantear respuestas metodológicas diferentes y complementarias. Se trata de desarrollar un sistema flexible, que disponga de recursos múltiples y variados. Esto supone introducir herramientas orientadas a la detección, junto a otras dirigidas al diagnóstico, la investigación, la intervención y la resolución.
- El *procedimiento* ha de dar cabida a todos los componentes de la organización, motivo por el que ha de ser participado, conocido y compartido por todos. La solución de la violencia por unos pocos es imposible; toda la organización ha de estar implicada.
- Del *procedimiento* se deben derivar compromisos claros y acciones efectivas. Las mismas suponen una retroalimentación, tanto para el sistema preventivo de la organización, como para el sistema de gestión del personal y de los procesos organizativos. Carece de sentido un *procedimiento* de actuación del cual no se derivan actuaciones y no se obtienen aprendizajes.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ACUERDO NACIONAL DE NEGOCIACIÓN COLECTIVA firmado por CEOE, CEPIMEV, UGT y CCOO (BOE 14/01/2004). Anexo IV. 2008.
- (2) CARBONELL, E.J.; GIMENO, M.A.; MEJÍAS, A.
El Acoso laboral, antes llamado Mobbing. Un enfoque integrador.
Tirant Lo Blanch: Valencia. 2008.
- (3) CORREA, M.
Acoso moral en el trabajo. El concepto jurídico de acoso moral en el trabajo.
Thomson-Aranzadi: Navarra. 2006.
- (4) DIRECCIÓN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE TRABAJO Y DE LA SEGURIDAD SOCIAL.
Guía explicativa de buenas prácticas para la detección y valoración de comportamientos en materia de acoso y violencia en el trabajo. 2009.
- (5) EINARSEN, S; HOEL, H; ZAPF, D; COOPER, C.L.
Bullying and Harassment in the Workplace. Developments in Theory, Research and Practice.
CRC Press, Taylor and Francis Group: New York .2011.
- (6) ESCUDERO, J. F. Y POLLATOS, G.
Mobbing: Análisis multidisciplinar y estrategia legal.
Bosch: Barcelona. 2005.
- (7) FIDALGO, M.; GALLEGOS, Y.; FERRER, R.; NOGAREDA, C.; PÉREZ, G. Y GARCÍA, R.
NTP 854 Acoso psicológico en el trabajo: definición.
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2010.
- (8) GIMENO, M.A.; MEJÍAS, A.; CARBONELL, E.J.
Protocolos sobre Acoso Laboral. Procedimiento de Solución Autónoma de los Conflictos de Violencia Laboral.
Tirant lo Blanch: Valencia. 2009.
- (9) MARTÍN, M. Y PÉREZ, S.
El acoso moral en el trabajo: la construcción social de un fenómeno.
Cuadernos de Relaciones Laborales, 2002, vol. 20, núm. 2, pp. 271-302.
- (10) MORENO, B.; RODRÍGUEZ, A.; GARROSA, E. Y MORANTE M.E.
Antecedentes organizacionales del acoso psicológico en el trabajo: un estudio exploratorio.
Psicothema, vol.17, 2005, núm. 4, pp. 627-632.
- (11) ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO
Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo.
Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales: Madrid. 1998.
- (12) SALIN, D.
Ways of explaining workplace bullying: a review of enabling, motivating and precipitating structures and processes in the work environment,
Human Relations, 2003, vol. 56, núm.10, pp. 1.213-1.232.

Procedimiento de solución autónoma de los conflictos de violencia laboral (II)

*Procedures for autonomous solution of workplace violence conflicts (II)
Des procédures de solution autonome des conflits de violence au travail (II)*

Redactores:

Ana Mejías García

Licenciada en Derecho

Enrique J. Carbonell Vayá

Doctor en Psicología

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Miguel Ángel Gimeno Navarro

Licenciado en Psicología

UNIVERSITAT JAUME I DE CASTELLÓ

OBSERVATORIO DE RIESGOS PSICOSOCIALES-UGT

Manuel Fidalgo Vega

Licenciado en Psicología

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

En esta segunda parte se describe secuencialmente el proceso de aplicación del procedimiento, se detallan los recursos necesarios para su aplicación y se dan unas recomendaciones para su uso. Esta guía de actuación es una aportación que pretende ser útil en la gestión de los distintos tipos de riesgos y actos de violencia que pueden presentarse en el entorno laboral.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. PROCESO DE APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Las situaciones de violencia laboral son procesos graduales que van gestándose a lo largo del tiempo, al amparo de unas malas condiciones de trabajo y de una deficiente organización del mismo. Si no se actúa de forma preventiva, y en fases tempranas, los daños pueden conducir a cuadros graves para la salud de los trabajadores, y a un importante deterioro de la salud de la organización. A la hora de articular el *procedimiento* preventivo se ha de considerar este elemento temporal. De esta forma, en el planteamiento se ha de contemplar desde la prevención activa (en ausencia de situaciones de violencia en el lugar de trabajo) hasta la toma de decisiones sancionadoras (cuando se haya investigado y probado la existencia manifiesta de situaciones de violencia -acoso, persecución, agresión-) y el aprendizaje organizacional y preventivo derivado de ese proceso.

Atendiendo a esa evolución que tienen las situaciones de violencia, el *procedimiento* debería atender, al menos, a cinco *momentos* básicos. En cada uno de estos *momentos* se trabaja una parte del problema y su solución. Esto supone establecer unos objetivos específicos de cada *momento*; proponer unas respuestas determinadas y definir unas tareas y recursos concretos.

Para que nuestra acción preventiva resulte eficaz se debe poner en marcha el procedimiento completo; aplicar partes del mismo supone poner parches puntuales al problema, pero no su solución. Estos momentos básicos son (figura 1):

- Momento 1, de negociación y acuerdo.
- Momento 2, de prevención proactiva.
- Momento 3, de detección temprana de situaciones de riesgo de violencia.
- Momento 4, de gestión y resolución interna del conflicto.
- Momento 5, de respuestas de solución.



Figura 1: Momentos en la evaluación de las situaciones de violencia y en su resolución.

A continuación vamos a analizar con detalle qué tipo de respuesta da cada uno de estos *momentos* al problema de la violencia laboral, y ofreceremos una serie de orientaciones generales de cómo articularlos.

Momento 1. Negociación y acuerdo

En todo *procedimiento* debe contemplarse un *momento* inicial en el que se recoja y considere la voluntad y compromiso de las partes -empresario y trabajadores- por prevenir la violencia en la empresa. Entre las tareas fundamentales de esta fase está:

- La firma de una declaración de principios por parte de la empresa y de todos los trabajadores que prestan servicios en el centro de trabajo (incluidos los que pertenezcan a una subcontrata, ETT,...).
- El compromiso explícito de todos, empresario y trabajadores, de adoptar el *procedimiento* como guía para la prevención de riesgos psicosociales y, específicamente, de la prevención de la violencia en el trabajo.
- El compromiso explícito, también de todos, de incluir el *momento 4* y *5* como protocolo para la solución de los conflictos derivados de las situaciones de violencia en el ámbito de la empresa.

Sería conveniente contar con un acuerdo de mínimos, negociado a nivel estatal (Convenio Marco); resultaría también recomendable que los convenios colectivos sectoriales incluyeran entre sus cláusulas la adhesión al Acuerdo Marco, e incluso que en este ámbito se pacten nuevas cláusulas que contemplen las especificidades del sector y procuren la aplicación del Acuerdo Estatal. También debería acordarse, a nivel sectorial, un listado consensuado de miembros de la Comisión y un procedimiento específico para aquellas empresas que por su tamaño, por su estructura organizativa, por la falta de representantes de los trabajadores o por cualquier otra causa, no pueda negociar el *procedimiento*. De este modo, las pequeñas empresas, las que por su actividad tienen una estructura de centros de trabajo con plantillas inferiores a 10 trabajadores y aquellas en las que no existe representación ni unitaria ni sindical, podrían adoptar el sistema de autocomposición que se propone.

Por último, y como si de una negociación articulada se tratara, se negociará en el seno de la empresa entre los representantes de los trabajadores y la dirección; en primer término, se acuerda la adhesión al Acuerdo Marco y al sectorial si lo hubiera; en segundo lugar, se acuerdan y concretan las especificidades que se consideren oportunas y convenientes para aplicar el procedimiento en todos los centros de trabajo (se debe tener en consideración el tamaño de la empresa, su estructura organizativa, el servicio que preste o la actividad que desarrolle,...). El objetivo es alcanzar un acuerdo consensuado en los distintos niveles de negociación por los representantes sociales que acuerde la implantación de un procedimiento de abordaje integral de la violencia laboral desde la empresa y conviertan a este sistema en objetivo, plural, transparente, garantista y vinculante. De esta forma se logra que la actuación frente a la violencia laboral sea amplia, coherente y participada.

Momento 2. Prevención proactiva

El segundo *momento* debe analizar hasta qué punto la empresa dispone de una organización preventiva proactiva adecuada y eficaz que pueda hacer frente a los riesgos laborales. Esto supone el desarrollo de dos tareas básicas:

- Chequear la situación de la actividad preventiva actual de la empresa, a través del contraste de información que proviene de diferentes fuentes (como puede ser la documentación preventiva disponible, las impresiones y experiencias de los trabajadores, o las consideraciones y valoraciones de los agentes implicados en la actividad preventiva de la empresa).
- Establecer el perfil de la empresa en este aspecto, lo que nos muestra sus fortalezas y debilidades para desarrollar la prevención de una forma proactiva, permitiendo establecer si su nivel es deficiente, mejorable o positivo, lo que nos guiará en el desarrollo de nuestra actividad preventiva.

Este *momento* busca integrar la prevención de la violencia laboral en la empresa con el resto de la actividad preventiva. Como parte de esa actividad, el *procedimiento* que desarrollemos ha de integrarse en el sistema general de gestión de la empresa, recogiéndose así en el Plan de Prevención. Evidentemente, la puesta en marcha de este proceso se sustenta en la obligación que dispone el artículo 16 de la LPRL al establecer la necesidad de desarrollar un plan de prevención de riesgos laborales que incluya la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción preventiva. Así pues, la aplicación del *procedimiento* se hace dentro de un determinado marco preventivo que debe ser chequeado para asegurar su eficacia.

En caso de detectar lagunas en ese *momento*, las mismas deberían ser comunicadas y corregidas con el objetivo de asegurar la efectividad del *procedimiento* en su conjunto. Si no se detectan fallas preventivas, o se corrigen adecuadamente, se asegura la capacidad de actuación preventiva proactiva de la empresa, depurándose responsabilidades en este nivel. En caso de que surjan lagunas y no se subsanen, se están incumpliendo obligaciones legales que cuestionan la efectividad del sistema preventivo general de la empresa para actuar frente a las situaciones de violencia laboral. Para alcanzar el mencionado objetivo se propone obtener un Perfil de la Situación Preventiva de la empresa que contemple tres factores:

- Las características del sistema de gestión preventivo existente (por ejemplo, si se cuenta con recursos humanos y materiales suficientes y adecuados, si se trabaja la prevención de forma coordinada, o si la organización preventiva de la empresa es eficaz, entre otras).
- El grado de cumplimiento de las obligaciones preventivas generales (por ejemplo, si la empresa ha evaluado todos los puestos de trabajo, si ha establecido medios para evitar los riesgos, o si se favorece la consulta y participación de los trabajadores y sus representantes, entre otros).
- La cultura preventiva de la organización (por ejemplo, si desde la dirección se promueven campañas para prevenir los riesgos, si existen normas internas propias en materia de salud y seguridad laboral, o si la prevención está presente en todas las actividades que se realizan, entre otros).

Este perfil puede obtenerse a través de una encuesta, en combinación con la documentación a que hace referencia el artículo 23 de la LPRL. Es importante, en cualquier caso, asegurar la representatividad, fiabilidad y validez de los datos recogidos. La información obtenida nos permitiría establecer el desarrollo alcanzado en cada uno de los factores evaluados y determinar si es deficiente,

FACTOR	NIVEL	SIGNIFICADO
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN PREVENTIVO EXISTENTE	DEFICIENTE	El sistema de gestión de la prevención no está implementado o infringe la normativa. La percepción mayoritaria del mismo es muy negativa.
	MEJORABLE	El sistema de gestión presenta algunas deficiencias moderadas a subsanar. La percepción mayoritaria del mismo indica fallos moderados.
	POSITIVO	El sistema de gestión responde a los requisitos establecidos por la normativa. La percepción general del mismo es favorable.
GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES PREVENTIVAS GENERALES	DEFICIENTE	La empresa incumple las obligaciones preventivas generales mínimas. La percepción mayoritaria es que no se está trabajando en materia preventiva.
	MEJORABLE	La empresa realiza actividades preventivas generales, pero presenta algunas deficiencias. La percepción general es que la empresa trabaja en prevención, pero no lo suficiente.
	POSITIVO	La empresa ha implementado todas las obligaciones preventivas generales. La percepción mayoritaria es que la empresa cumple con sus obligaciones preventivas generales.
CULTURA PREVENTIVA DE LA ORGANIZACIÓN	DEFICIENTE	La empresa muestra un desinterés absoluto por la prevención de riesgos laborales, no es una de sus prioridades en absoluto. La percepción general es que nadie hace nada para prevenir los riesgos laborales.
	MEJORABLE	La empresa se ha preocupado, puntualmente, por transmitir normas y valores sobre la prevención entre los trabajadores. La percepción es que no está clara cual es la posición de la empresa sobre la prevención de riesgos y su importancia; las normas y valores no están claros.
	POSITIVO	La empresa transmite claramente su vocación preventiva y promueve la misma entre todos sus miembros. La percepción mayoritaria es que en la empresa existe una clara voluntad preventiva, sustentada en normas y valores explícitos.

Tabla 1. Factores del Cuestionario de Chequeo de la Situación de la Actividad Preventiva y niveles de referencia.

mejorable o positivo. Una interpretación de esta forma de proceder puede observarse en la tabla 1.

La responsabilidad de dar inicio y seguimiento a este nivel de actuación corresponde al empresario, siguiendo el mandato de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Atendiendo a la relevancia de desarrollar un *procedimiento* participado e integral, en este *momento* debería contarse con la participación activa de los delegados de prevención, los trabajadores designados y los técnicos de prevención, sin menoscabo de lo indicado en el artículo 38.2 de la citada Ley.

Momento 3. Detección temprana de situaciones de riesgo de violencia

Este *momento* se centra en detectar la presencia de situaciones de violencia de baja intensidad o de corta duración. Nuestro objetivo, en esta parte del *procedimiento*, es analizar si la actividad preventiva en materia de riesgos psicosociales es suficiente, y si el entorno y la organización del trabajo favorecen las situaciones de violencia o no. Hemos de detectar y analizar las situaciones de violencia laboral en sus fases tempranas –baja intensidad y/o corta duración-, para poder actuar sobre los factores que las generan.

El primer paso para actuar de forma temprana ante situaciones de violencia laboral es la evaluación e identificación de riesgos psicosociales. Con este primer paso centramos nuestra atención en aquellos indicadores que nos facilitan detectar la violencia laboral en sus fases tempranas, permitiendo anticiparnos al daño en la sa-

lud del trabajador y de la organización, evitando que se conviertan en cuadros graves e irreparables. Como se desprende de toda la literatura existente sobre el acoso laboral, las situaciones que comprometen seriamente la salud de los trabajadores son el resultado de un proceso paulatino de degradación del ambiente de trabajo. La actuación efectiva por parte de cualquier empresa se inicia, sin lugar a dudas, en la detección temprana de esa degradación.

Para alcanzar este objetivo, el *procedimiento* debe actuar sobre dos niveles:

- La actividad preventiva de los riesgos específicos que originan situaciones de violencia laboral, atendiendo a actuaciones como la vigilancia de la salud específica sobre los riesgos psicosociales, la evolución en todos los puestos del riesgo a sufrir violencia, la información y formación de los trabajadores sobre este tipo de situaciones, entre otras.
- El entorno y la organización de trabajo en relación con las situaciones de violencia laboral, considerando aspectos como la igualdad, el trato justo, el apoyo social y técnico, la estabilidad laboral, entre otros.

La actuación sobre estos dos niveles permite detectar las principales carencias que impiden actuar en las primeras fases del problema. En primer lugar, se trata de comprobar las actuaciones que la estructura de gestión preventiva realiza en relación con la violencia laboral; esto nos permite conocer hasta qué punto se está actuando preventivamente en este ámbito. En segundo lugar, como se ha comentado, el problema de la violencia laboral está íntimamente relacionado con factores como las relacio-

nes laborales, el clima y la cultura organizacional; de ahí la importancia de conocer las prácticas organizacionales imperantes en la empresa que pueden guardar relación con las situaciones de violencia laboral. Múltiples autores y estudios apuntan en esta dirección.

La forma de articular esta parte del *procedimiento* puede ser similar a la planteada en el *momento 2*. Para analizar las actuaciones preventivas específicas se propone realizar un contraste de información, a través de un método doble de recogida de datos: la realización de una encuesta y la documentación a que hace referencia el Art. 23 de la LPRL. También aquí, para asegurar la fiabilidad y validez de los datos recogidos, se recomienda alcanzar unos mínimos criterios de fiabilidad y representatividad de los datos.

Por su parte, el análisis del entorno y de la organización del trabajo permite conocer si existen factores organizativos que pueden causar, motivar, y/o precipitar las situaciones de violencia. Para detectar estos factores es oportuno que el *procedimiento* establezca diferentes instrumentos que permitan recabar este tipo de información; de nuevo se recomienda que dicha información cumpla con unos criterios mínimos de fiabilidad, validez y representatividad.

A la hora de determinar los instrumentos de recogida de información en este punto del *procedimiento*, hemos de conocer que los antecedentes de las situaciones de violencia pueden agruparse en tres factores:

- Factores necesarios.** Engloban elementos que pueden ayudar a que ocurran situaciones de violencia en un primer momento.
- Factores motivadores.** Se refieren a elementos necesarios para que quien ejerce la violencia considere que merece la pena llevar a cabo conductas para dañar a compañeros o subordinados que son percibidos como cargas o amenazas.
- Factores precipitantes.** Los cuales podrían estar relacionados con los cambios organizacionales, tales como reestructuración, remodelación y reducción de plantilla, y con otros factores del contexto sociolaboral. Partiendo de esta agrupación, se recomienda que los instrumentos escogidos contemplen, al menos, los siguientes factores:
 - Estabilidad laboral.
 - Política organizacional.
 - Liderazgo.
 - Apertura y apoyo.
 - Implicación y compromiso.
 - Comunicación y participación.
 - Igualdad y trato justo.
 - Relaciones interpersonales.
 - Características del puesto.
 - Características del ambiente de trabajo.

La interpretación de los resultados obtenidos nos permite concretar las deficiencias organizativas que están creando, motivando y precipitando las situaciones de violencia en el contexto organizativo.

Al igual que en el *momento* anterior, es responsabilidad del empresario dar inicio y seguimiento a este nivel de actuación. Como ya se ha indicado, la actuación ante la violencia debe crear una dinámica de trabajo cooperativo, por lo que en esta fase debe incorporarse la participación activa de los delegados de prevención, los trabajadores designados, y los técnicos de prevención, sin menoscabo de lo indicado en el artículo 38.2 de Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y a ellos, deberían sumarse los gestores de recursos humanos con que cuenta la empresa.

Momento 4. Gestión y resolución interna del conflicto

El *procedimiento* debe contemplar un *momento* para gestionar las denuncias por posibles situaciones de violencia laboral que no hayan podido evitarse. Este *momento* toma protagonismo cuando se da un cuadro de violencia explícita, aunque sea leve. Es obligación del empresario intervenir ante un problema de violencia laboral; en caso de no hacerlo podría estar cometiendo una infracción en materia de prevención de riesgos laborales que puede ser leve (artículo 11.4 LISOS), grave (artículo 12.16 LISOS), o muy grave (artículo 13.10 LISOS). Hay que tener presente que la activación de este *momento* del *procedimiento* indica deficiencias en los dos *momentos* anteriores del mismo.

Este protocolo de gestión y resolución de denuncias cumple una función de prevención-reparación. El mismo puede ser activado cuando el cuadro de violencia sea explícito. Ahora bien, se debe considerar la posibilidad de iniciarse directamente, sin necesidad de agotar *momentos* anteriores del *procedimiento*, si la conducta es de tal relevancia que a juicio del afectado, o de los sujetos legitimados para iniciarla, requiere su puesta en marcha. El objetivo es dar un tratamiento idóneo y eficaz, erradicando, en su caso, los primeros atisbos de acoso y violencia.

El proceso de este protocolo ha de ser sencillo. Se considera necesario que se constituya una Comisión compuesta por un representante de los trabajadores u otra persona designada por el afectado; una persona designada por la dirección de la empresa; y el tercer miembro debe ser un técnico especializado (técnico de prevención especializado en Ergonomía y Psicosociología, preferiblemente con formación en Psicología), ajeno a la organización, designado por un organismo externo, con el objetivo de garantizar el equilibrio de las partes en el proceso y la imparcialidad. Para la efectividad del sistema en el nombramiento de los miembros de la Comisión, se propone utilizar el mismo método que rige en los Tribunales Arbitrales que se crearon al amparo de los sistemas de solución extrajudicial de conflictos. Es decir, debe consensuarse de antemano, entre la representación de los trabajadores y la empresa (o entre los sujetos legitimados en la negociación colectiva sectorial), un listado de miembros que compongan las futuras Comisiones. En manos de dicha Comisión queda la realización de la investigación, así como la resolución y propuesta final que corresponda.

El protocolo debe contemplar al menos cuatro fases, que pasamos a comentar con más detalle:

- **Fase de Denuncia.** El *procedimiento* se iniciará a instancia de la persona afectada, aunque resulta recomendable que cualquier trabajador pueda instar la apertura del *procedimiento* a través de la oportuna denuncia ante el Comité de Seguridad y Salud, o en su caso, ante el Delegado de Prevención. Es oportuno que la representación legal de los trabajadores, bien unitaria, bien sindical, tenga reconocida también la legitimación para actuar por sí o en nombre del afectado y solicitar la apertura del *procedimiento*. Cuando se pretenda poner en marcha el *procedimiento*, y no lo haya iniciado la persona afectada directamente o a través de los representantes de los trabajadores, la primera acción es comunicarlo al afectado/s y solicitar su aprobación. Es importante que el *procedimiento* sea respetuoso con el derecho de tutela efectiva reconocido en el artículo 24 de la Constitución Española (CE) y permita al afectado decidir de qué forma y a través de

qué medios y sistema quiere o no plantear el problema. Una vez iniciado el *procedimiento* por el afectado/s o por cualquiera de los legitimados con la aprobación de aquel/llos, el primer trámite a cumplimentar sería la notificación de la denuncia a la empresa. Ésta, desde ese momento, tendrá conocimiento fehaciente de la situación y podrá tomar las medidas, desde el punto de vista organizacional, que contribuyan a la solución del conflicto. Se propone eliminar la fase de proceso informal que incluye buena parte de los protocolos de actuación; en general son poco garantistas. La práctica revela que el trámite de resolución informal, si no se consigue una solución eficaz, puede resultar perjudicial para la víctima, ya que no queda constancia de la intervención en ningún documento o archivo; también puede ser inoperante al no proponerse medida alguna, sólo una recomendación al supuesto acosador; alarga innecesariamente el proceso y la posible solución; finalmente, también se han detectado numerosos casos en los que se ha agudizado el problema adoptando el supuesto acosador una posición de prepotencia, o incluso ha destruido pruebas. Por ello, parece que no resulta recomendable iniciar actuaciones de las que no quede constancia documental, o que, en definitiva, no puedan acreditarse.

Se recomienda que en el escrito de solicitud de apertura del *procedimiento*, el afectado describa y solicite, detalladamente, las medidas que considera que solucionan el problema y le procuran una tutela íntegra trascendiendo lo que habitualmente se plantea en una demanda judicial. En este sentido, pueden solicitarse medidas organizacionales o correctivas que impliquen obligaciones formativas para la empresa, cambios de puesto de trabajo, publicidad de las resoluciones de las comisiones o de los órganos judiciales que declaran la existencia de acoso y señalen al acosador, entre otras. Se ha comprobado que este tipo de medidas son muy eficaces y derivan en la solución definitiva de la situación de violencia.

- **Fase de Investigación.** Una vez tramitada la denuncia y constituida la Comisión, ésta deberá iniciar la fase de investigación. En esta fase podrán proponerse por la Comisión la adopción de medidas cautelares. Durante la misma se practican todas las pruebas que las partes propongan y que versen sobre hechos en los que las partes no estén de acuerdo. Es aconsejable que esta fase no exceda de los 20 días desde la presentación de la denuncia.

- **Fase de Resolución.** Se recomienda que la Comisión emita un informe detallado en un plazo máximo de 30 días desde que se presentó la denuncia. En dicho informe se deberían recoger, al menos, los siguientes aspectos básicos:

- la relación de antecedentes del caso;
- los hechos que tras la investigación resultan acreditados;
- un resumen de las diligencias y pruebas practicadas;
- las propuestas de solución, que deberán ser tomadas por unanimidad para asegurar la implantación de las soluciones. En todo caso, tanto las partes en conflicto como la empresa mantienen asegurada la posibilidad de acudir a otras vías de solución (arbitraje, conciliación o resolución judicial).

El *procedimiento* debe ser garantista y respetuoso con los derechos de intimidad y con el deber de confidencialidad. El siguiente paso es la toma de decisiones por parte de la Dirección de la empresa; se recomienda que ésta decida si implanta las medidas propuestas

por la Comisión en un plazo de 20 días desde que la Comisión le notifique el informe en el que se concretan las acciones a tomar. En el caso de que el empresario no aceptara la propuesta, debería dar explicaciones detalladas a las partes afectadas, a la Comisión y a la representación legal de los trabajadores, en cumplimiento de los derechos de consulta y participación de los trabajadores establecidos en el artículo 33 de la LRPL.

- **Fase Post-Resolución.** Finalmente, también se recomienda que el *procedimiento* recoja competencias post-resolución de la Comisión. En este sentido, se debería legitimar a la misma para efectuar un seguimiento de las medidas propuestas y de la salvaguarda del principio de no discriminación, así como de la supervisión de posibles represalias contra cualquiera de los trabajadores que hayan intervenido en el *procedimiento* en condición de denunciante, víctima, testigo o informador.

Momento 5. Respuestas de solución, seguimiento y control

En una actividad preventiva como la que implica afrontar los riesgos de violencia en el trabajo -surgidos de la actividad entre personas- se debe realizar un seguimiento continuado de todo el proceso. Es por ello necesario que el *procedimiento* que creemos disponga de este sistema de control y seguimiento. El mismo consiste en ir recogiendo todas las comunicaciones de deficiencias detectadas en los *momentos* 2 y 3 así como las propuestas de resolución establecidas por la Comisión en el *momento* 4 y dar cumplida respuesta a las mismas. Como señala el artículo 14.2 de la LPRL es deber del empresario desarrollar una acción permanente de seguimiento de la actividad preventiva, y disponer lo necesario para adoptar las medidas de prevención adecuadas. Dichas medidas deben ser consultadas y propuestas con el acuerdo de los trabajadores y sus representantes (artículos 18 y 34 de la LPRL), y deben ser informadas con claridad y eficiencia a todos los miembros de la organización. Recordemos que participación y transparencia son dos elementos claves para el funcionamiento del *procedimiento*. Es por ello que del trabajo realizado, periódicamente, en cada uno de los *momentos* previos se ha de derivar su correspondiente documento, que recoja los aspectos deficientes y mejorables sobre los que activar medidas preventivas. Dicho documento debe ser elaborado y consensuado entre la representación de la empresa y la de los trabajadores, y debe ser considerado a la hora de llevar a cabo el plan de prevención de la empresa.

La intención de este *momento* es dar cumplimiento al objeto último de cualquier *procedimiento* de prevención integral de la violencia laboral: mejorar las condiciones de trabajo, y la seguridad y salud de los trabajadores, en lo que a la violencia laboral hace referencia. Se trata de ayudar a trabajadores y empresarios a cumplir con eficacia y eficiencia sus funciones preventivas. Y que se mejore, de esta manera, la calidad de vida laboral de la empresa y, por ende, su productividad. Este sistema de retroalimentación propicia que se introduzcan las mejoras oportunas y se apliquen las medidas disciplinarias correspondientes en caso de confirmarse un cuadro grave de violencia o una falsa denuncia.

Este *momento* 5 es interactivo con el resto de *momentos* del *procedimiento*. Si bien se sitúa al final, es accesible desde cada *momento* previo, en la medida en que se van detectando deficiencias (preventivas generales,

MOMENTO	OBJETIVOS	IMPLICADOS DIRECTOS	INSTRUMENTOS
Negociación y consenso	Mostrar la voluntad y el compromiso de empresario y trabajadores para erradicar la violencia laboral	• Dirección empresa • Trabajadores	• Cuestionario de Seguimiento en la ejecución del Procedimiento • Cuestionario Nivel de desarrollo, en la Negociación Colectiva de la actuación preventiva de la violencia laboral • Declaración de principios de la empresa • Declaración de principios de los trabajadores
Prevención proactiva	Estudiar hasta qué punto la empresa dispone de una organización preventiva proactiva adecuada y eficaz	• Dirección empresa • Trabajadores designados • Delegados de prevención • Técnicos de prevención	• Cuestionario de Chequeo de la Situación de la Actividad Preventiva • Hoja de perfiles de la Situación de la Actividad Preventiva
Detección temprana de situaciones de riesgo de violencia	Analizar si la actividad preventiva en materia de riesgos psicosociales es suficiente Comprobar si el entorno y la organización del trabajo favorece las situaciones de violencia o no	• Dirección empresa • Trabajadores designados • Delegados de prevención • Técnicos de prevención • Gestores de recursos humanos	• Cuestionario de Chequeo de las actuaciones preventivas de los riesgos de violencia laboral • Hoja de perfil de las actuaciones preventivas de los riesgos de violencia laboral • Cuestionario de clima de violencia laboral de baja intensidad
Gestión y resolución interna del conflicto	Gestionar y dar respuesta a las denuncias por posibles situaciones de violencia laboral grave y/o intensa que no hayan podido evitarse	• Persona que realiza la denuncia • Comisión compuesta por 3 miembros: representante trabajadores o persona designada por afectado; persona designada por Dirección; Técnico especializado, ajeno a la empresa • Dirección empresa	• Modelo de presentación de Denuncia Interna • Modelo de Comunicación de trabajador ajeno a la conducta, para activar procedimiento • Propuesta de Protocolo de solución autónoma de conflictos relacionados con la violencia en el trabajo • Modelo de Constitución de la Comisión instructora • Expediente instructor de la denuncia • Escala Breve de Acoso Laboral • Escala Breve de Valoración de Afectación • Cuestionario final de comprobación de la aplicación del Protocolo
Respuestas de solución		• Dirección empresa • Trabajadores designados • Delegados de prevención • Técnicos de prevención • Gestores de recursos humanos	• Formulario de Comunicación de propuestas de mejoras preventivas • Formulario de Comunicación de deficiencias en la prevención específica de la violencia laboral • Formulario de Comunicación de factores organizacionales relacionados con la violencia laboral • Informe de conclusiones de la Comisión

Tabla 2. Resumen de la aplicación del procedimiento.

preventivas específicas, de situaciones de baja violencia, de denuncia y gestión interna) y se establecen las alternativas de solución a las mismas. Así, se pueden tomar medidas en diferentes ámbitos de la empresa que emanan de cada uno de los *momentos* que componen el *procedimiento*.

Tres son las líneas sobre las que el empresario tiene el deber de actuar, desde este *procedimiento*:

1. Aquellas actuaciones deficientes detectadas en los *momentos* 2 y 3. Las mismas hacen referencia, básicamente, a tres aspectos:

- La gestión preventiva de la organización. Éstas, al ser medidas genéricas de la actividad preventiva, serán gestionadas a través del sistema preventivo habitual de la empresa.
- Las actuaciones preventivas frente a la violencia laboral.
- El clima de violencia en la organización.

2. Las deficiencias que la Comisión (*momento* 4), en el cumplimiento de sus funciones, haya detectado y considerado como fuente potencial o real de riesgos para la salud de los trabajadores. La respuesta empresarial, en este caso, estará determinada por:

- la gravedad de los daños producidos o que hubieran podido producirse;
- la ausencia o deficiencia de las medidas preventivas necesarias;
- las lagunas en la organización de la actividad laboral.

3. Aplicar, en su caso, el régimen disciplinario que tenga dispuesto en el Convenio Colectivo de aplicación. En especial, se recomienda que se introduzcan elementos de graduación como son:

- La reincidencia.
- El grado de perjuicio ocasionado a la víctima.
- El número de trabajadores afectados.

2. RECURSOS NECESARIOS PARA LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Para actuar preventiva y sistemáticamente frente a la violencia laboral se han de seguir las fases indicadas en el apartado anterior. En cada una de ellas están implicados diferentes recursos -personas y medios- y de cada una de ellas se derivan una serie de consecuencias y medidas. El desarrollo de todos estos *momentos* es necesario para asegurar una actividad preventiva integral y eficaz frente al riesgo de violencia en el trabajo (tabla 2).

3. RECOMENDACIONES FINALES

La implementación de un procedimiento preventivo integral, que contempla cada uno de los momentos señalados, resulta de utilidad para actuar sobre las situaciones de violencia laboral en sus primeras fases. Su aplicación práctica redonda en beneficios tanto para la empresa como para los trabajadores. Para aquella, porque asegura una correcta aplicación de las medidas preventivas frente a este tipo de riesgos, depurando sus responsabilidades en el caso de que surja un posible cuadro grave de violencia (acoso psicológico, acoso sexual, extorsión, agresión física continuada...) y sirviendo de guía para actuar frente a este tipo de riesgos en sus diferentes fases (preventiva proactiva, de baja violencia, de denuncia efectiva, de resolución). Si se crea y aplica el *procedimiento* de la forma descrita en esta NTP, a los trabajadores les permite, en el caso de que se produzca alguna situación de violencia, contar con un procedimiento de solución del conflicto autónoma, cercana, rápida, imparcial y eficaz, con absoluto respeto al principio de tutela judicial, a la que podrá acudir en cualquier momento. También sirve de guía para sugerir actuaciones que prevengan el riesgo de violencia en el trabajo.

Con el *procedimiento* podemos facilitar y fortalecer con garantías la gestión interna de las situaciones de violencia desde sus primeros momentos. Es importante recordar que, con la participación de todos los miembros de la organización, y con el control y la retroalimentación de cada uno de los pasos que se dan, se ayuda al afrontamiento inmediato del problema y se asegura alcanzar una resolución consensuada y participada.

En relación con el seguimiento y la toma de decisiones, se recomienda que las interpretaciones de la información y la documentación que se recoja en cada momento se realicen de forma participada y conjunta, entre representantes de la empresa y de los trabajadores. Si la empresa dispone de Comité de Seguridad y Salud, en cumplimiento de sus facultades y competencias, éste debería ser el órgano encargado de realizar el seguimiento y acordar las decisiones a tomar en relación con los diferentes *momentos* del *procedimiento*. Si, por razones legales, no se dispone de dicho Comité, el Delegado de Prevención debería participar en el proceso.

La aplicación parcial del *procedimiento* expuesto sólo tendría sentido si ya se han desarrollado actividades similares dentro del plan de prevención de la empresa (p.ej., si ya se ha realizado una auditoría de la actividad preventiva de la empresa y se ha obtenido un resultado favorable, podría obviarse el Momento 2: Prevención proactiva).

Acometer la realización y puesta en marcha de un procedimiento integral sobre la violencia en el ámbito del trabajo ofrece la posibilidad de avanzar notablemente en la gestión de estos riesgos. La puesta en práctica del mismo pretende complementar los planes preventivo y de tutela legal y judicial, que hasta el momento se han revelado insuficientes para atajar el problema.

En la bibliografía adjunta puede encontrar modelos de cuestionarios, formularios, hojas, etc. que le pueden facilitar la aplicación del procedimiento descrito en esta NTP.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ACUERDO NACIONAL DE NEGOCIACIÓN COLECTIVA firmado por CEOE, CEPIMEV, UGT y CCOO (BOE 14/01/2004). Anexo IV. 2008.
- (2) ALFONSO, C.L. **Acoso Moral, sexual y por razón de sexo en el ámbito laboral.** En G. FABREGAT (Coord.), *Mujer y Derecho. Tirant lo Blanch*: Valencia. 2011.
- (3) CARBONELL, E.J.; GIMENO, M.A.; MEJÍAS, A. **El Acoso laboral, antes llamado Mobbing. Un enfoque integrador.** *Tirant Lo Blanch*: Valencia. 2008.
- (4) DIRECCIÓN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE TRABAJO Y DE LA SEGURIDAD SOCIAL. **Guía explicativa de buenas prácticas para la detección y valoración de comportamientos en materia de acoso y violencia en el trabajo.** 2009.
- (5) FIDALGO, M.; GALLEGOS, Y.; FERRER, R.; NOGAREDA, C.; PÉREZ, G. Y GARCÍA, R. **NTP 854 Acoso psicológico en el trabajo: definición.** *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. 2010.
- (6) GIMENO, M.A.; MEJÍAS, A.; CARBONELL, E.J. **Protocolos sobre Acoso Laboral. Procedimiento de Solución Autónoma de los Conflictos de Violencia Laboral.** *Tirant lo Blanch*: Valencia. 2009.

- (7) INSPECCIÓN DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL.
Factores ergonómicos y psicosociales. Guía de actuación inspectora en factores psicosociales.
www.mtin.es/itss/
- (8) MORENO, B.; RODRÍGUEZ, A.; GARROSA, E. Y MORANTE M.E.
Antecedentes organizacionales del acoso psicológico en el trabajo: un estudio exploratorio.
Psicothema, vol.17, 2005, núm. 4, pp. 627-632.
- (9) SALIN, D.
Ways of explaining workplace bullying: a review of enabling, motivating and precipitating structures and processes in the work environment,
Human Relations, 2003, vol. 56, núm.10, pp. 1.213-1.232.
- (10) SÁNCHEZ, C.; GONZÁLEZ, F.A. Y HIERRO, F.J.
Los Riesgos Psicosociales: Teoría y Práctica.
Aranzadi. Thomson Reuters: Navarra. 2009.
- (11) ZAPF, D.; KNORZ, C. Y KULLA, M.
On the Relationship between Mobbing factors, and Job Content, Social Work Environment, and Health Outcomes.
European Journal of Work and Organizational Psychology, 1996, vol. 5, núm. 2.

Anclajes estructurales

*Ancrages structurales
Structural anchor devices*

Redactor:

José M^a Tamborero del Pino
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Rafael Cano Gordo
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE
PROTECCIÓN

Esta NTP trata sobre los anclajes estructurales, y forma parte de una serie que desarrollará el contenido de la NTP 809 sobre descripción y selección de dispositivos de anclaje.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta NTP es la descripción de los distintos tipos de anclajes estructurales utilizados en la instalación de dispositivos de anclaje. La fiabilidad de este tipo de anclajes y su correcta instalación es básica para la seguridad del dispositivo de anclaje y la de los distintos usuarios.

Según la Directiva Europea de Productos de la Construcción 89/106/CEE (DPC), un “producto de construcción” es cualquier producto fabricado para ser incorporado con carácter permanente a las obras de construcción. Así mismo se entiende que el anclaje estructural se incorpora de forma permanente a la obra de construcción para fijar un dispositivo de anclaje.

Esta Directiva define dos tipos de especificaciones técnicas:

- Las Normas Europeas Armonizadas elaboradas por el CEN, Comité Europeo de Normalización.
- Los DITE, Documentos de Idoneidad Técnica Europeos, elaborados por organismos autorizados (Approval Bodies), miembros de EOTA, European Organisation for Technical Approvals.

Los anclajes estructurales se rigen por las directrices de la EOTA. Su correcta instalación, el campo de aplicación y las especificaciones de calidad vienen reflejadas en el documento que certifica sus características DITE (Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

Siempre que sea posible deben utilizarse anclajes certificados con DITE. Todo anclaje con DITE incluye las instrucciones necesarias para su buen uso e instalación.

Para soportes de material incierto o puntos de anclaje de compleja fijación puede ser necesario recurrir a elementos constructivos auxiliares para distribuir las cargas de manera más segura (collarines sobre pilares, fijaciones pasantes, etc.). Estos elementos pueden incluir en su diseño anclajes estructurales cuya finalidad no es soportar las acciones directamente sino la de fijar dichos elementos.

En este documento no se contemplan los riesgos inherentes al lugar de trabajo donde se instalan los anclajes tratados en otros documentos de esta misma colección.

2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Se pueden distinguir dos tipos de anclajes estructurales: activos y pasivos.

- *Anclaje estructural activo* es un elemento o conjunto de elementos que, introducidos en un orificio realizado en el soporte, queda fijado como parte del mismo por presiones laterales, adhesión o como consecuencia de su forma (por ej.: anclaje metálico de expansión)
- *Anclaje estructural pasivo* es aquel que se incorpora al soporte en el momento de su conformación (por ej.: anclaje de espera en una zapata de hormigón)

En esta NTP se tratan los anclajes estructurales del tipo activo.

Los anclajes estructurales se pueden clasificar según sus principios de funcionamiento (expansión, adhesión o forma) y por el tipo de material. En la tabla 1 se describen los principios de funcionamiento, las ventajas y los inconvenientes. Además en la figura 1 quedan gráficos los tres tipos de funcionamiento.

3. ELECCIÓN DEL ANCLAJE

Los criterios para elegir un anclaje adecuado se basan en distintos aspectos que se resumen en la tabla 2 y que se desarrollan a continuación.

Material base: tipo y geometría

La gama de anclajes adecuados depende principalmente del tipo y de la resistencia del material base. Siempre que sea posible se debe realizar la fijación sobre hormigón por su resistencia y predictibilidad. Del hormigón se debe conocer su dureza (C20/25, C25/30...) y si la zona donde se aplicará el anclaje está sometida a esfuerzos de tracción (hormigón fisurado) o compresión (hormigón no fisurado). Cuando se desconozcan las características del material base, por ej. bloques de mampostería, se deberán realizar ensayos de las fijaciones. En los bloques de mampostería es recomendable el uso de un anclaje químico.

	Principio de funcionamiento	Ventajas	Inconvenientes
Anclajes	Por expansión: El anclaje introducido en el orificio se expande por acciones mecánicas ejerciendo presiones laterales que lo fijan al soporte. Metálico o plástico. Ejemplo: anclaje metálico de expansión, taca + tornillo	<ul style="list-style-type: none"> Rápida aplicación. Se puede aplicar la carga inmediatamente y independientemente de factores climáticos. Coste reducido. 	<ul style="list-style-type: none"> Crea tensiones internas dentro del soporte. La tensión en soporte implica mayor distanciamiento entre anclajes y mayor distanciamiento entre anclaje y borde del soporte.
	Por adhesión: El orificio se rellena de una sustancia química fluida que solidifica y se adhiere a las paredes del mismo. Mientras la sustancia permanece fluida se incorpora al orificio un anclaje (ej. varilla roscada) al que luego se fijaran los otros elementos. Ejemplo: anclaje químico, resina + varilla roscada.	<ul style="list-style-type: none"> No provocan tensiones internas dentro del soporte Permite distancias reducidas entre anclajes. Permite distancias reducidas entre anclaje y borde de hormigón. Mayor capacidad de carga. Idóneo en mampostería. Válido para todo tipo de soporte. 	<ul style="list-style-type: none"> Se debe esperar al fraguado del químico para aplicar la carga. El tiempo de fraguado depende de la temperatura. Dificultad para colocar en soportes invertidos (techos).
	Por forma: El anclaje se introduce en el orificio y modifica su forma bloqueando su salida. Ejemplo: anclaje metálico por forma, tornillo autorroscante en hormigón.	<ul style="list-style-type: none"> Sin presiones laterales. No provocan tensiones internas dentro del soporte. Permite distancias reducidas entre anclajes. Permite distancias reducidas entre anclaje y borde de hormigón. 	<ul style="list-style-type: none"> Los de altas cargas son menos comunes en el mercado.

Tabla 1. Principio de funcionamiento. Ventajas e inconvenientes

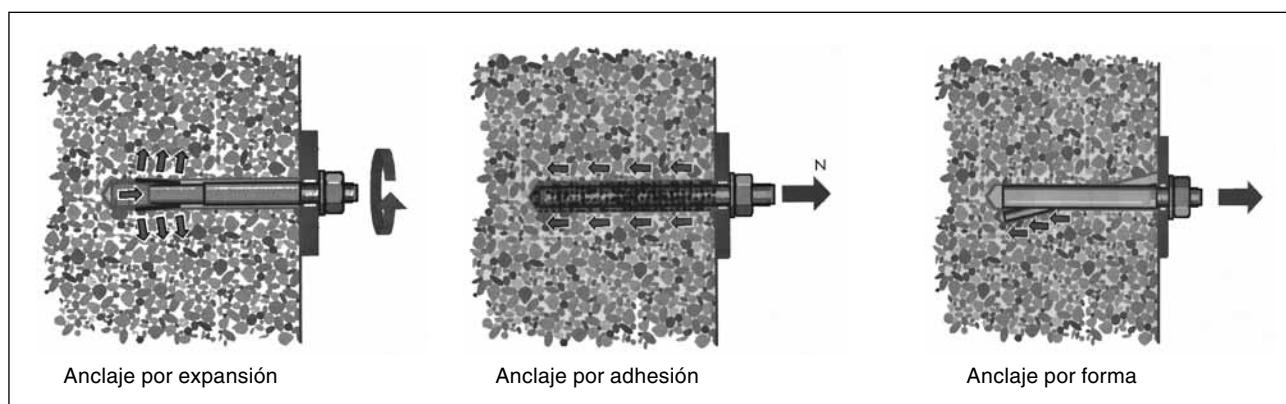


Figura 1. Principios de funcionamiento

Material base: tipo y geometría	Carga	Entorno	Tipo de instalación	Consideraciones adicionales
<ul style="list-style-type: none"> Hormigón Mampostería Materiales ligeros Espesor del soporte Distancias del anclaje al borde del soporte 	<ul style="list-style-type: none"> Intensidad Dirección: <ul style="list-style-type: none"> - Tracción - Corte - Combinadas Tipo: <ul style="list-style-type: none"> - Carga estática - Carga dinámica 	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura Humedad Interior o exterior Corrosión. Incidencia de agresores químicos 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación sencilla o múltiple 	<ul style="list-style-type: none"> Seguridad en caso de incendio Economía Disponibilidad

Tabla 2. Criterios para elegir un anclaje adecuado

En todas las aplicaciones, la distancia mínima entre anclajes y las distancias mínimas a los bordes recomendadas por el fabricante deben ser respetadas para evitar las grietas en el material base durante la colocación y para garantizar la capacidad de carga admisible.

Carga

Los anclajes pueden estar sometidos a cargas de tracción, de corte o combinadas de tracción y corte. Ver figura 2. Estas cargas pueden ser estáticas o pueden variar con el tiempo. Varios tipos de anclajes pueden ser adecuados para ciertos tipos de cargas pero no para otros. Deberían consultarse las recomendaciones del fabricante para seleccionar un anclaje para una determinada configuración de carga.

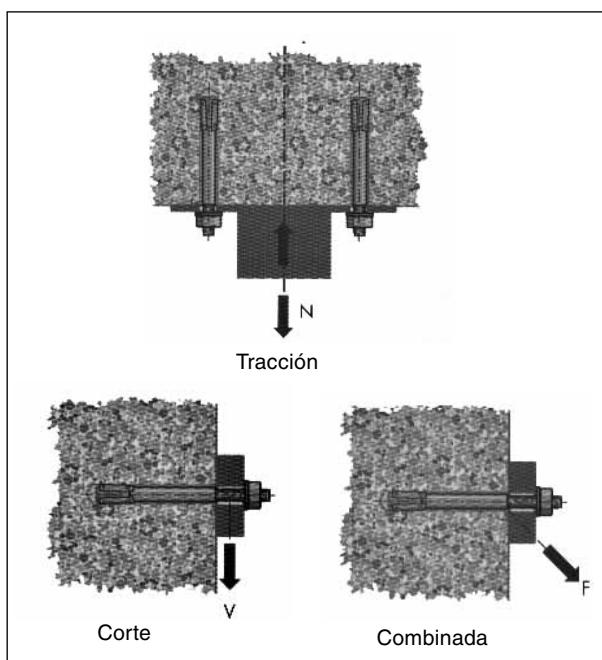


Figura 2. Tipos de carga

Entorno

La vida útil de un anclaje debe ser al menos tan larga como la de la estructura en la que ha sido instalado. Para ello los materiales con los que se fabrican los sistemas de anclaje deben resistir todos los impactos del entorno.

Las acciones independientes de las cargas pueden desgastar los revestimientos de protección como la galvanización de los anclajes. Dichas acciones pueden provocar la corrosión del anclaje debilitando la sección transversal, afectando a su funcionamiento e influyendo negativamente en el aspecto del anclaje a causa de las placas de oxidación.

En ciertas latitudes de Europa las fijaciones que reciben la radiación solar directamente pueden alcanzar temperaturas de 80° C o superiores. El plástico de un taco de poliamida o el mortero de un anclaje químico deben ser capaces de resistir estas temperaturas. También el fuego y el hielo son acciones relacionadas con la temperatura.

En el DITE de cada anclaje se acotan los entornos de aplicación del producto. Para instalaciones interiores y humedad relativa media-baja se recomiendan los anclajes en acero cincado (>5micras). Para instalaciones

en ambientes exteriores, húmedos o con agresiones químicas medias se recomiendan los anclajes en acero inoxidable A4.

Para instalaciones en ambientes altamente corrosivos, como agresiones químicas elevadas (carreteras con incidencia de sales), frecuente contacto o inmersión intermitente con agua (cercano a piscinas o puertos) se recomiendan los aceros con tratamiento HRC (High Corrosion Resistance).

Tipo de instalación

La instalación puede ser simple o múltiple. La *instalación simple* es un montaje con un solo anclaje estructural. El cálculo de capacidad de carga es simple pues no se ve afectado por una limitación de carga debido a la proximidad a otros anclajes.

La *instalación múltiple* es un montaje que incluye varios anclajes estructurales. Se usa la instalación múltiple para aumentar la capacidad de carga. Sin embargo deben tenerse en cuenta las distancias mínimas entre anclajes en la fase de diseño para conseguir la capacidad de carga óptima.

Consideraciones adicionales

En instalaciones donde la edificación y entorno esté sujeto a normativas de resistencia al fuego en sus elementos constructivos, debe comprobarse si el correspondiente anclaje estructural elegido está ensayado y certificado según la resistencia al fuego requerida (F30, F60, F90, F120).

4. INSTALACIÓN

La instalación de anclajes estructurales conlleva una serie de fases necesarias para garantizar la fiabilidad y seguridad de los mismos una vez montados. En el DITE de cada anclaje se especifican todos los parámetros de instalación.

Proceso de instalación

En el proceso de instalación se deben considerar los siguientes aspectos: material base, anclaje, pieza y colocación.

Material base

Deben tenerse en cuenta:

- Estado del material base in situ (resistencia, hormigón fisurado – no fisurado).
- Dimensiones reales del elemento de la edificación que se utiliza para el anclaje (profundidad, anchura, longitud).
- Selección correcta del anclaje.

Anclaje

Deben considerarse:

- Disponibilidad de las instrucciones de colocación/ DITE.
- Número y período de validez de la certificación.
- Espesor máximo de la pieza que debe ser fijada.
- Elección correcta del material del anclaje para el uso al que está destinado.

Pieza

Se tendrá en cuenta el grosor de la pieza, los diámetros de taladro y distancias mínimas entre taladros.

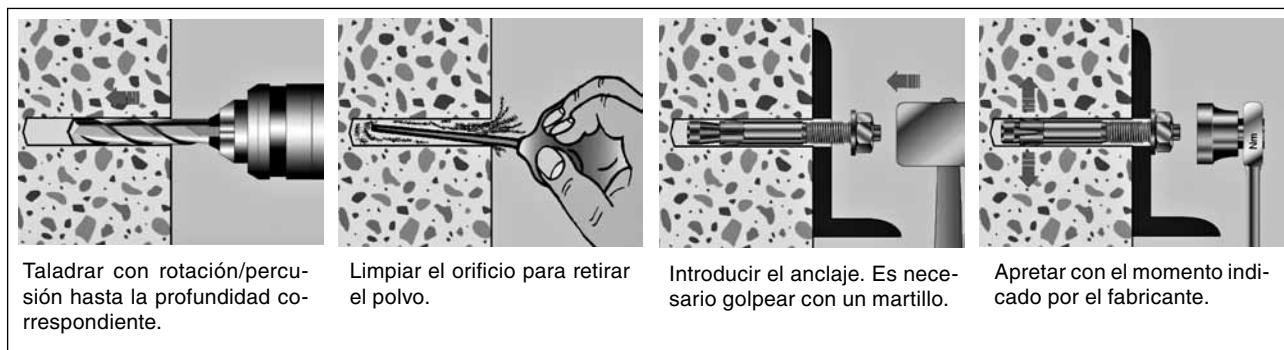


Figura 3. Fases del proceso de instalación de un anclaje metálico de expansión

Colocación

Son aspectos a tener en cuenta:

- Utilización el método de taladrado exigido por las instrucciones de colocación/DITE.
- Tipo y estado del taladro a utilizar.
- Brocas necesarias (borde cortante, longitud de la broca, tope de broca).
- Comprobación de si el elemento de la edificación está armado y/o existen armaduras en la zona del anclaje.
- Herramientas (útiles específicos) requeridas para colocar el anclaje.
- Determinar el tipo de disposiciones constructivas requeridas y estudio sobre si es posible su colocación.
- Comprobación de la posibilidad de taladrar los agujeros perpendicularmente a la superficie del material base de manera que la profundidad del agujero se ajuste a las instrucciones/DITE.
- El proceso de extracción de polvo y escombros del agujero se debe ajustar a los requisitos de las instrucciones/DITE.
- La introducción, la colocación y el ensamblaje de la instalación del anclaje se debe ajustar a los requisitos del DITE.
- La colocación de la pieza debe ajustarse a los requisitos del DITE.
- Se debe respetar el par de apriete para la colocación del anclaje de acuerdo con el DITE.
- Se debe determinar si es necesario ensayar la colocación.
- Realizar un protocolo de instalación respecto a los requisitos del DITE /instrucciones de instalación.
- Se deberían conservar archivos de los protocolos de instalación junto al contrato de obra durante al menos 5 años.

En la figura 3 se resumen los pasos a seguir en el proceso de instalación de un anclaje metálico de expansión.

La capacidad de carga depende del grado de limpieza del taladro utilizado. El proceso limpieza también puede venir especificado en DITE. Ver figura 4.

Errores frecuentes en la instalación de anclajes estructurales

En la instalación de anclajes estructurales se pueden cometer una serie de errores de colocación que aumentan la posibilidad de que aparezcan distintos modos de fallo tratados posteriormente (apartado 5): hacen referencia a agujeros taladrados incorrectamente, apriete sin utilizar llave dinamométrica, tiempo de fraguado del anclaje químico y dimensionado o cálculo de carga incorrecto.

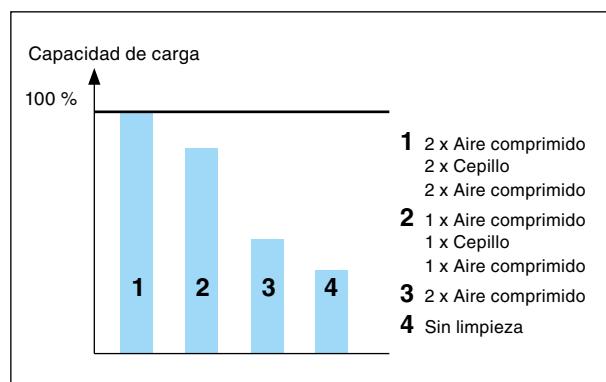


Figura 4. Capacidad de carga según grado de limpieza del taladro

Agujeros taladrados incorrectamente

- Agujeros mal ubicados (ver figura 5).
- Debido a las barras de armadura no pueden alcanzar la profundidad necesaria.
- En contacto con las barras de armadura impide la colocación adecuada de los anclajes.
- Polvo y escombros en el interior del agujero.
- Corte de las armaduras del hormigón.

Apriete sin utilizar llave dinamométrica

- Par de apriete insuficiente: no se produce la expansión completa del anclaje.
- Par de apriete excesivo: se daña el material del soporte o bien se sobrecarga a tracción el vástago del anclaje disminuyendo su capacidad (ver figura 5).

Tiempo de fraguado del anclaje químico

- El endurecimiento de la resina depende de su tipo, composición y temperatura del material base. Debe existir un período de espera entre la colocación y carga de los anclajes. El endurecimiento al tacto de la resina no es suficiente para aplicar la carga al anclaje.

Dimensionado o cálculo de carga incorrecto

- Distancia mínima al borde de hormigón insuficiente. (Ver figura 5).
- Distancia mínima entre ejes de anclajes estructurales insuficiente.
- Solicitud de carga superior a la capacidad de carga del anclaje estructural. (Ver figura 6).



Figura 5. Rotura de anclaje. Distancia mínima al margen de hormigón no respetada o par de apriete excesivo



Figura 6. Rotura de anclaje. Anclaje no adecuado al esfuerzo por efecto palanca

5. MÉTODO DE DISEÑO

El método de cálculo y diseño de los anclajes está especificado en los anexos de la ETAG (Guía de homologaciones técnicas europeas): ETAG 001 Anclajes metálicos o químicos en hormigón. Anexo C: Método de diseño y ETAG 020 Anclajes plásticos en hormigón o mampostería. Anexo C: Método de diseño.

Dentro del anexo C, se distinguen los métodos de cálculo A, B y C. El cálculo según el método A es el más idóneo y completo, se contemplan todos los modos de fallo posibles así como la distancia entre anclajes y al borde del soporte. Los métodos B y C son menos exhaustivos.

Siguiendo el método de diseño del anexo C, el método de cálculo A evalúa cada uno de los modos de rotura, obteniendo un valor βN por cada uno de ellos, siendo β la relación entre carga de cálculo y resistencia de cálculo, βN para las cargas a tracción y βV para cargas a cortadura. Si $\beta < 1$, la carga de cálculo no supera la resistencia.

Para cargas a tracción, βN debe ser inferior a 1 en todos sus modos de rotura: $\beta N \leq 1$.

Para cargas a cortadura, βV debe ser inferior a 1 en todos sus modos de rotura: $\beta V \leq 1$.

En cargas combinadas, se tomará entre todos los modos de rotura el mayor valor βN y βV . Su suma debe ser inferior a 1,2: $\beta N + \beta V \leq 1,2$.

Modos de fallo de los anclajes

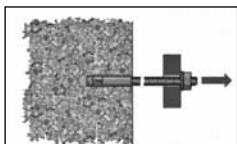
En este apartado se describen los distintos modos de fallo: a tracción y a cortante.

a. Modos de fallo a tracción

Pueden ser:

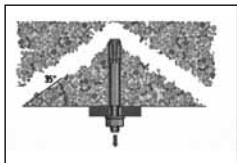
- a.1. Rotura del acero a tracción:

La rotura en el acero contempla la rotura del eje del perno, de la parte roscada del perno o del casquillo del anclaje. La rotura del acero generalmente se produce cuando se da gran profundidad de inserción y en hormigón de alta resistencia.



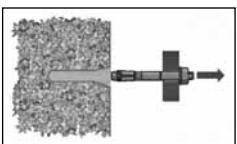
- a.2. Rotura por cono de hormigón:

El cono de rotura del hormigón se produce al aplicar fuerzas de tracción centradas en el anclaje en soportes de poca resistencia.



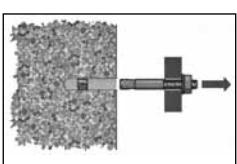
- a.3. Rotura por arrancamiento:

Se produce cuando la resistencia generada por la fricción entre los elementos expansivos del anclaje y los laterales del agujero taladrado es inferior a la carga de tracción ejercida. El anclaje es literalmente arrancado del agujero con todos sus componentes.



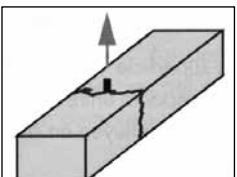
- a.4. Rotura por extracción por deslizamiento:

Al verse superada la resistencia, un anclaje de expansión puede fallar al deslizar el perno a través del casquillo de expansión, permaneciendo el casquillo dentro del agujero.



- a.5. Rotura por fisura del soporte:

cuando el soporte es un cuerpo esbelto la carga aplicada puede producir la fisura del mismo y permitir el deslizamiento sobre este.

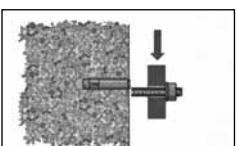


b. Modos de fallo a cortante

Pueden ser de tres tipos:

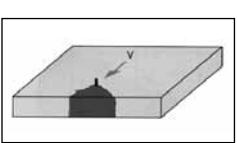
- b.1. Rotura del acero a cortante:

la rotura del acero se produce con carga cortante en los anclajes alejados de los bordes.



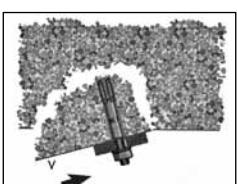
- b.2. Rotura en el borde del hormigón:

Cuando un anclaje está ubicado cerca de borde de un componente de la edificación o en una esquina, y recibe una carga en la dirección del borde, puede producirse una rotura en el borde de hormigón.



- b.3. Rotura por efecto palanca:

Este modo de fallo se produce en las fijaciones que tienen una profundidad de inserción reducida y que se encuentran alejadas de los bordes.



Capacidad de carga del anclaje

La capacidad de carga siempre está condicionada por variables tales como tipo de material de soporte, dimen-

CONDICIONANTES DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
Tipo de soporte	Tipo: hormigón, mampostería, estructura metálica Espesor de pared o techo
Dimensionado del dispositivo de anclaje	Distancia entre ejes (anclajes estructurales) y bordes del soporte
Tipo de instalación	Instalación simple Instalación múltiple

Tabla 3. Condicionantes de la capacidad de carga

sionado del dispositivo de anclaje y tipo de instalación. Ver tabla 3.

La ficha técnica o DITE del anclaje indica la capacidad de carga diferenciando los tipos de carga (ver ejemplo en tabla 4).

- Capacidad de carga a tracción N
- Capacidad de carga a cortadura V
- Momento flector permisible
- Capacidad de carga tras ensayo de fuego (si tiene ensayo)

Todos los datos de capacidad de carga están condicionados por el dimensionado y tipo de instalación. El ejemplo de la tabla 4 contiene una serie de datos de capacidad que se explican a continuación:

- Tipo de material base de soporte donde se ha ensayado: hormigón C20/25 no fisurado.
- Tipo de instalación: anclajes aislados sin influencia de bordes de hormigón.
- Temperatura máx. durante aplicación y post-aplicación a corto plazo (información válida para anclajes químicos): 50° C máx. durante aplicación, 80° C máx. en post-aplicación a corto plazo.
- Condiciones de dimensionado para cargas a tracción:

$$M8: s \leq 3 * h_{ef} \quad c \geq 1,5 * h_{ef}$$

Para M8: Distancia entre anclajes (s) debe ser menor o igual que 3 veces la profundidad efectiva de anclaje (h_{ef}). Para M8: Distancia al borde (c) debe ser mayor o igual que 1,5 veces la profundidad efectiva de anclaje (h_{ef})

$$M10-M24: s \geq 2 * h_{ef} \quad c \geq 1 * h_{ef}$$

De M10 hasta M24: Distancia entre anclajes (s) debe ser mayor o igual que 2 veces la profundidad efectiva (h_{ef}).

De M10 hasta M24: Distancia al borde (c) debe ser mayor o igual que profundidad efectiva de anclaje (h_{ef})

- Condiciones de dimensionado para cargas a cortadura:

$$c \geq 1,5 * h_{ef}$$

Distancia al borde (c) debe ser mayor o igual que 1,5 veces la profundidad efectiva de anclaje (h_{ef})

Todos los datos de capacidad de carga están condicionados por las características de instalación. El ejemplo de la tabla 5 contiene una serie de parámetros de instalación imprescindibles para garantizar la capacidad de carga. Se describen en la tabla 6 y figura 7.

Características de instalación muy importantes son las distancias entre anclajes y las distancias entre anclajes y bordes del material base.

Según los resultados experimentales, el cono de rotura del hormigón forma un ángulo aproximado de 35° con la superficie del hormigón. El diámetro del cono de la rotura es, por tanto, aproximadamente tres veces la profundidad de inserción. El espacio crítico obtenido entre anclajes estructurales es de $s=3h_{ef}$, más allá del

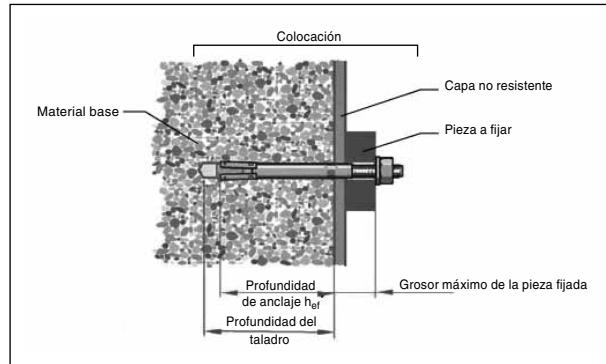


Figura 7. Características de instalación

cual los conos de rotura de los anclajes próximos no se cruzan y los anclajes no se afectan entre sí. Si el espacio entre las fijaciones es menor que esta cantidad, los conos de rotura de las fijaciones próximas pueden cruzarse. (Ver figuras 8 y 9). Cuando el espacio es de $s > 3h_{ef}$, no se incrementa la carga de rotura.

La distancia al borde es aquella distancia entre el eje del anclaje estructural al borde del material de soporte más próximo.

Cuando un anclaje estructural está ubicado cerca del borde del material base, a una distancia menor que la distancia crítica del borde $C=1,5 h_{ef}$, la carga de rotura del anclaje se reduce. El tamaño del cono de rotura de hormigón es decreciente en comparación con el de los anclajes ubicados lejos de los bordes (ver figuras 10 y 11).

Para aquellos diseños del dispositivo de anclaje que no se adapten a las indicaciones de instalación de la

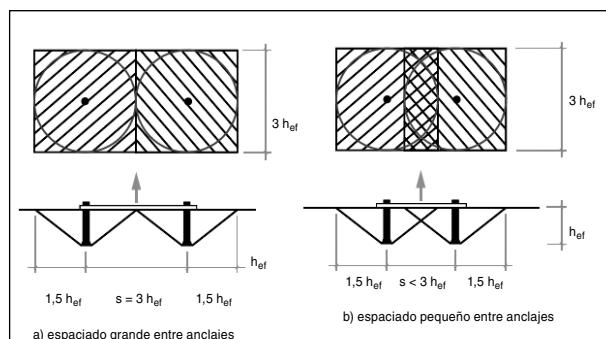


Figura 8. Distancia mínima entre anclajes

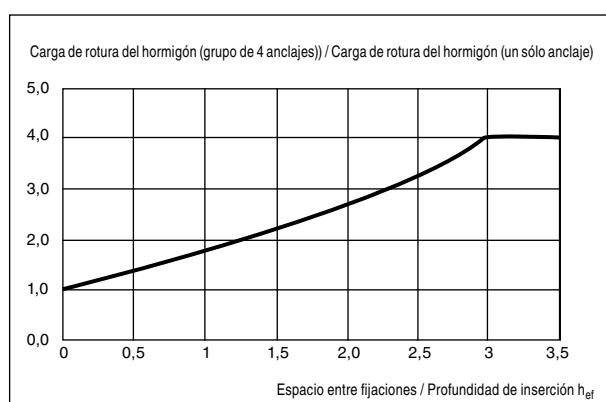


Figura 9. Gráfica de carga de rotura por distancia entre anclajes

DATOS DE CAPACIDAD								
Métrica de la varilla de anclaje (mm)			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Carga a tracción Anclajes aislados sin influencia de bordes de hormigón	Hormigón C20/25 no fisurado (M8: $s \leq 3 h_{ef}$, $c \geq 1,5 h_{ef}$ M10-M24: $s \geq 2 h_{ef}$, $c \geq 1 h_{ef}$	$N_{zul} (\text{kN}) = C20/25$ $50^{\circ}\text{C}^a/80^{\circ}\text{C}^a$	7,9	11,9	15,9	19,8	29,8	35,7
Carga a cortadura Anclajes aislados sin influencia de bordes de hormigón	Hormigón C20/25 no fisurado $c \geq 1,5 h_{ef}$	$N_{zul} (\text{kN}) = C20/25$	5,1	8,0	12,0	22,3	34,9	50,3
Momento fletor permisible		$N_{zul} (\text{Nm})$	10,9	21,1	37,7	94,9	185,7	320,6
Resistencia al fuego		F30 (kN)	2,3	3,64	5,26	9,79	15,28	22,01
		F60 (kN)	1,29	2,04	3,07	5,72	8,93	12,86
		F90 (kN)	0,79	1,3	2,0	3,68	5,75	8,28
		F120 (kN)	0,53	1,0	1,5	2,67	4,16	6,0

Tabla 4. Ejemplo de datos de capacidad de un anclaje

CARACTERÍSTICAS							
Distancia entre anclaje mín.	$S_{min} [\text{mm}]$	40	45	55	65	85	105
Distancia entre anclajes ideal	$S_{cr,N} [\text{mm}]$	240	180	220	250	340	420
Distancia al borde mín.	$C_{min} [\text{mm}]$	40	45	55	65	85	105
Distancia al borde ideal	$C_{cr,N} [\text{mm}]$	120	90	110	125	170	210
Espesor de soporte mín.	$h_{min} [\text{mm}]$	110	120	140	160	220	260
Profundidad efectiva del anclaje	$h_{ef} [\text{mm}]$	80	90	110	125	170	210
Diámetro de broca - Ø	$d_0 [\text{mm}]$	10	12	14	18	25	28
Diámetro de corte de taladro - Ø	$d_{cut} \leq [\text{mm}]$	10,5	12,5	14,5	18,5	25,5	28,5
Profundidad de taladro mín.	$H_0 \geq [\text{mm}]$	80	90	110	125	170	210
Diámetro de taladro pieza a fijar	$d_f \leq [\text{Nm}]$	9	12	14	18	22	26
Par de apriete	$T_{ins} [\text{mm}]$	10	20	40	80	120	180
Diámetro cepillo de limpieza - Ø	$D [\text{mm}]$	11	13	15	19	27	29

Tabla 5. Ejemplo de características de instalación

CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN		
Distancia entre anclajes mín.	$S_{min} [\text{mm}]$	Distancia mínima que se debe respetar entre los ejes de los diversos anclajes que coincidan en un mismo soporte.
Distancia entre anclajes ideal	$S_{cr,N} [\text{mm}]$	Distancia entre los ejes de anclajes a partir de cual se obtiene el mayor rendimiento de carga.
Distancia al borde mín.	$C_{min} [\text{mm}]$	Distancia mínima que se debe respetar entre el eje de un anclaje y el borde de hormigón más cercano.
Distancia al borde ideal	$C_{cr,N} [\text{mm}]$	Distancia entre eje de anclaje y borde de hormigón a partir del cual se obtiene el mayor rendimiento de carga.
Espesor de soporte mín.	$h_{min} [\text{mm}]$	Espesor mínimo que debe tener el soporte donde se fijan los anclajes.
Profundidad efectiva del anclaje	$h_{ef} [\text{mm}]$	Longitud del segmento de anclaje que absorbe el trabajo solicitado.
Diámetro de broca	$d_0 [\text{mm}]$	Diámetro nominal de la broca a utilizar.
Profundidad de taladro mín.	$H_0 [\text{mm}]$	Profundidad del taladro en el soporte mínimo.
Diámetro de taladro pieza a fijar	$d_f [\text{mm}]$	Diámetro del taladro en la pieza que se desea fijar.
Par de apriete	$T_{ins} [\text{Nm}]$	Indica el par de apriete con la que se debe apretar el anclaje. Necesidad de utilizar una llave dinamométrica para su medición.

Tabla 6. Descripción de las características de instalación

ficha técnica o DITE del anclaje, existen programas de cálculo de anclajes desarrollados por los fabricantes. Habitualmente se realiza el cálculo según ETAG001 Anexo C método A y se elabora un detallado informe de cálculo. También proporcionan información adicional referente a los casos de aplicación, los productos, así como información técnica general referente a la evaluación, el cálculo y la planificación desde la perspectiva de la ingeniería.

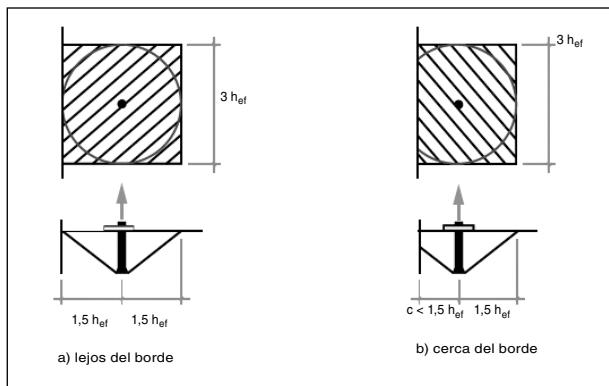


Figura 10. Distancia mínima al borde de material base

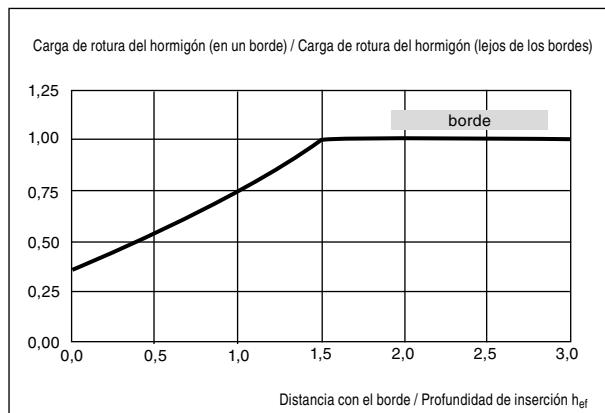


Figura 11. Gráfica de carga de rotura por distancia al borde

6. RECOMENDACIONES FINALES

Siempre que sea posible se deben utilizar anclajes certificados con DITE. El técnico que diseñe la instalación debe considerar los datos técnicos del producto y seguir las recomendaciones del fabricante. La instalación de los anclajes debería ser supervisada en obra por un profesional competente.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) RD. 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos. (B.O.E. 10.I.2004)
- (2) ETAG 001. Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for use in concrete. Brussels 1997
- (3) ETAG 020. Guideline for European Technical Approval of Plastic Anchors for multiple use in concrete and masonry for non-structural applications. Brussels 2006
- (4) Manual Würth de técnicas de anclaje. Principios básicos, aplicaciones, práctica. Künzelsau 2007

Empresas colaboradoras

GAMESYSTEM
P.I. Urtinsa II. C/ Aeronáutica, 5
28923 Alcorcón
(Madrid)

IGENA S.A.
C/ Rafael Riera Prats, 61
08339 Vilassar de Dalt
(Barcelona)

WÜRTH ESPAÑA, S.A.
P.I. Riera de Caldes. Joliers, 21
08184 Palau-solità i Plegamans
(Barcelona)

CYESA
Pol. Polizur (sector A)
C/ Montclar, s/n
08290 Cerdanyola del Vallés
Barcelona)

Campos electromagnéticos: evaluación de la exposición laboral

*Electromagnetic fields. A procedure for the assessment of the occupational exposure
Champs électromagnétiques. Une procédure pour l'évaluation de l'exposition professionnelle*

Redactoras:

Tania Berlana Llorente
Licenciada en Ciencias Físicas

Beatriz Diego Segura
Licenciada en Ciencias Químicas

María José Rupérez Calvo
Doctora en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Los campos y ondas electromagnéticas cuyas frecuencias están situadas entre 0 y 300 GHz se pueden hallar en el ambiente de trabajo debido a múltiples causas; también forman parte del ambiente público y doméstico. Las dificultades para la valoración de las exposiciones empiezan ya en la determinación inicial de su importancia, es decir en una primera criba de aquellas situaciones que comportan riesgos para las personas frente a las que pueden considerarse "seguras". En esta NTP se explican las bases del proceso de evaluación que propone la Norma UNE EN 50499:2009 para demostrar conformidad con los requisitos establecidos en la Directiva 2004/40/CE.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La Directiva 2004/40/CE cuya transposición a la legislación nacional se prevé antes del 30/04/2012, establece en su artículo 4.1 la obligación de evaluar y, en caso necesario, medir y/o calcular los niveles de los campos electromagnéticos (CEM) a que estén expuestos los trabajadores. Dicha evaluación podrá realizarse mediante normas europeas armonizadas o, en su defecto, con otras normas o directrices que posean una base científica [1].

Para facilitar la aplicación de la Directiva, se ha publicado la norma básica UNE-EN 50499:2009 "Procedimiento para la evaluación de la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos" [2]. Es una norma armonizada que permite demostrar la conformidad con los criterios de la Directiva.

El objetivo de esta NTP es exponer de forma concisa este método de evaluación, pero para su correcta aplicación resulta imprescindible la lectura de la UNE-EN 50499 en toda su extensión. También se recomienda la consulta de la NTP 698 "Campos electromagnéticos entre 0 y 300 GHz: criterios ICNIRP para valorar la exposición laboral" [3].

2. CONSIDERACIONES GENERALES

La metodología propuesta puede aplicarse a cualquier exposición laboral a campos electromagnéticos comprendida entre 0 y 300 GHz. Permite realizar un procedimiento simplificado, mediante evaluaciones sencillas, cuando todos los equipos de trabajo son a priori conformes con la Directiva 2004/40/CE y también da orientaciones para los puestos de trabajo que requieran una evaluación más detallada, con mediciones y/o cálculos de la exposición, descritos en normas técnicas armonizadas.

En esta metodología se utilizan dos criterios de referencia:

- La Directiva 2004/40/CE, que establece límites para la exposición de trabajadores.
- La Recomendación 1999/519/CE relativa a la protección del público en general [4], incorporada por Real Decreto 1066/2001 [5]. Los límites de exposición para público se establecen en 1/5 de los límites para trabajadores.

Ambos criterios se basan en las guías publicadas por la ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection) [6].

La metodología es independiente de los valores de referencia aplicables que pueden ser revisados o modificados en caso necesario.

La Directiva 2004/40/CE, además de establecer valores límite de exposición (VLE) y valores que dan lugar a una acción (VA), requiere que en la evaluación, se consideren los trabajadores expuestos a riesgos particulares y los posibles efectos indirectos de los CEM. Estos aspectos se tratan en el Anexo A de UNE-EN 50499.

Los riesgos particulares son las características individuales de los trabajadores que puedan influir en la evaluación de la exposición, como ser portadores de dispositivos médicos implantados activos o pasivos (marcapasos, implantes cocleares, etc.), o el estado de embarazo. Cada caso debe estudiarse individualmente.

La protección frente a posibles efectos indirectos (corrientes de contacto, interferencia con dispositivos electrónicos, proyección de objetos ferromagnéticos, activación de dispositivos electro-explosivos, incendios y explosiones) está contemplada en el procedimiento mediante la utilización de la tabla 1 de la norma, que tiene en cuenta tanto los efectos directos como los indirectos de los CEM.

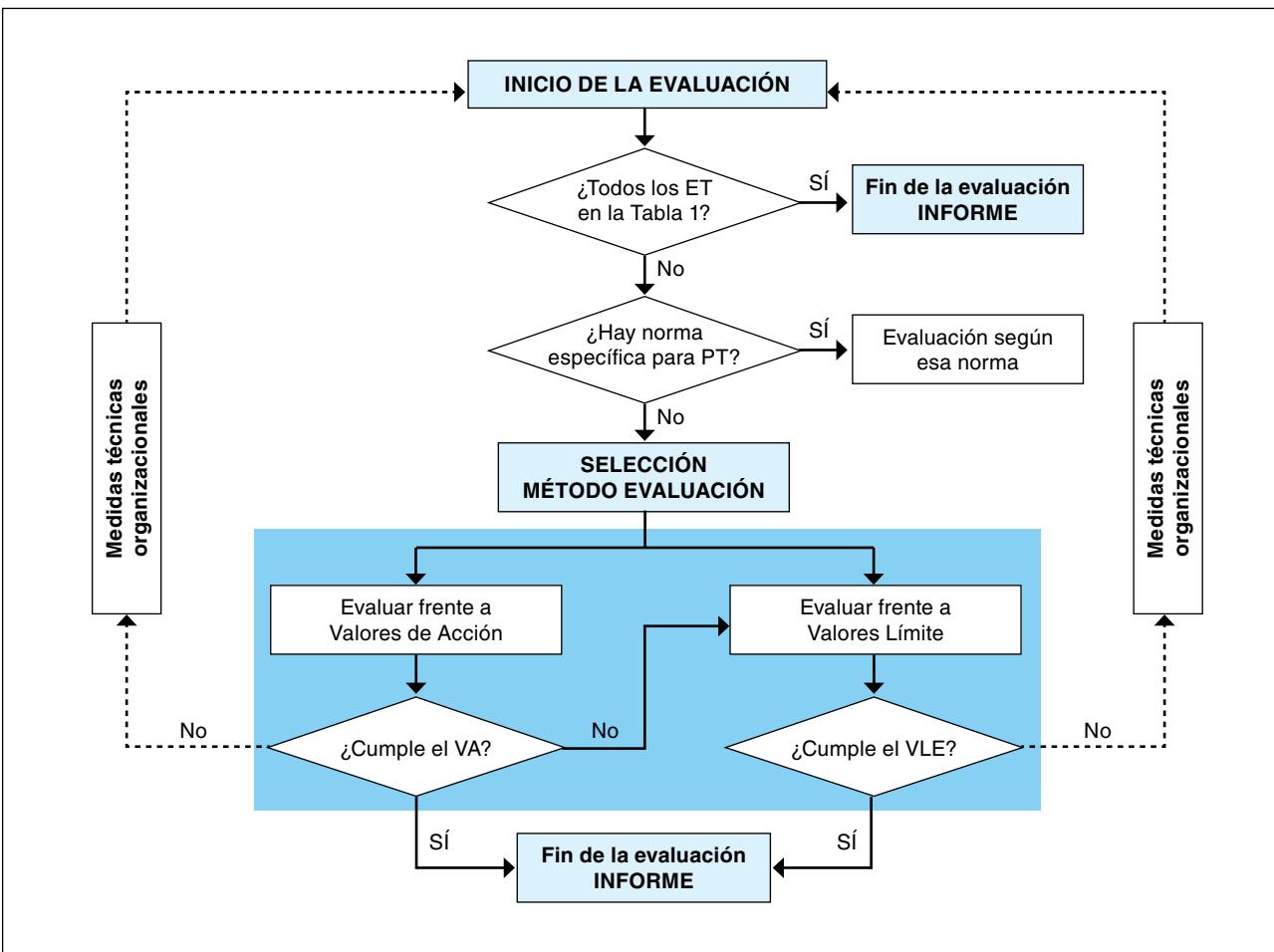


Figura 1. Diagrama del proceso de evaluación según UNE EN 50499

3. METODOLOGÍA

En la figura 1 se muestra una aproximación al esquema de la metodología de la norma UNE-EN 50499.

Inicio de la evaluación

Este apartado desarrolla el artículo 5 de la Directiva. El primer paso para la evaluación de la exposición es reunir información sobre el puesto de trabajo. Esto incluye la identificación de **todas las fuentes de emisión** presentes a que esté o pueda estar expuesto el trabajador, bien por su proximidad al puesto de trabajo o por ubicarse en lugares a los que el trabajador tenga que acceder de forma ocasional por razón de su actividad.

Localización de fuentes en la tabla 1 de la norma UNE-EN 50499

La norma establece una relación de equipos y lugares de trabajo que cumplen los criterios de exposición a CEM para público en general por ser conformes con normas de producto armonizadas con la Recomendación 1999/519/CE (tabla 1 de la norma).

Cuando todos los equipos están en la tabla 1 y se utilizan según las instrucciones del fabricante *el lugar de trabajo cumple los requisitos de la Directiva* y puede redactarse el informe de conformidad según el modelo del Anexo B.1 de UNE-EN 50499. Esto es válido independientemente del número de fuentes de emisión y del

tiempo de exposición a las mismas a condición de que se utilicen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Después de realizar tareas de mantenimiento, reparación o modificación de alguno de los equipos podría ser preciso repetir la evaluación.

En la figura 2 se citan algunos ejemplos de los lugares y equipos incluidos en la tabla 1 de la UNE-EN 50499 que expone detalladamente 25 tipos de equipo conformes a priori. La exclusión de la tabla 1 no implica necesariamente que la exposición a CEM supere los valores de referencia de la Directiva.

¿Hay alguna norma específica para el puesto de trabajo?

Si algún equipo no está en la tabla 1, el siguiente paso es verificar si hay alguna norma específica para ese puesto de trabajo. Lo más apropiado es utilizar una norma *in situ* o una norma de puesta en servicio del producto.

Una *norma in situ* es una especificación técnica que define los procedimientos de evaluación en un lugar determinado. Un ejemplo es UNE-EN 50496:2009 “Determinación de la exposición de los trabajadores a campos electromagnéticos y evaluación de riesgos en un emplazamiento de radiodifusión”.

Una *norma de puesta en servicio de un producto* se refiere a un producto en el sitio en el que se va a utilizar. Todavía hay muy pocas normas de este tipo, por ejemplo EN 50519:2010 “Assessment of workers' exposure to electric and magnetic fields of industrial heating

ALGUNOS LUGARES DE TRABAJO Y EQUIPOS CONFORMES A PRIORI	
Lugares de trabajo abiertos al público general. (artículo 4.3 de la Directiva 2004/40/CE)	Se consideran conformes los lugares de trabajo abiertos al público y conformes con la Recomendación 1999/519/CE.
Equipo con marcado CE evaluado utilizando las normas EMF armonizadas.	El equipo tiene que estar instalado y utilizado de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes
Equipo puesto en el mercado europeo de conformidad con la Rec. 1999/519/CE, .../., en particular de conformidad con sus normas armonizadas listadas en el DOUE.	Algunos equipos puestos en el mercado también pueden ser conformes con la Rec.1999/519/CE a pesar de que no llevar el marcado CE, p.ej. si son una parte de una instalación.
Estaciones base para telefonía inalámbrica (por ejemplo WIFI)	Limitado al equipo destinado a su utilización por público general
Ordenadores y equipos informáticos	
Teléfonos móviles e inalámbricos	

Figura 2. Extracto de la Tabla 1 de la UNE EN 50499

equipment". Para obtener información sobre las normas aplicables a cada caso se recomienda consultar la tabla sectorial de normas del informe UNE 215002 IN [7] o la web de AENOR.

Otra posibilidad menos frecuente es, que el equipo esté clasificado por el riesgo de emisión de radiación electromagnética en la categoría 0 (cumple VLE para público) o en la categoría 1 (cumple VLE para trabajadores) según la norma UNE-EN 12198-1 [8] en cumplimiento del Real Decreto 1644/2008 (transposición española de la Directiva de máquinas 2006/42/CE).

Los fabricantes proporcionan información sobre la conformidad de los equipos a través del manual de instrucciones o la hoja de especificaciones técnicas del equipo.

Cuando el puesto de trabajo o el equipo utilizado satisfacen los requisitos de conformidad establecidos en una norma específica, o el equipo está clasificado en las categorías 0 o 1 anteriormente citadas, puede redactarse el informe de conformidad con la Directiva 2004/40/CE utilizando el Anexo B.1 de la norma UNE-EN 50499.

Selección del método de evaluación.

Llegados a este punto, cuando el puesto de trabajo no cumple los requisitos anteriores, debe realizarse una evaluación más detallada mediante mediciones y/o cálculos de la exposición. Cuando se utilicen equipos clasificados en categoría 2 (superan VLE para trabajadores) según UNE-EN 12198-1 también será necesaria una evaluación específica.

De acuerdo con la Directiva 2004/40/CE artículo 4.4, "La evaluación, la medición y/o los cálculos (...) serán programados y efectuados por los servicios o personas competentes (...)".

La norma UNE-EN 50499 proporciona una relación de equipos (tabla 2) que probablemente requieran evaluaciones de riesgo específicas. En la figura 3 se exponen algunos puestos de trabajo que pueden necesitar evaluación específica.

ALGUNOS EQUIPOS DE TRABAJO QUE PUEDEN PRECISAR UNA EVALUACIÓN ESPECÍFICA	
Electrolysis Industrial	Ambos tipos, corriente continua y c. alterna.
Antenas de estaciones base	Solo si los trabajadores tienen acceso al interior del perímetro de seguridad definido con relación a los límites de público en general.
Diatermia	Todo equipo de tratamiento sanitario que utilice radiofrecuencias de la alta potencia promediadas en el tiempo. (>100 mW)
Radares	Típicamente el control de tráfico aéreo, militar, radares metereológicos y radares de larga distancia. (> 100 mW en RMS ó 20 W pico)
Transportes de tracción eléctrica: trenes y tranvías.	
Soldadura y fusión eléctricas.	
Calentamiento por inducción y Calentamiento dieléctrico.	

Figura 3. Extracto de la Tabla 2 de la UNE EN 50499

La evaluación específica de la exposición a CEM puede llevarse a cabo utilizando un método general de medición o cálculo basado en normas genéricas o básicas y en las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante. Las normas estarán armonizadas con alguno de los criterios utilizados en esta metodología.

Un ejemplo de *norma genérica* es UNE-EN 62311:2008 "Evaluación de los equipos eléctricos y electrónicos respecto de las restricciones relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz)".

En cuanto a las *normas básicas*, proporcionan procedimientos generales para evaluar aquellos puestos de trabajo o equipos para los que no existe ninguna norma europea con un procedimiento apropiado. Un ejemplo es EN 50413:2008 "Norma básica para procedimientos de medición y cálculo de la exposición humana a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz)", ratificada por AENOR en marzo de 2009.

Los valores de exposición laboral medidas o calculados deben compararse con los criterios aplicables, para lo cual hay que elegir previamente entre dos opciones:

- Evaluar frente a valores que dan lugar a una acción.
- Evaluar frente a valores límite de exposición.

La selección de un método u otro depende de las circunstancias que concurren en cada caso. En algunas situaciones puede ser más fácil comparar los niveles medida con los VA, y en otros casos puede ser más adecuado comparar con los VLE, dependiendo de las normas disponibles. Se recomienda consultar la tabla sectorial de normas del informe UNE 215002 IN, o la web de AENOR.

La conformidad con los VA garantiza el cumplimiento con los VLE (figura 4). Cuando los niveles de exposición

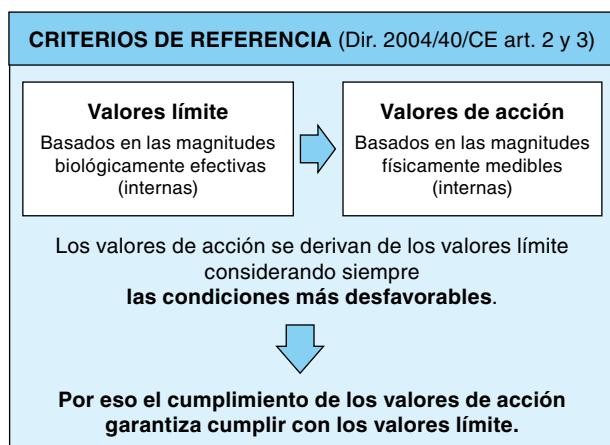


Figura 4. Resumen de los límites de exposición definidos en Dir. 2004/40/CE

son inferiores a los VA, el procedimiento de evaluación ha concluido, el puesto de trabajo es conforme con la Directiva, y se redacta el informe según el Anexo B.2 de UNE-EN 50499.

Sin embargo, cuando se superan los VA, no implica necesariamente que se superen los VLE, pero es preciso continuar la evaluación. Para ello podrá elegirse, dependiendo de cada situación concreta, entre:

- Adoptar medidas de control para disminuir los niveles de exposición y volver a medir y/o calcular la exposición para comparar nuevamente con los valores de acción.
- Evaluar otra vez comparando con los valores límite.

4. MEDIDAS DE CONTROL

Las medidas de control son el conjunto de medidas técnicas y/u organizativas destinadas a garantizar que la ex-

posición no supere los criterios establecidos. La adopción de medidas de control será obligatoria cuando se superen los valores límite, con objeto de garantizar que no se produzcan efectos adversos en la salud de los trabajadores.

La Directiva 2004/40/CE en su artículo 5.2 recomienda elaborar y aplicar un plan de actuación teniendo en cuenta entre otros:

- a) Métodos de trabajo que conlleven una exposición menor a los CEM.
- b) Elección de equipos que generen menos campos electromagnéticos.
- c) Medidas técnicas para reducir la emisión, (sistemas de bloqueo, blindaje o mecanismos similares de protección).
- d) Programas adecuados de mantenimiento del equipo de trabajo.
- e) Concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.
- f) Limitación de la duración e intensidad de la exposición.
- g) Disponibilidad del equipo adecuado de protección personal.

Hay otras medidas complementarias tales como la señalización de seguridad en las zonas de acceso con información del riesgo para portadores de dispositivos médicos implantados, y la determinación de zonas donde puedan superarse los VLE para trabajadores o para público. Son medidas útiles para la protección frente a los efectos indirectos y de los trabajadores expuestos a riesgos particulares.

Finalmente, conviene resaltar la obligación de informar según lo dispuesto en el artículo 6 de la Directiva 2004/40/CE, “el empresario velará por que los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a riesgos derivados de campos electromagnéticos y/o sus representantes reciban la información y formación necesarias sobre el resultado de la evaluación de riesgos [...]” y en particular sobre las medidas adoptadas y las prácticas de trabajo seguras.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Directiva 2004/40/CE sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos).
- (2) UNE-EN 50499:2009 “Procedimiento para la evaluación de la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos”.
- (3) INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO
NTP 698 “Campos electromagnéticos entre 0 y 300 GHz: criterios ICNIRP para valorar la exposición laboral”.
- (4) Recomendación 1999/519/CE del Consejo de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz).
- (5) Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- (6) Guías ICNIRP, www.icnirp.org
- (7) Informe UNE 215002 IN: 2010 “Guía para la evaluación de la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos en relación con la Directiva 2004/40/CE.
- (8) UNE-EN 12198-1:2001+A1:2008 “Seguridad de las máquinas. Evaluación y reducción de los riesgos debidos a las radiaciones emitidas por las máquinas. Parte 1: Principios generales”.

Exposición dérmica a sustancias químicas: métodos de medida

*Dermal exposure to chemicals: methods of measurement
L'exposition cutanée aux produits chimiques: les méthodes de mesure*

Redactores:

Isaac Abril Muñoz
Ldo. en Ciencias Químicas

Pedro Delgado Cobos
Dr. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS
DE PROTECCIÓN

Juan Porcel Muñoz
Ldo. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN
DE MAQUINARIA

Esta NTP es la primera de tres notas técnicas de prevención sobre la evaluación del riesgo por exposición dérmica a sustancias químicas. En las dos primeras (NTP 895 y NTP 896) se analizan los métodos para la determinación de la exposición dérmica laboral a sustancias químicas, centrándose ésta en la medición de la misma, mientras que en la siguiente se analizarán los métodos existentes para la determinación simplificada de la exposición dérmica a sustancias químicas. La tercera de las NTP (NTP 897) aborda la metodología simplificada para la evaluación y gestión del riesgo por exposición dérmica a sustancias químicas.

Mediante esta NTP se amplia la información relativa a la evaluación directa de la exposición dérmica introducida en la NTP 697 "Exposición a contaminantes químicos por vía dérmica".

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Los métodos de medida de la exposición dérmica existentes se basan en los desarrollados en el campo de los plaguicidas que se encuentran publicados en varios protocolos. Los dos más utilizados son los de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el de la U.S. Environmental Protection Agency (EPA). En ambos se perfila la metodología para la medida de la cantidad de plaguicida en contacto con la ropa y piel del individuo (exposición potencial) y en contacto con la piel del individuo (exposición real). En 1997 se publicó la guía de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) titulada: "Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides During Agricultural Application", que incluye una recopilación de procedimientos recomendados.

En el año 2005, el Comité Europeo de Normalización (CEN) publicó el Informe Técnico CEN/TR 15278:2005 "Exposición en los lugares de trabajo – Estrategia para la evaluación de la exposición dérmica" y la Especificación Técnica CEN/TS 15279:2005 "Exposición en los lugares de trabajo – Medición de la exposición dérmica – Principios y métodos".

El primero de ellos tiene por objetivo describir las diferentes estrategias de evaluación de la exposición cuantitativamente, tanto de forma simplificada como detallada, siguiendo las etapas de evaluación descritas en la norma UNE-EN 689:1996, *Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación a agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de muestreo*, sobre atmósferas en el lugar de trabajo. Este Informe Técnico contiene además una serie de recomendaciones para el control de la exposición dérmica a agentes químicos.

Por su parte, la Especificación Técnica CEN/TS 15279:2005 tiene como objetivos:

- Describir los principales métodos utilizados para la medición de la exposición dérmica, así como analizar sus principales ventajas e inconvenientes.
- Describir los requisitos necesarios que deben reunir los métodos de muestreo, atendiendo a diferentes aspectos como la eficacia del muestreo, la estabilidad de la muestra, el sesgo, la precisión, la incertidumbre global, etc.

En esta NTP se analizarán los principales métodos utilizados para la medición de la exposición dérmica, valorando para cada uno de ellos las ventajas e inconvenientes, así como la estrategia de muestreo para la selección de la técnica más adecuada en función de las condiciones existentes en el lugar de trabajo.

2. MODELO CONCEPTUAL

La exposición dérmica ha sido descrita como un proceso interactivo entre la fuente de contaminación y el cuerpo, con múltiples procesos de transferencia de materia.

De manera simplificada la contaminación de la piel puede ocurrir por deposición de aerosoles, por contacto directo con la sustancia, como puede ser la inmersión directa o salpicaduras, o por contacto con superficies contaminadas.

Sin embargo, con objeto de asegurar una correcta evaluación de la exposición dérmica, es necesario conocer de forma detallada los procesos de transporte de materia y los compartimentos físicos conectados por estos procesos, por lo que se desarrolló un modelo conceptual que describe sistemáticamente el transporte de materia contaminante desde una fuente de emisión a la superficie de la piel. Se definen ocho procesos de trans-

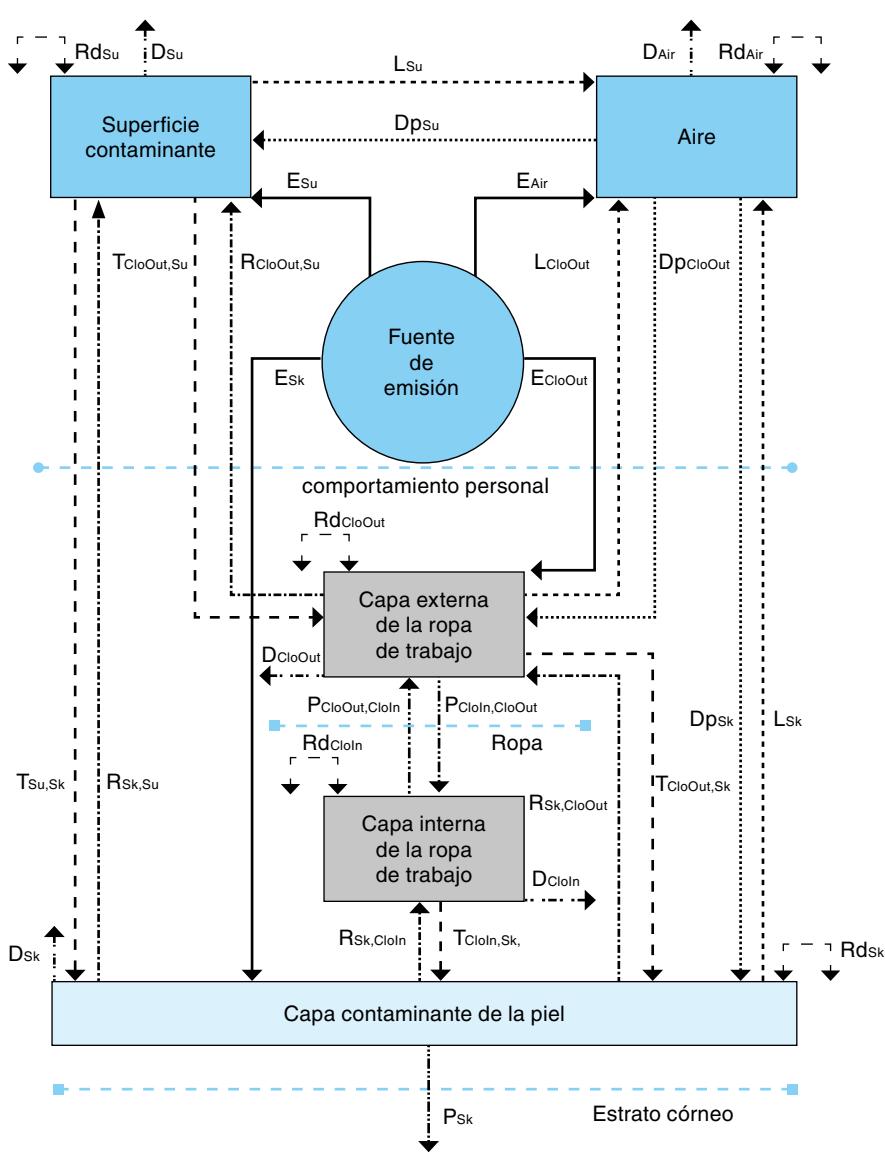


Figura 1. Modelo conceptual (Schneider et al., 1999)

porte de materia (emisión: E, deposición: Dp, resuspensión o evaporación: L, transferencia: T, eliminación: R, redistribución: Rd, descontaminación: D, penetración y permeación: P), seis compartimentos (fuente de emisión, aire, superficie contaminante, capa externa e interna de la ropa de trabajo, capa contaminante de la piel) y dos barreras (ropa y estrato corneo), tal y como se detalla en la figura 1.

De acuerdo con este modelo, el contaminante puede llegar a la piel a través de los procesos de transporte de emisión, deposición o transferencia. Como se aprecia en la figura 1, la emisión es la liberación directa del contaminante desde la fuente de emisión a la piel o a la ropa, deposición es la fijación del contaminante en la piel o la ropa desde el aire y la transferencia es el transporte del contaminante desde superficies contaminadas.

El modelo proporciona un esquema para evaluar la exposición dérmica, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Uno de los propósitos del modelo conceptual es ayudar a identificar los compartimentos y los procesos de transferencia de materia más importantes en una situación dada con el objetivo de establecer una estrategia

de muestreo apropiada. Así, por ejemplo, si se pretende medir la exposición dérmica de un líquido en una situación en la que existe una importante contaminación de las superficies de trabajo, se debería recoger información sobre la probabilidad de evaporación del líquido de la superficie, la frecuencia y el método de limpieza de la superficie, el número de veces que el trabajador debe entrar en contacto con la superficie y la forma de producirse este contacto (una mano, ambas manos, los dedos, etc.).

3. MÉTODOS DE MEDIDA DIRECTA DE LA EXPOSICIÓN DÉRMICA

En la determinación de la exposición por vía dérmica cabe distinguir entre medidas de exposición potencial, de exposición real y de dosis absorbida, tal y como se indica en la NTP 697 "Exposición a contaminantes químicos por vía dérmica", siendo las dos primeras medidas directas de la exposición dérmica, mientras que la dosis interna se determina mediante control biológico. Esta NTP se centra en la

descripción de las medidas directas de exposición dérmica.

Las técnicas de medida directa de la exposición dérmica son: la técnica de interceptación o sustitutiva de la piel, la técnica de eliminación o retirada del contaminante y la técnica de recuperación in situ o de evaluación directa. Adicionalmente puede usarse la técnica de muestreo de superficies para evaluar la exposición dérmica indirectamente ya que recoge el contaminante depositado en una superficie de trabajo determinada, estimando cuál podría ser su contribución a la exposición dérmica si se produjera contacto físico con ella.

En la tabla 1 se enumeran los métodos más comúnmente utilizados de cada una de las técnicas anteriormente comentadas.

Técnica de muestreo	Método de muestreo
Técnica sustitutiva de la piel	Parches
	Cuerpo completo
	Guantes absorbentes
Técnica de retirada del contaminante	Lavado de manos
	Limpieza con disolvente
	Retirada del contaminante con cinta adhesiva
Técnica de recuperación in situ	Video imagen
	ATR - FTIR
	Sonda luminosa
	PXRF
Técnica de muestreo de superficies	Aspirado de superficies, limpieza con disolvente, determinación del residuo foliar desprendible, etc.

Tabla 1: Principales técnicas de muestreo aplicables a la exposición dérmica

Los resultados de las mediciones deben ser interpretados en relación con la estrategia de muestreo seguida, ya que éstos estarán influenciados por la utilización de un método u otro.

A continuación se describen y analizan cada uno de estos métodos de muestreo.

Técnica sustitutiva de la piel

El fundamento de esta técnica de muestreo es la interceptación y posterior retención del contaminante antes de que alcance la piel del trabajador, mediante la interposición de un medio de toma de muestra. Los materiales de muestreo se colocan sobre la ropa o la piel del trabajador en diferentes partes del cuerpo antes de estar expuesto al contaminante. Finalizado el periodo de toma de muestra, la cantidad de contaminante retenida en los muestreadores se extrae de los mismos y se analiza mediante un método de análisis apropiado.

De esta forma, el contaminante recuperado del medio de toma de muestra representaría:

- La exposición potencial, si el muestreador se coloca en el exterior de la capa de ropa más externa que utilice el trabajador.

- La exposición real, en el caso en el que el muestreador se coloque inmediatamente sobre la piel protegida por ropa.
- Tanto exposición potencial como real, si el muestreador se sitúa sobre la piel no protegida del trabajador.

Estos métodos asumen que el material de muestreo captura y retiene el contaminante de la misma manera que la piel, aunque en algunos casos pueda producirse una sobreestimación de la exposición real. Las propiedades físicas del material, como por ejemplo la porosidad y la capacidad de absorción, determinarán la capacidad de captura y retención del contaminante. La elección del material a utilizar deberá tener en cuenta la naturaleza del contaminante en cuestión. En general, cuando se evalúa la exposición a líquidos, el material debe ser lo suficientemente absorbente como para retener todos los líquidos que entren en contacto con él. El muestreo de partículas presenta sus propios problemas, pero la guía de la OCDE recomienda que se use un material suficientemente poroso como para retener todas las partículas con las que entre en contacto. Asimismo es indispensable que el material no contenga ninguna sustancia que pueda interferir en el análisis del contaminante, por lo que en algunos casos será necesaria una extracción previa para eliminar cualquier posible interferencia.

Los métodos sustitutivos de la piel son apropiados, en general, para evaluar los procesos de transporte de materia. Sin embargo son inapropiados para cuando se producen procesos de transporte de materia elevados desde la piel por evaporación, resuspensión, etc. Las estimaciones de la exposición serán tanto más satisfactorias mediante esta técnica cuanto mayor sea el nivel de exposición y menor el número de procesos de eliminación del contaminante.

Una consideración importante para el diseño de la estrategia de muestreo es que estos métodos pueden ser aplicados repetidas veces durante el turno de trabajo para monitorear las diferentes tareas desarrolladas por el trabajador.

Los principales métodos sustitutivos de la piel son el método de parches absorbentes, el de guantes absorbentes y el método del cuerpo completo o método de la ropa de trabajo.

Método de los parches

Sobre la ropa o piel del trabajador se colocan en lugares escogidos, un número determinado de parches que servirán para la determinación de la exposición a la sustancia química mediante su análisis.

El número de parches usado por trabajador varía según el protocolo que se emplee. El protocolo más utilizado, especialmente en estudios de exposición a plaguicidas, es el protocolo de la OCDE, que recomienda 13 parches.

Todos los protocolos existentes recomiendan la utilización de α - celulosa como material del parche. La guía de la OCDE sugiere la utilización de algodón o algodón/ poliéster, como alternativa. También se contempla la posibilidad de utilización de carbón activo para la estimación de la exposición de compuestos volátiles.

Los parches se colocan generalmente sobre un material impermeable como papel de aluminio o polietileno para evitar que los contaminantes traspasen el parche. El tamaño más habitual de un parche es de 10x10cm².

Transcurrido el tiempo de exposición, se retiran los parches y se determina la cantidad de contaminante depositado sobre los mismos. Posteriormente se extrapola la cantidad medida a las zonas corporales representadas

por los diferentes parches, teniendo en cuenta las áreas de cada zona especificadas en el protocolo seguido. Existen varias propuestas en cuanto al área de las zonas corporales y los parches representativos de ellas. En la tabla 2 se muestran las áreas asignadas a las diferentes zonas corporales, según la guía de la OCDE.

Zona corporal	Área	Localización del parche
Cabeza	1300 (a)	Pecho, espalda, hombro (b)
Cara	650	Pecho
Nuca	110	Espalda
Cuello	150	Pecho
Pecho	3550	Pecho
Espalda	3550	Espalda
Brazos	2910	Brazo
Antebrazos	1210	Antebrazo
Manos	820	Mano (c)
Muslos	3820	Muslo
Piernas	2980	Espinilla
Pies	1310	Pie
(a) En el área de la cabeza están incluidos los 650 cm ² de la cara.		
(b) La exposición de la cabeza puede estimarse usando un parche en la cabeza o con la medida de la espalda, pecho y hombros.		
(c) La exposición de las manos se estimará usando guantes absorbentes o el método del lavado de manos. En cualquier caso no es necesaria ninguna extrapolación.		

Tabla 2: Áreas de las distintas zonas corporales de un adulto y localización de los parches para evaluar la exposición dérmica de éstas.

En el método de los parches se asume o bien que la exposición es uniforme, es decir, que la cantidad que se deposita sobre el parche es homogénea en todo el área por él representada, o que se ha seleccionando el peor de los casos, es decir, que el parche está localizado en el punto de mayor exposición potencial de la parte del cuerpo en cuestión. Por lo tanto, la extrapolación en algunos casos puede infraestimar, por ejemplo salpicaduras que no captadas por el parche, o sobreestimar (salpicaduras que caen directamente en el parche o rozaduras con superficies contaminadas). Por este motivo, el método de los parches no es aplicable para determinar la exposición en estudios de reentrada. La localización, número y tamaño del parche son fundamentales para disminuir la variabilidad de los estudios, siendo la localización la fuente fundamental de variabilidad. En la mayoría de los estudios revisados en los que se compara la exposición potencial a partir del método de los parches y de la ropa de trabajo se concluye que el método de los parches infraestima la exposición sustancialmente.

Actualmente se prefiere utilizar el método del cuerpo completo o de la ropa de trabajo antes que el método de los parches absorbentes.

Método del cuerpo completo o de la ropa de trabajo

Mediante la utilización de este método desaparece la necesidad de asumir una exposición uniforme en la superficie corporal del trabajador como en el método de los parches, pero presenta la desventaja de conllevar un tratamiento de muestra más tedioso. La variación en la talla de los trabajadores suele ser una fuente de error en este método.

Los estudios más recientes que utilizan este método emplean un traje de algodón/poliéster para determinar la exposición potencial y pantalones y camiseta de manga larga por debajo del mismo, para determinar la exposición real. Tras el periodo de muestreo los trajes suelen ser seccionados en diferentes partes para facilitar su análisis y para poder determinar las partes del cuerpo más expuestas. (Figura 2).

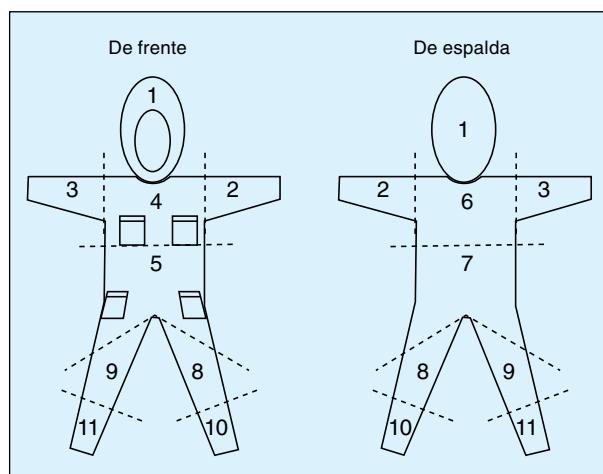


Figura 2. Localización usual de las secciones

Asimismo, mediante este método se puede estimar la exposición real y la eficacia de la ropa de protección en las condiciones reales de utilización. La ropa normal de trabajo también se puede usar para determinar la exposición real del trabajador, pudiéndose utilizar en este caso el control biológico para determinar la dosis absorbida, ya que no se añade una capa adicional de tejido que interfiera con el proceso normal de exposición del trabajador.

Método de los guantes absorbentes

Son guantes convencionales, generalmente de algodón, que el trabajador usa durante todo el periodo que dura la operación. Se pueden usar encima, debajo o en lugar de los guantes de protección del trabajador

La principal limitación es que los guantes pueden absorber más plaguicida del que retendría la piel en las mismas circunstancias, por lo que es posible una sobreestimación de la exposición. Según diferentes estudios de comparación del método de los guantes absorbente frente al método del lavado de manos, que se verá a continuación, el método de los guantes absorbentes suele generar valores de exposición mayores que el del lavado de manos.

Entre las ventajas que presenta destacan las siguientes: posibilidad de ser cambiados rápidamente, capacidad de atrapar las sustancias tóxicas durante el periodo de exposición, y además son útiles en casos de residuos que son insolubles o degradados por el disolvente, casos

en los que es muy complicado el uso del método del lavado de manos.

Técnica de retirada del contaminante

El fundamento de esta técnica es la retirada del contaminante una vez depositado sobre la superficie de la piel y antes de que sea absorbido. El principal inconveniente de estos métodos es la infraestimación de la exposición debido a la absorción de parte del contaminante depositado en la piel. Conceptualmente estos métodos miden la cantidad recuperable de la piel más que la cantidad de contaminante depositada.

Se pueden distinguir tres métodos: lavado de manos, limpieza con disolvente y retirada del contaminante con cinta adhesiva.

La técnica de retirada del contaminante es en general inapropiada para la evaluación de la exposición dérmica cuando el contaminante puede ser rápidamente eliminado de la piel mediante una resuspensión o evaporación del mismo, por ejemplo, o rápidamente absorbido en la piel. Es igualmente inapropiada para elevados niveles de exposición. En la práctica, los períodos de muestreo deben ser tan pequeños como sea posible, salvo que exista alguna información adicional.

Con excepción del muestreo de las manos, se suelen utilizar plantillas para determinar de forma exacta la superficie corporal a muestrear.

La mayor limitación de esta técnica es que únicamente puede ser usada para determinar la exposición de determinadas partes del cuerpo. Otra limitación de este método es que solamente puede ser realizado un número limitado de veces al día ya que la función de barrera de la piel puede verse afectada.

Método del lavado de manos

En este método la fuerza externa empleada para retirar el contaminante de la capa externa de la piel es una acción mecánica, un arrastre hidrodinámico o una acción química (disolución).

Se distinguen dos procedimientos de lavado de manos. La *limpieza con disolvente* consiste en lavar las manos como se hace habitualmente, mediante movimientos de ambas manos con un líquido. La retirada del contaminante se realiza por acción mecánica y por acción química (disolución). El *aclarado* consiste en introducir las manos en unas bolsas que contienen un disolvente adecuado y después agitarlas vigorosamente. La retirada del contaminante se realiza por un arrastre hidrodinámico y por acción química (disolución).

La distinción fundamental entre estos dos procedimientos es la presencia o ausencia de fuerzas mecánicas.

Durante el procedimiento de *limpieza con disolvente* los trabajadores deben lavarse las manos de manera similar a como se realiza habitualmente o de acuerdo con el procedimiento de 6 pasos descrito en la norma EN 1499:1997 - Desinfectantes químicos y antisépticos – Lavado higiénico de las manos – Método de ensayo y requisitos.

Durante el procedimiento de *aclarado*, una mano se sumerge en el líquido de lavado en el interior de una bolsa, que está sujeta alrededor de la muñeca del trabajador para evitar derrames. La mano se agita vigorosamente durante un tiempo concreto, un número fijo de agitaciones o un número establecido de agitaciones durante un tiempo determinado.

Los líquidos de lavado pueden ser agua destilada o

desionizada, en combinación con algún surfactante comercial, jabones líquidos comerciales o disolventes orgánicos. Adicionalmente suele usarse detergentes para facilitar la retirada de partículas insolubles.

La eficacia de la recuperación del contaminante de la piel dependerá de múltiples factores entre los que destacan el tipo de líquido usado, si éste es vertido durante el proceso o se encuentra retenido en un recipiente, el tiempo de permanencia del contaminante en la piel, la cantidad de contaminante a recuperar de la piel, el proceso de contaminación y el estado físico-químico del contaminante en la piel, el número de lavados consecutivos realizados, la duración del proceso del lavado de manos, la cantidad de surfactante, jabón o disolvente utilizado, la dureza del agua y la temperatura del líquido empleado, etc.

Debido a todas estas variables que pueden afectar a la eficacia del método (la eficacia del muestreo puede variar de 23 % a 96 %, según un estudio que recopila estudios de eficacia del lavado de manos), se debe realizar previamente a la toma de muestra un ensayo de eficacia, aunque no exista hasta el momento un procedimiento estandarizado para realizarlo.

La guía de la OCDE recomienda la realización del lavado de manos cuando los trabajadores se laven habitualmente las manos durante el turno de trabajo. Sin embargo, cuando el objetivo es monitorear una tarea determinada el periodo de muestreo debe ser la duración de la tarea o un tiempo determinado durante la realización de la misma.

Tanto la guía de la OCDE como el protocolo de la US EPA recomiendan el lavado previo de las manos con algún disolvente para evitar la presencia de contaminantes de fondo.

Método de la limpieza con disolvente

Este método consiste en la retirada del contaminante de la piel mediante el arrastre por fricción con un medio de toma de muestra humedecido con algún líquido. De manera similar al lavado de manos, el contaminante se recupera de la piel mediante la combinación de una acción mecánica y química (disolución).

El medio de muestreo usualmente utilizado para la limpieza con disolvente son tejidos de algodón, aunque también está descrita la utilización de materiales de celulosa para la toma de muestra de PCBs (policlorobifenilos) de las manos de los trabajadores. El líquido con el que se humedece el material de muestreo suele ser agua desionizada o alcohol como el etanol o isopropanol.

En este método, al contrario del método del lavado de manos que puede aplicarse usando un método estandarizado (EN 1499:1997), la eficacia de la limpieza con disolvente depende de la habilidad del técnico que toma la muestra. Se recomienda limitar el número de operarios debido a la elevada dependencia del método con el procedimiento seguido. En diferentes estudios se demuestra que este método tiende a infraestimar la exposición de los trabajadores. La eficacia del muestreo varía entre 36 a 104 (mediana 51 %) según una recopilación de estudios de eficacia de la limpieza con disolvente. La eficacia de la limpieza depende igualmente del número de pases con el medio de muestreo que se realicen sobre la superficie de piel a muestrear y de la relación entre la superficie a muestrear y la superficie del muestreador. Se ha propuesto el uso de un ratio de 1:5 entre la superficie del muestreador y de la piel. Hay que tener en cuenta que como en el caso del lavado de

manos, la aplicación consecutiva del método afecta a la recuperación del contaminante.

Al igual que el lavado de manos y debido a las múltiples variables que pueden influir en este método, se recomienda realizar un estudio de la eficacia previo al muestreo. Este estudio de eficacia debe ser diseñado para imitar las condiciones de exposición, el tiempo de permanencia del contaminante en la piel y el nivel de exposición.

Método de la retirada del contaminante con cinta adhesiva

La exposición real a un contaminante puede ser estimada midiendo la cantidad del mismo, retirado de la piel con una cinta adhesiva. Para aumentar la eficacia del procedimiento éste se suele repetir un número determinado de veces de forma consecutiva. El método se aplica tanto para materia particulada como para compuestos viscosos que permanecen en la piel un periodo de tiempo significativo. Es un método no invasivo y lo que lo diferencia fundamentalmente de los otros dos métodos de retirada de contaminante es que se puede recuperar de la capa más superficial del estrato córneo, no solo residuos de la superficie de la piel.

El procedimiento de muestreo es el siguiente:

- Colocación de la pieza de cinta adhesiva en una superficie de la piel determinada, presionando a continuación la zona, evitando cualquier contaminación.
- Mantenimiento de la cinta adhesiva durante un periodo de tiempo determinado previamente, aunque se suele limitar a 2 minutos.
- Retirada de la cinta a una velocidad constante y con un ángulo de 45° con respecto a la piel, evitando cualquier contaminación.
- Introducción de la muestra en un recipiente correctamente etiquetado.
- Repetición de los pasos 1 a 4 un número de veces determinado según las estrategias de muestreo seguida. De 1 a 3 veces suele ser lo habitual.
- Adición de una determinada cantidad de disolvente al recipiente que contiene la(s) muestra(s). Transporte al laboratorio y posterior análisis.

Los adhesivos utilizados son sustancias orgánicas de elevado peso molecular. La eficacia de la recuperación del contaminante depende de las propiedades del muestreador, de las propiedades del contaminante de la superficie de piel contaminada y de las propiedades de la piel.

La mayor limitación es su elevada dependencia de la habilidad del técnico que toma la muestra, al igual que el método de la limpieza con disolvente.

Técnica de recuperación in situ

La exposición dérmica puede ser estimada midiendo la cantidad de contaminante o de un trazador químico fluorescente o colorante, directamente sobre la ropa o sobre la piel del trabajador. La principal ventaja de este método es la detección "in situ" del contaminante utilizando como medio de muestreo la propia piel o la ropa del trabajador, en vez de parches u otros medios diferentes.

Se pueden utilizar cuatro métodos: detección por video imagen del propio contaminante o un trazador, detección por espectroscopia de infrarrojos con transformada de Fourier con sistema de reflexión total atenuada (ATR-FTIR) del propio contaminante o un trazador, detección del propio contaminante o un trazador empleando de una sonda luminosa y el método de detección por espectroscopia de fluorescencia de rayos X (XRF).

El primer método puede usarse en amplias zonas corporales mientras que los otros tres solamente se aplican a pequeñas zonas.

Si el contaminante en cuestión no puede determinarse directamente con los métodos anteriores, puede incorporarse una cantidad conocida de trazador fluorescente, colorante o que absorba en la zona del infrarrojo en el producto. Estos trazadores deben tener un comportamiento similar al contaminante en cuestión (como puede ser su retención/penetración en la ropa de trabajo) sin alterar las propiedades físicas del producto, por lo que se deben realizar estudios previos que lo demuestren. Ésta es una de las mayores limitaciones de este tipo de métodos. Otras desventajas pueden ser la respuesta no lineal a elevados niveles de exposición, la descomposición del colorante o del trazador con la luz solar o con el tiempo, su absorción en la ropa, etc.

Como consideraciones para la estrategia de muestreo hay que destacar que la técnica de recuperación *in situ* es muy apropiada cuando el contaminante se absorba rápidamente en la piel ya que el uso del trazador puede ser la mejor opción. Además puede aplicarse de manera conjunta con el control biológico. Otra consideración que hay que tener en cuenta en el diseño de la estrategia de muestreo es que estos métodos pueden aplicarse en repetidas ocasiones a lo largo de la jornada, pudiendo observarse la evolución y la contribución a la exposición global de cada una de las tareas desarrolladas durante el turno de trabajo.

Método de detección por video imagen

Tras la realización de las tareas oportunas utilizando el producto con el contaminante en cuestión o con el trazador, el trabajador se sitúa en un haz de luz ultravioleta o visible. Las áreas expuestas se fotografían mediante una videocámara que graba la luz emitida (natural o fluorescente). La exposición dérmica se calcula en función de la intensidad de cada píxel de la imagen, según la curva de calibración establecida.

Este método también puede ser aplicable para determinar la eficacia de los trajes de protección y puede servir como una herramienta demostrativa en la formación y entrenamiento de los trabajadores. Las principales ventajas de este método son la capacidad de determinar de forma exacta las áreas expuestas y la posibilidad de recoger gran cantidad de muestras de forma sencilla.

Se han realizado dos estudios comparando este método con el método del cuerpo completo y del lavado de manos. Se observó una variación importante entre los resultados de la aplicación del método de los trazadores fluorescentes y el método y el análisis de la ropa de trabajo, mientras que la correlación fue buena cuando se comparó con el método del lavado de manos. Sin embargo en ambos estudios se reconocía que la exactitud del método de los trazadores fluorescentes no es tan buena como los métodos de análisis químicos cuando los niveles de exposición son bajos.

Método de detección por espectroscopia de infrarrojos con transformada de Fourier con sistema de reflexión total atenuada (ATR-FTIR)

La espectroscopia ATR-FTIR usada para el análisis superficial de la densidad óptica de materiales como lubricantes y productos alimenticios, también puede ser utilizada para la identificación de contaminantes.

El elemento clave en este método es un cristal trans-

parente al infrarrojo con un índice de refracción uniforme. El principio de esta medida se basa en el fenómeno de la reflexión total interna y la transmisión de la luz a través de un cristal con elevado índice de refracción. La radiación penetra (unos μm) más allá de la superficie del cristal donde se produce la reflexión total, en forma de onda evanescente. Si en el lado exterior del cristal se coloca un material absorbente (muestra), la luz que viaja a través del cristal se verá atenuada (de ahí el nombre de esta técnica) y se puede registrar el espectro de la muestra.

Este método sólo puede ser aplicado a pequeñas áreas de círculo máximo 2 cm^2 .

Método de detección empleando de una sonda luminosa

Se ha desarrollado un detector de luminiscencia móvil para la medición de los contaminantes en la piel. El diseño del instrumento se basa en una sonda de fibra óptica que transmite la luz de excitación ultravioleta hasta la superficie de la piel midiendo la fluorescencia inducida por detección de fotones.

Este método sólo puede ser aplicado en pequeñas áreas de piel (1cm^2) y para el muestreo de superficies, aunque actualmente se está comercializando otro dispositivo con mayor capacidad de análisis de superficies.

Método de detección por espectroscopia de fluorescencia de rayos X (XRF)

Mediante el empleo de un espectrofotómetro portátil de rayos X (PXRF) también se puede determinar la exposición dérmica del cuerpo de los trabajadores. El PXRF usado en un estudio de exposición emplea los rayos γ y de tres fuentes radioactivas diferentes para excitar el metal depositado en la superficie de los trajes de protección. En este estudio se determinó la cantidad de producto depositado en 104 muestras distribuidas por el traje de protección y se compararon los resultados con los obtenidos mediante el método de los parches y del cuerpo completo. Los resultados muestran una mayor exactitud del método del cuerpo completo frente al método de los parches. La utilización de este método de detección frente al método del cuerpo completo tiene como principales ventajas la rapidez de análisis y la mayor resolución espacial de la exposición.

Técnica de muestreo de superficies

Esta técnica permite recoger el contaminante depositado en una superficie de trabajo de área conocida y estimar cuál podría ser su contribución a la exposición dérmica si se produjera un contacto físico con ella. Los métodos utilizados pueden ser la limpieza con disolvente de una superficie, el método de la cinta adhesiva, el aspirado del contaminante de una superficie determinada, o la extracción líquida del contaminante depositado sobre una superficie, como puede ser el residuo de plaguicida en una hoja.

En la mayoría de los casos no se pretende recuperar el 100 % del residuo presente en la superficie, sino el residuo que depositado sobre la superficie con capacidad de transferirse a la piel del trabajador.

Una aplicación de este método es la determinación del residuo foliar desprendible (DFR) empleada en la evaluación del riesgo por exposición durante la entrada a los cultivos previamente tratados con productos fitosanitarios. Se ha demostrado que el valor del DFR, medido por extracción con un surfactante determinado y siguiendo un

procedimiento establecido, es directamente proporcional con la exposición dérmica de los trabajadores, siendo el coeficiente de proporcionalidad, un valor dependiente de la actividad desarrollada por el trabajador.

4. ESTRATEGIA DE MUESTREO DE LA EXPOSICIÓN DÉRMICA

Las estrategias para la evaluación de la exposición por vía dérmica de contaminantes no han sido desarrolladas tan ampliamente como en el caso de la exposición inhalatoria, como por ejemplo en la norma UNE-EN 689:1996, sobre atmósferas en el lugar de trabajo. Sin embargo, sí que se han descrito una serie de recomendaciones en protocolos (WHO, EPA), guías (OCDE) y en el Informe Técnico CEN/TR 15278:2005 sobre la elección de los métodos de muestreo más apropiados, duración del muestreo, variación temporal y espacial de la exposición dérmica, la evaluación de la eficacia de la ropa de protección, etc.

Existe asimismo un método para estimar la exposición dérmica sin efectuar ninguna medición que es el método DREAM (Dermal Exposure Assessment Method). Este método también se puede utilizar para definir la estrategia de muestreo a seguir para medir la exposición de los trabajadores, ya que mediante el mismo se pueden determinar los procesos de transporte de materia más importantes, las partes del cuerpo que pueden resultar más expuestas, los grupos de trabajadores y las tareas con mayor exposición potencial, etc. El método DREAM se describirá con mayor detalle en la NTP 896 "Metodología simplificada para la determinación de la exposición dérmica a sustancias químicas", en la que se analizarán las metodologías simplificadas para la determinación de la exposición dérmica a sustancias químicas.

Todos los métodos de medida directa de la exposición dérmica, anteriormente descritos, tienen ventajas y desventajas que han de tenerse en cuenta en la planificación de la toma de muestra. Por ejemplo, cuando se pretende evaluar la exposición dérmica de un trabajador por contacto con una superficie o equipo de trabajo contaminado, únicamente habría que evaluar la exposición de las manos, siempre y cuando esta asunción haya sido demostrada con, por ejemplo, el método de detección por video imagen.

El Informe Técnico CEN/TR 15278:2005 utiliza el modelo conceptual descrito anteriormente como punto de partida para el diseño de la estrategia de muestreo. El método de muestreo se debe seleccionar en función de la importancia relativa de unos procesos de transporte de materia frente a otros, lo que influirá igualmente en la selección de la duración del periodo de muestreo. Los procesos de transporte de materia que hay que tener en cuenta son por un lado la absorción del contaminante en la piel y el paso del contaminante a otros compartimentos por los procesos de eliminación, descontaminación y resuspensión o evaporación.

En el caso de que el índice de transporte en ambos procesos de transferencia de materia sea bajo, es posible la utilización las técnicas de retirada de contaminante o de recuperación "in situ". Si el paso del contaminante a otros compartimentos es bajo, pero la absorción del contaminante por la piel es importante, la técnica de sustitutiva de la piel o la técnica de recuperación "in situ" dará una buena medición de la exposición dérmica. En el caso contrario, la técnica de sustitutiva de la piel tenderá a sobreestimar la exposición ya que las propiedades de

captación del material sustitutivo de la piel son mejores que las de la propia piel y la tasa de evaporación, eliminación y descontaminación es alta. En éste y en el caso de que ambos procesos de transferencia de materia sean elevados, es preferible la utilización del control biológico, siempre que sea posible. En la tabla 3 se exponen estas consideraciones de forma esquemática.

La técnica de muestreo de superficies se puede usar de forma similar a las mediciones estáticas (instrumentos instalados en un determinado lugar) en la planificación de la estrategia de muestreo ambiental dada por la norma UNE-EN 689:1996, es decir, para determinar niveles aproximados y tendencias, para confirmar hipótesis mediante datos aproximados o midiendo en condiciones extremas.

Las mediciones pueden hacerse seleccionando el peor caso razonable, midiendo la exposición de todas las tareas de forma individual, combinando todos los resultados ponderados con la duración de cada tarea, o bien de for-

ma aleatoria recogiendo la información necesaria de las tareas, procesos, actitud o comportamiento de los trabajadores y tratando los datos obtenidos estadísticamente.

Con respecto al número de muestras, la guía de la OCDE recomienda un número mínimo de 10 muestras tomadas sobre diferentes trabajadores. Los trabajadores seleccionados para la realización del estudio deberán ser aquellos que habitualmente realicen las tareas que se pretenden estudiar y se les informará del objetivo del estudio y de la necesidad de que desarrollem su trabajo de manera habitual. Asimismo se ha sugerido por diversos autores que los trabajadores se seleccionen de entre grupos de trabajadores con exposición similar mediante muestreo aleatorio estratificado, de manera similar a como se realiza en la norma UNE-EN 689:1996 para la evaluación de la exposición por inhalación. La duración del muestreo debe ser representativa de una jornada laboral, evitando saturación y teniendo en cuenta propiedades físico-químicas del producto.

Tasa de eliminación, descontaminación y resuspensión o evaporación	Tasa de absorción	
	Alta	Baja
Alta	Control biológico	Control biológico
Baja	Técnicas sustitutivas de la piel o de recuperación in situ	Técnicas de retirada del contaminante o de recuperación in situ

Tabla 3. Selección de la técnica de muestreo en función de los procesos de transporte de materia.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) CEN/TR 15278:2005
Workplace exposure-Strategy for the evaluation of dermal exposure.
- (2) CEN/TS 15279:2005
Workplace exposure- Measurement of dermal exposure- Principles and methods.
- (3) LUNDGREN, L., SKARE, L. AND LIDE'N, C.
Measuring Dust on Skin with a Small Vacuuming Sampler—A Comparison with Other Sampling Techniques.
Annals of Occupational Hygiene, 50(1):95-103, 2006.
- (4) OCDE
Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides During Agricultural Application.
OECD Series on Testing and Assessment, No 9 OECD/GD(97)/ 148, Paris, 1997.
- (5) SCHNEIDER, T., VERMEULEN, R., BROUWER, D., CHERRIE, J.W., KROMHOUT, H. AND FOUGH, C.L. (1999)
Conceptual model for the assessment of dermal exposure.
Occupational and Environmental Medicine, 56,765-73.
- (6) UNE-EN 689:1996
Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación a agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de muestreo.
- (7) US EPA (1987)
Pesticide Assessement Guidelines; Subdivision U. Applicator exposure monitoring.
US Environmental Protection Agency, Washington DC, USA.
- (8) Van-Wendel-De-Joode, B.; Brouwer D.H.; Vermeulen R.
DREAM: A method for Semi-quantitative Dermal Exposure Assessment
Annals of Occupational Hygiene, 47:71-87, 2003.
- (9) WORD HEALTH ORGANIZATION (1982)
Field surveys of exposure to pesticides; Standard protocol.
VBC/82.1. WHO. Geneva, Switzerland.

Exposición dérmica a sustancias químicas: metodología simplificada para su determinación

*Dermal exposure to chemicals: simplified methodology for evaluation
L'exposition cutanée aux produits chimiques, une méthodologie simplifiée pour l'évaluation*

Redactores:

Isaac Abril Muñoz
Ldo. en Ciencias Químicas

Pedro Delgado Cobos
Dr. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS
DE PROTECCIÓN

Esta NTP es la segunda de tres notas técnicas de prevención relativas a la exposición por vía dérmica a sustancias químicas, ampliando la información incluida en la NTP 697 "Exposición a contaminantes químicos por vía dérmica". En la primera nota técnica (NTP 895) se analizan los métodos de medida para de la exposición dérmica laboral a sustancias químicas, centrándose la presente NTP en los métodos existentes para la determinación simplificada de la exposición dérmica a sustancias químicas. La tercera de las NTP (NTP 897) aborda la metodología simplificada para la evaluación y gestión del riesgo por exposición dérmica a sustancias químicas.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La exposición de los trabajadores puede ser estimada mediante el uso de una serie de bases de datos y/o modelos de cálculo, desarrollados para evitar la realización mediciones de la exposición dérmica, sin necesidad del tiempo y recursos requeridos para ello.

Normalmente los modelos se basan en mediciones reales de exposición dérmica, de tal forma que aplicando el modelo se puede estimar la exposición de una situación similar. Los primeros modelos para la estimación de la exposición dérmica se desarrollaron en el campo de los productos fitosanitarios, ya que en la mayoría de los estudios reales éstos eran los productos utilizados. Estos son:

- Pesticide Handlers Exposure Database (PHED)
- Predictive Operator Exposure Model (POEM)
- Modelo Alemán
- Modelo Holandés
- European Predictive Operator Exposure Model (EUROPOEM)

A partir de éstos se han desarrollado modelos de cálculo para evaluar la exposición a diferentes tipos de sustancias químicas como por ejemplo biocidas, y otros específicos para una tarea determinada, como es el pintado con pistola de coches. En el ámbito de los productos fitosanitarios se ha desarrollado un método semicuantitativo para la determinación de la exposición a este tipo de productos llamado Método para la clasificación de los determinantes de exposición dérmica (DERM).

La evaluación la exposición dérmica a agentes químicos en general puede realizarse utilizando el método ECETOC Tarjeted Risk Assessment (TRA) desarrollado por el Centro Europeo para la Ecotoxicología y Toxicología de Agentes químicos (ECETOC), el cual se basa en el modelo EASE (Estimation and Assessment of Substance Exposure) que se describe a continuación. La Guía sobre los requerimientos de información y evaluación de la se-

guridad de las sustancias y preparados químicos, en su Capítulo R.14: Estimación de la exposición de los trabajadores, elaborada por la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA), recomienda la utilización del Método ECETOC TRA como primera aproximación para la determinación de la exposición dérmica e inhalatoria, en el marco del reglamento REACH.

Esta misma Guía, recomienda la utilización del modelo desarrollado en el proyecto Europeo Risk Assessment for Occupational Dermal Exposure to Chemicals (RIS-KOFDERM) para refinar los resultados obtenidos en la primera aproximación.

Sin embargo, todos estos modelos se desarrollaron para su utilización por profesionales expertos, fundamentalmente en la autorización de la comercialización de productos. No son sencillas herramientas para la evaluación simplificada del riesgo por exposición dérmica para su manejo por empresarios, técnicos de prevención o trabajadores. A pesar de ello, se considera que su utilización puede ser útil a la hora de estimar la exposición, pudiendo utilizar conjuntamente alguna de las herramientas descritas en la NTP 897.

En la presente nota técnica de prevención se describirá asimismo el método semicuantitativo DREAM (Dermal Exposure Assessment Method) para la evaluación de la exposición de agentes químicos y biológicos. El método DREAM puede servir para:

- Una evaluación inicial de los niveles de exposición a líquidos y a sólidos
- Una herramienta para establecer las estrategias, determinando quién o quiénes, qué y dónde medir, estableciendo unas prioridades en función de las partes del cuerpo más afectadas, trabajadores o grupos de trabajadores y tareas (tal y como se describe en la NTP-895 Exposición dérmica a sustancias químicas: métodos de medida)
- Una herramienta para el establecimiento de medidas preventivas adecuadas.

2. MODELO EASE (Estimation and Assessment of Substance Exposure)

El modelo EASE se desarrolló por el Health Safety Executive (HSE) en el Reino Unido en los años 1990s, basándose, la parte del modelo EASE referente a la exposición dérmica, en un número muy limitado de estudios de adherencia del contaminante a las manos y a los antebrazos sumergidos en un líquido y en los criterios establecidos por expertos en esta materia.

Según el modelo EASE existen tres puntos clave en la evaluación de la exposición dérmica:

- El estado físico de la sustancia.
- El patrón de utilización y de control de la exposición de la sustancia.
- El nivel de contacto, ocasional (una vez al día), intermitente (2 a 10 contactos) y amplio (>10).

La evaluación según este método, sigue el esquema de la figura 1.

El modelo expresa la exposición dérmica como la cantidad en miligramos que es capaz de depositarse en las manos y brazos (una superficie estimada de 2000 cm²) durante un día de trabajo, sin tener en cuenta la cantidad de ésta exposición potencial que puede penetrar la piel.

El modelo tampoco tiene en cuenta el efecto de lavarse las manos, la evaporación del contaminante o

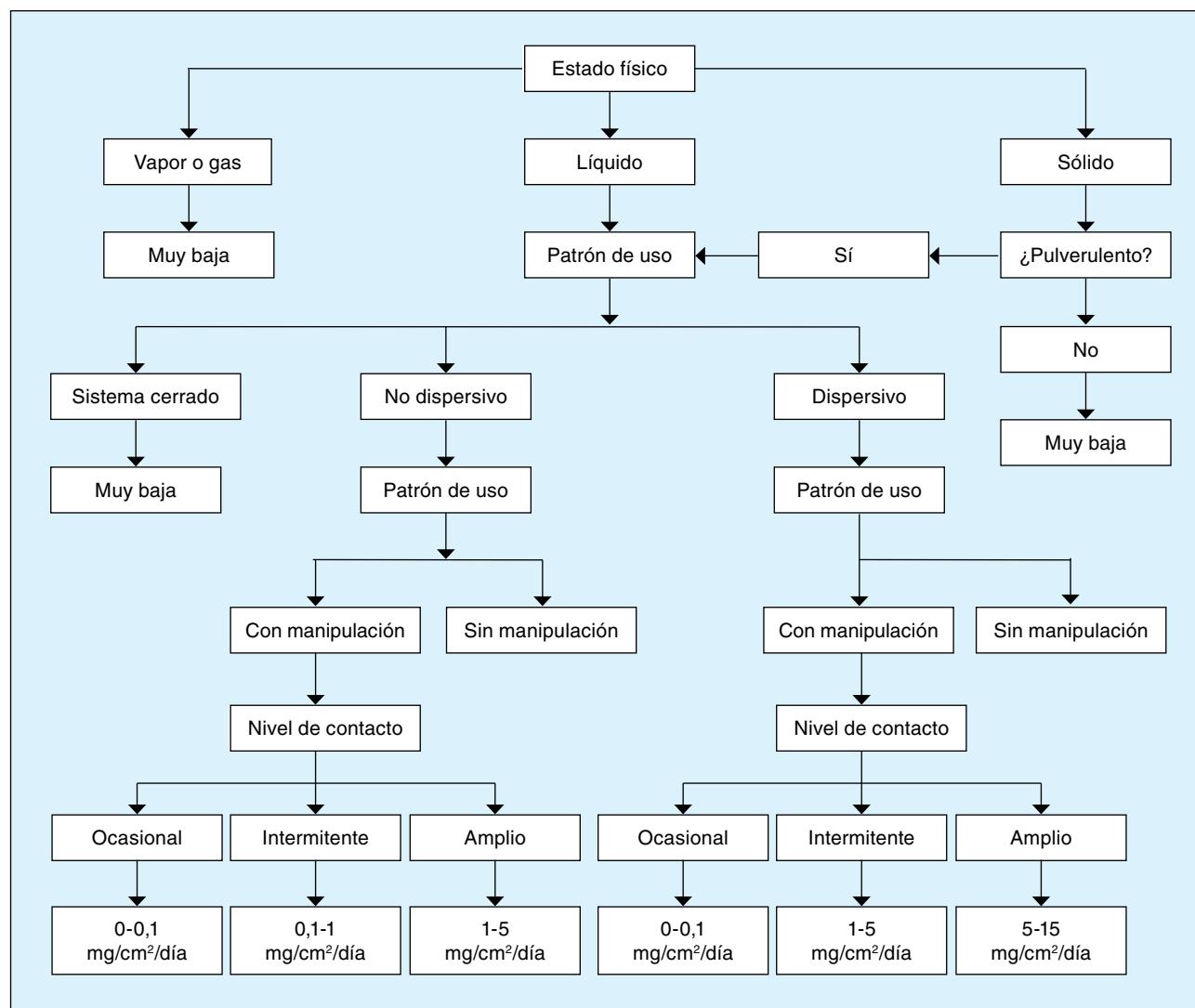
cualquier otra pérdida del mismo de la piel, ni prevé la disminución de la exposición por la utilización de ropa de protección.

Se han realizado dos estudios para validar la estimación de la exposición dérmica a polvo de metal obtenida por el modelo EASE. Ambos estudios muestran una tendencia del modelo a sobreestimar, al menos para polvos metálicos, la exposición. Sin embargo el modelo no ha sido validado para líquidos o sólidos no metálicos.

Se puede afirmar que la estimación de la exposición dérmica mediante este modelo es muy rudimentaria y está basada en los pocos estudios disponibles cuando se desarrolló el modelo. Se tiene previsto revisar el modelo con la información actualmente disponible.

Como se ha comentado anteriormente, el ECETOC ha incluido el modelo EASE en el método TRA, multiplicando los resultados de exposición dérmica obtenidos mediante la aplicación del modelo por el área de contacto dérmico asumido, el cual varía en función del escenario de que se trate (como por ejemplo la transferencia de líquidos a pequeños envases supone una exposición de un área corporal de 480 cm²).

A través de la página web <http://www.ecetoc.org/tra> puede descargarse el método ECETOC TRA junto con una descripción más amplia del mismo.



Otra herramienta (MEASE) que incorpora el modelo EASE, junto con otros datos reales de exposición a varios metales, para la estimación de la exposición a metales y sustancias inorgánicas puede ser consultada a través de la web <http://www.ebrc.de/mease.html>.

3. MODELO RISKOFDERM

El modelo RISKOFDERM se desarrolló, en el marco del proyecto Europeo del mismo nombre, como resultado del estudio de la peligrosidad intrínseca para la piel de los agentes químicos y del análisis de las tareas que suponen una importante exposición dérmica en Europa, examinando los factores determinantes de esta exposición, y realizando una serie medidas reales de exposición en toda Europa.

La agrupación de las tareas que suponen una mayor exposición dérmica en seis categorías, llamadas Dermal Exposure Operation units (DEO units), supone en la práctica, la existencia de seis modelos diferentes para cada una de las DEO:

- Manipulación de objetos contaminados
- Dispersión manual de productos
- Dispersión de productos con una herramienta manual
- Pulverización de productos
- Inmersión
- Tratamiento mecánico de objetos sólidos

Tras la selección de la unidad DEO y de la tarea específica a desarrollar por el trabajador, cada modelo calcula la exposición potencial (exposición de la ropa y de la piel descubierta) a través de la valoración de los diferentes parámetros determinantes de la exposición incluidos en cada modelo.

Los determinantes de la exposición dérmica que se tienen en cuenta en el modelo RISKOFDERM se pueden agrupar en:

- Características del producto (estado físico, viscosidad, volatilidad, etc.)
- Tarea realizada por el trabajador (frecuencia, intensidad, duración, etc.)
- Proceso técnico y equipo (tipo, orientación, presión, etc.)
- Medidas de control (organización, extracción localizada, etc.)
- Características y hábitos del trabajador (formación, higiene, características de piel, etc.)
- Área y situación (tipo de superficie, condiciones atmosféricas, etc.)

Cada modelo proporciona los resultados de exposición potencial (en $\mu\text{l}/\text{min}$ o $\mu\text{g}/\text{min}$) para las manos y el cuerpo de forma independiente, salvo para el modelo correspondiente a la unidad DEO 6 en el que sólo se obtuvieron medidas de las manos. A partir de estos valores se extrae el resultado para un turno de trabajo a partir de la duración total de la tarea.

El modelo RISKOFDERM permite la selección de diferentes percentiles, dependiendo del grado de conservadurismo necesario. En general se recomienda utilizar el percentil 75 cuando la exposición potencial se calcula utilizando valores conservadores para los determinantes de la exposición incluidos en cada modelo, y el percentil 90 cuando los valores de estos determinantes seleccionados son menos conservadores.

Asimismo el modelo advierte al profesional evaluador cuando la exposición estimada por el mismo está fuera del rango de los valores utilizados para desarrollar el modelo o cuando la exposición estimada es irracionalmente

elevada, comparado con la cantidad de contaminante que la piel puede contener.

Aunque el modelo no se ha validado con datos independientes, en el proyecto RISKOFDERM se realizaron una serie de estudios que demostraron que los datos proporcionados por el modelo eran válidos y adecuados para situaciones parecidas a las que han servido para desarrollar el modelo. El modelo no es aplicable para sustancias muy volátiles (Presión de vapor >500 Pa) debido a la falta de resultados reales de exposición dérmica obtenidos.

A través de la página web del TNO (<http://www.tno.nl/>) se puede descargar una hoja de cálculo en Microsoft Excel del modelo RISKOFDERM y un documento guía de aplicación del mismo.

4. MÉTODO DREAM (Dermal Exposure Assessment Method)

El método DREAM está basado fundamentalmente en el modelo conceptual de exposición dérmica (ver NTP 895) ya que permite asegurar que todas las variables con mayor importancia en la exposición dérmica son tenidas en cuenta para una situación determinada.

El método DREAM consta de dos partes. La primera es una recopilación de información mediante un cuestionario desarrollado para su cumplimentación por un profesional mediante la observación del proceso y entrevistando a los trabajadores. El cuestionario está estructurado en seis módulos:

- Empresa, recopilando información general sobre la misma.
- Departamento, indicando las fuentes de exposición y otras cuestiones acerca del orden y la limpieza del lugar de trabajo.
- Producto, describiendo las propiedades físico-químicas de las sustancias.
- Trabajo, incluyendo información sobre las responsabilidades del personal y prácticas higiénicas.
- Tarea, especificando la duración y la frecuencia de realización de la tarea y el número de trabajadores afectados
- Exposición, recopilando información sobre la probabilidad e intensidad de la exposición para cada ruta de exposición (emisión, deposición y transferencia) del modelo conceptual (ver NTP-895), especificando la ropa de protección y otros equipos de protección utilizados, así como la posible contaminación de las superficies del lugar de trabajo.

En la segunda parte del método se realiza la estimación de la exposición de los trabajadores. El esquema seguido por el método es el que se muestra en la figura 2. La exposición potencial (contaminación de la ropa de trabajo y de la piel no cubierta) y real (contaminación de la piel) de nueve partes del cuerpo (cabeza, brazos, antebrazos, manos, pecho, espalda, parte baja del cuerpo, espinillas y pies) se determina en base a 33 variables. La dirección y magnitud de cada una de las variables se determinó en base a estudios reales de exposición, teniendo en cuenta asimismo los criterios de expertos en esta materia.

La estimación del nivel de exposición potencial de cada una de las partes del cuerpo (Skin-P_{BP}) se basa, tal y como se muestra en las ecuaciones (1) a (4), en el producto de la intensidad por la probabilidad de la exposición para cada ruta de exposición (emisión (E_{BP}), deposición (D_{BP}) y transferencia (T_{BP})), y multiplicando el resultado por la llamada Emisión intrínseca (E_i), factor que tiene en

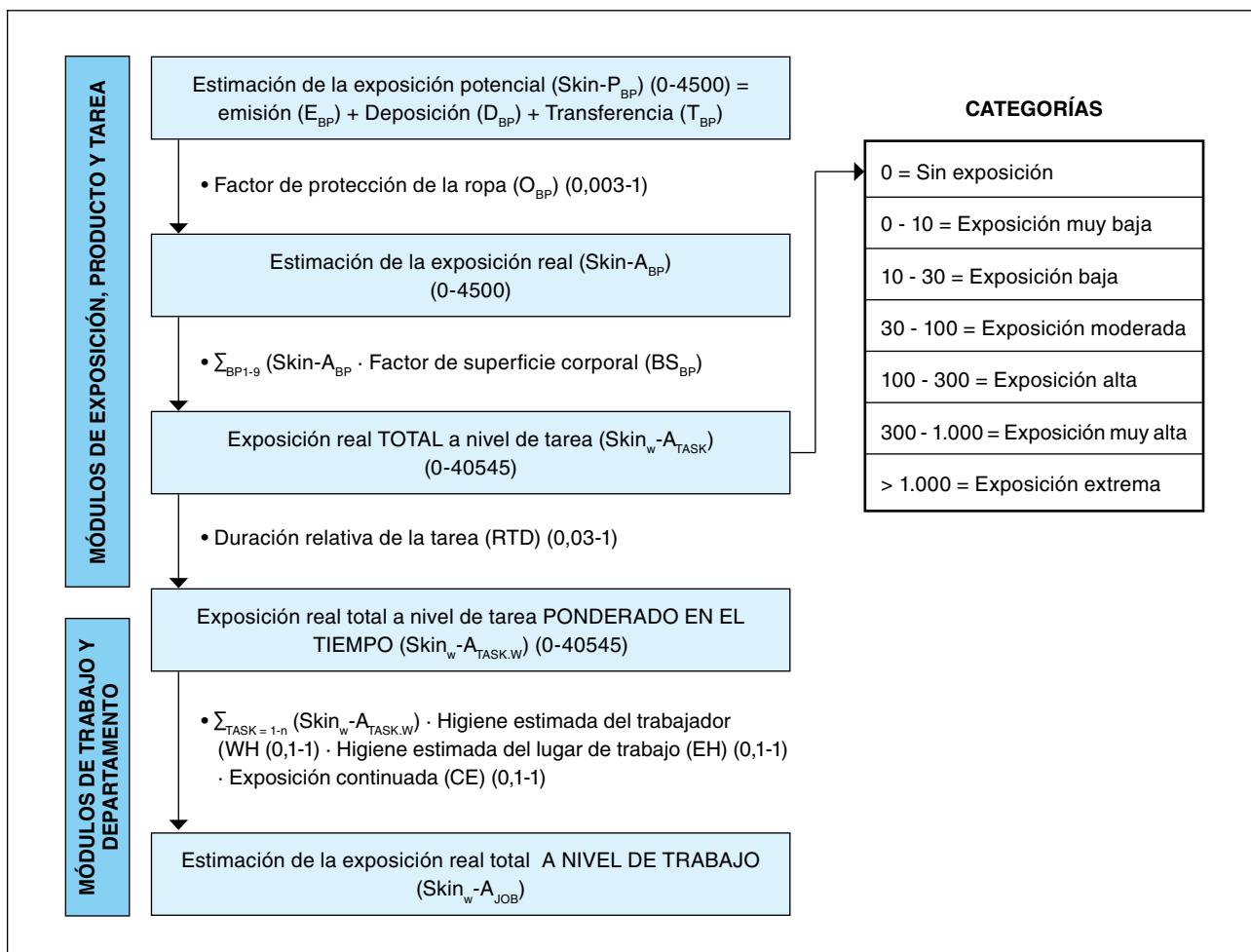


Figura 2. Esquema de la evaluación según el modelo DREAM. Cada estimación se realiza de acuerdo a una serie de variables. Los rangos de las estimaciones se muestran entre paréntesis.

cuenta las características físicas y químicas de la sustancia y por el factor de la ruta de exposición (ER).

$$\text{Skin-}P_{BP} = E_{BP} + D_{BP} + T_{BP} \quad (1)$$

$$E_{BP} = P_{E,BP} \cdot I_{E,BP} \cdot E_I \cdot ER_E \quad (2)$$

$$D_{BP} = P_{Dp,BP} \cdot I_{Dp,BP} \cdot E_I \cdot ER_{Dp} \quad (3)$$

$$T_{BP} = P_{T,BP} \cdot I_{T,BP} \cdot E_I \cdot ER_T \quad (4)$$

La probabilidad se define como la frecuencia con la que ocurre una determinada exposición y se divide en cuatro categorías asignándose los valores de 0 a 10 para cada ruta de exposición, según la tabla 1. La intensidad se define como la cantidad de contaminante en la ropa o en la piel descubierta del trabajador, para las rutas de emisión y deposición, y como el nivel de contaminación para la ruta de transferencia. En la tabla 1 se muestran las categorías asignadas para la intensidad, 1, 3 y 10 para la emisión y la deposición y 0, 1, 3 y 10 para la transferencia.

La exposición debida a la emisión, al ser un proceso directo desde la fuente a la ropa o la piel del trabajador, sin ninguna interferencia como puede ser el aire o las superficies contaminadas, en las rutas de deposición y transferencia, respectivamente, debe tener más peso en la exposición total del trabajador que las otras rutas, asignándose a este factor un valor de 3 para la ruta de emisión, mientras que para las otras rutas el valor asignado es 1.

La Emisión intrínseca (EI) es diferente para sólidos, líquidos y vapores, determinándose según las ecuacio-

nes (5) a (7). Los valores de los parámetros utilizados se muestran en la tabla 2.

$$E_{I(SOLID)} = PS \cdot C \cdot F \cdot DU \cdot SS \quad (5)$$

$$E_{I(LIQUID)} = PS \cdot C \cdot L \quad (6)$$

$$E_{I(VAPOURS)} = PS \cdot C \quad (7)$$

Siendo

PS el estado físico del contaminante,
C la concentración,
F la formulación,
DU la capacidad de formar polvo,
SS la capacidad de pegarse del contaminante a la piel,
L la evaporación y
V la viscosidad.

La exposición real para cada parte del cuerpo se calcula multiplicando la exposición potencial por el factor de protección de las manos (OHA) o de otra parte del cuerpo (OBP) (ecuación (8)). Los factores de protección para las manos y para otras partes del cuerpo (ecuaciones (9) a (10)) dependen de la naturaleza del material (M) (algodón o no permeable), del factor de protección del material (PFM) y de la frecuencia con la que se cambia la ropa de protección (RF). El factor de protección del material para las manos (PFMHA = 1) es mayor que para las otras partes del cuerpo (PFMBP = 0,3) ya que los guantes están sometidos a presiones y rozamientos mayores, lo que da lugar a una mayor penetración y permeación que la

Determinante	Categoría (valor asignado)	Explicación	Proceso / comportamiento / barrera ^a
1. Probabilidad de la emisión a la ropa y a la piel sin proteger ($P_{E,BP}$).	<ul style="list-style-type: none"> Improbable (<1% de la duración de la tarea) (0) Ocasional (<10% de la duración de la tarea) (1) Repetida (10-50% de la duración de la tarea) (3) Casi constante (≥ 50% de la duración de la tarea) (10) 	A mayor frecuencia, mayor nivel de exposición.	E
2. Intensidad de la emisión ($I_{E,BP}$).	<ul style="list-style-type: none"> Pequeña (<10% de la parte del cuerpo) (1) Mediana (10-50% de la parte del cuerpo) (3) Grande (≥ 50% de la parte del cuerpo) (10) 	A mayor cantidad, mayor nivel de exposición.	E
3. Factores de la ruta de exposición.	<ul style="list-style-type: none"> ER_E (3) ER_{Dp} (1) ER_T (1) 	La emisión provoca mayor exposición que la transferencia o la deposición.	E
4. Probabilidad de la deposición en la ropa o la piel sin proteger ($P_{Dp,BP}$).	<ul style="list-style-type: none"> Improbable (<1% de la duración de la tarea) (0) Ocasional (<10% de la duración de la tarea) (1) Repetida (10-50% de la duración de la tarea) (3) Casi constante (≥ 50% de la duración de la tarea) (10) 	A mayor frecuencia, mayor nivel de exposición.	Dp
5. Intensidad de la deposición en la ropa o en la piel sin proteger ($I_{Dp,BP}$).	<ul style="list-style-type: none"> Pequeña (<10% de la parte del cuerpo) (1) Mediana (10-50% de la parte del cuerpo) (3) Grande (≥ 50% de la parte del cuerpo) (10) 	A mayor cantidad, mayor nivel de exposición.	Dp
6. Probabilidad de la transferencia a la ropa y a la piel sin proteger: contacto con superficies u objetos ($P_{T,BP}$).	<ul style="list-style-type: none"> Improbable (<1% de la duración de la tarea) (0) Ocasional (<10% de la duración de la tarea) (1) Repetida (10-50% de la duración de la tarea) (3) Casi constante (≥ 50% de la duración de la tarea) (10) 	A mayor frecuencia de contacto, mayor nivel de exposición.	T
7. Intensidad de la transferencia. Nivel de contaminación de la superficie en contacto ($I_{T,BP}$).	<ul style="list-style-type: none"> No contaminada (0) Posiblemente contaminada (1) < 50% de la superficie de contacto (3) 50% de la superficie de contacto (10) 	A mayor contaminación de la superficie, mayor nivel de exposición.	T
8. Factor de superficie corporal BS_{BP}	<ul style="list-style-type: none"> Cabeza (BS_HE) = 0,69 Brazos (BS_UA) = 0,67 Antebrazos (BS_FA) = 0,53 Manos (BS_HA) = 0,47 Pecho (BS_TF) = 1,22 Espalda (BSTB) = 1,22 Parte baja del cuerpo (BS_LB) = 2,43 Espinillas (BS_LL) = 1,15 Pies (BS_FE) = 0,63 	Relación entre la superficie de cada parte del cuerpo y la superficie media de las nueve partes.	

^aDe acuerdo con el modelo conceptual existen 8 procesos de transferencia de materia (emisión: E, deposición: Dp, transferencia: T, resuspensión o evaporación: L, eliminación: R, redistribución: Rd, descontaminación: D, penetración y permeación: P) seis compartimentos (fuente de emisión (S), aire, superficie contaminante, capa externa e interna de la ropa de trabajo, capa contaminante de la piel) y dos barreras (ropa y estrato corneo)

Tabla 1. Modulo de exposición – rutas de exposición: Emisión directa, transferencia y deposición

ropa utilizada en otras partes del cuerpo. El resto de parámetros de los que depende el factor de protección de las manos (OHA) son la adaptación entre los guantes y la ropa que cubre los brazos, el porcentaje de utilización de los guantes durante la tarea, el uso de un segundo par de guantes, con su frecuencia de cambio del guante y el uso de cremas de protección. Los valores de estos parámetros se encuentran recogidos en la tabla 3.

$$Skin-A_{BP} = Skin-P_{BP} \cdot O_{HA/BP} \quad (8)$$

$$O_{HA} = M \cdot PFM_{HA} \cdot RF \cdot GC \cdot GD \cdot UG \cdot URF \cdot BC \quad (9)$$

$$O_{BP} = M \cdot PFM_{BP} \cdot RF \quad (10)$$

La exposición total, potencial y real, se obtiene sumando la respectiva exposición de cada parte del cuerpo (ecuaciones (11) y (12)). La exposición total, potencial y real, ponderada por partes del cuerpo (ecuaciones (13) y (14)) se obtiene multiplicando la respectiva exposición por el factor de superficie corporal, definido como la relación entre la superficie de cada parte del cuerpo y la superficie media de las nueve partes. (ver tabla 1, ítem 8).

$$Skin-P_{TASK} = \sum_{BP=1-9} Skin-P_{BP} \quad (11)$$

$$Skin-A_{TASK} = \sum_{BP=1-9} Skin-A_{BP} \quad (12)$$

$$Skin_w-P_{TASK} = \sum_{BP=1-9} (BS_{BP} \cdot Skin-P_{BP}) \quad (13)$$

$$Skin_w-A_{TASK} = \sum_{BP=1-9} (BS_{BP} \cdot Skin-A_{BP}) \quad (14)$$

Multiplicando la exposición dérmica total durante una tarea por la duración relativa de la tarea (RTD), definida como la duración total de la tarea dividida por el tiempo total de trabajo, utilizando cualquier referencia temporal que se estime conveniente, se obtiene la exposición estimada ponderada en el tiempo ($Skin_w-P_{TASK,w}$, $Skin_w-A_{TASK,w}$).

Por último, para determinar la exposición durante una jornada de trabajo, se estima la exposición ponderada por tareas mediante la suma de la exposición durante todas las tareas y multiplicadas por la higiene estimada del trabajador (WH), la higiene estimada del lugar de trabajo (EH) y la estimación de la exposición continuada (CE) como se muestra en la figura 2 y en la tabla 4.

Las limitaciones del método son el amplio uso de criterios de expertos en la asignación de los valores a las variables, ya que los datos reales de exposición dérmica son escasos. Otra limitación del método es que al estar basados en la tarea, es necesario definir exactamente lo que se entiende por tarea ya que cada profesional que realice la evaluación tendrá un concepto diferente de tarea, lo que hace que la comparación de diferentes estudios pude ser muy difícil. Por último, el tiempo necesario para hacer la evaluación es elevado debido al número de variables que han de tenerse en cuenta.

El método DREAM ha sido aplicado a diferentes puestos de trabajo para comprobar su reproducibilidad, mi-

Determinante	Categoría (valor asignado)	Explicación	Proceso / compartimento / barrera ^a
9. Estado físico (PS)	<ul style="list-style-type: none"> • Sólido (1) • Líquido (1) • Vapor-Gas (0,3) 	Los estudios realizados sobre sólidos y líquidos muestran resultados contradictorios, por lo que se supone que ambos tienen un factor 1. Los gases se estima que suponen menor exposición dérmica	E
10. Concentración (C)	<ul style="list-style-type: none"> • >90% del ingrediente activo de interés (1) • 1- 90 % del ingrediente activo de interés (0,3) • > 1% del ingrediente activo de interés (0,1) 	La exposición dérmica aumenta con la concentración del ingrediente activo en el producto	S
11. Evaporación (L) (líquidos): Punto de ebullición	<ul style="list-style-type: none"> • < 50 C (3) • 50 - 150 C (1) • > 150 C (0,3) 	Los líquidos volátiles provocan una menor exposición ya que aumenta su evaporación	L
12. Viscosidad (V) (líquidos)	<ul style="list-style-type: none"> • Baja (como agua) (1) • Media (como aceite) (1,75) • Alta (como resina/pasta) (3) 	A mayor viscosidad, menor eliminación del contaminante de la piel	R
13. Formulación (F) (sólidos)	<ul style="list-style-type: none"> • Partículas finas, polvo (3) • Gránulos (1) • Partículas grandes (0,3) 	La adherencia a la piel es inversamente proporcional al tamaño de la partícula. La emisión de las partículas pequeñas es mayor, al igual que su transferencia, pero la eliminación de la piel es menor debido a una mayor adherencia	E, T, R
14. Capacidad de formar polvo (DU) (sólidos)	<ul style="list-style-type: none"> • No (1) • Si (3) 	Los sólidos con capacidad para formar polvo pueden ser emitidos por la fuente con mayor facilidad	E
15. Productos pegajosos / cerosos / húmedos (ni polvos ni con capacidad para serlo)	<ul style="list-style-type: none"> • No (1) • Si (1,75) 	Una sustancia pegajosa, cerosa o húmeda se adhiere mejor a la piel por lo que disminuye su eliminación	R

^aVer nota al pie de la tabla 1

Tabla 2. Módulo del producto – determinantes de la estimación de la Emisión intrínseca (EI)

Determinante	Categoría (valor asignado)	Explicación	Proceso / compartimento / barrera ^a
16. Material del guante o del traje (M)	<ul style="list-style-type: none"> • No se usan guantes/ La parte del cuerpo no está cubierta (1) • Traje de algodón (0,3) • Traje permeable de otro material (0,1) • Traje impermeable de otro material (0,03) 	El uso de ropa de protección reduce la exposición real del trabajador	P
17. Factor de protección (PFM)	<ul style="list-style-type: none"> • $PFM_{HA} = 1$ • $PFM_{BB} = 0,3$ 	Los guantes están sometidos a presiones y rozamientos mayores, lo que da lugar a una mayor penetración y permeación que la ropa utilizada en otras partes del cuerpo.	P
18. Frecuencia del cambio (RF)	<ul style="list-style-type: none"> • Tras un uso (0,3) • Diariamente (1) • Semanalmente (3) • Mensualmente (10) 	Cuando los trabajadores no se cambian de guantes al menos cada 4 semanas no se encuentran diferencias en la exposición con la no utilización de los mismos	P, Rd
19. Buena adaptación entre los guantes de protección química y la ropa de los brazos (GC)	<ul style="list-style-type: none"> • No (3) • Si (1) 	Es necesaria una buena adaptación entre los guantes y el traje de protección	Rd
20. Porcentaje de utilización de los guantes (GD)	<ul style="list-style-type: none"> • 0-25 % de la duración de la tarea (10) • 25-99 % de la duración de la tarea (3) • 100 % de la duración de la tarea (1) 	Los guantes se deben usar durante la totalidad de la tarea con riesgo por exposición dérmica	C, Rd
21. Utilización de un segundo par de guantes (UG)	<ul style="list-style-type: none"> • No (1) • Si (0,3) 		P
25. Frecuencia del cambio de los guantes internos (URF)	<ul style="list-style-type: none"> • Tras un uso (1) • Diariamente (3) • Semanalmente / Mensualmente (10) 	Los guantes internos sólo protegen cuando la frecuencia de cambio es alta, sino se convierten en fuente de exposición	Rd
26. Cremas de protección (BC)	<ul style="list-style-type: none"> • No (1) • Si (0,3) 	El uso de cremas de protección puede reducir la exposición	BC

^aVer nota al pie de la tabla 1

Tabla 3. Modulo de exposición – determinantes de la estimación de la ropa de protección

Determinante	Categoría (valor asignado)	Explicación	Proceso / compartimento / barrera ^a
24a. Duración relativa de la tarea: el tiempo relativo de realización de una tarea es la frecuencia por la duración de la tarea dividido por el tiempo de trabajo; su estimación en categorías RTD _{CAT}	<ul style="list-style-type: none"> • Diariamente: 4-8 h/semana ó > 20h /mes ó 80h/año ó >800h (1) • Diariamente: 1-4 h/semana ó 4-20h /mes ó 16-80h/año ó 160-800h (0,3) • Diariamente: 11-60 min./semana ó 1-4h /mes ó 4-16h/año ó 40-160h (0,1) • Diariamente: <11min./semana ó 0-1h /mes ó 0-4h/año ó 0-40h (0,03) 	Una tarea con mayor duración supone una mayor exposición	E, Dp, T
24b. Duración relativa de la tarea: el tiempo relativo de realización de una tarea es la frecuencia con la que se realiza por la duración de la misma, dividido por el tiempo de trabajo; su estimación absoluta RTD _{ABS}	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo total de la tarea entre el tiempo total de trabajo 		
25-26. Higiene estimada del trabajador (WH) determinada por la frecuencia del lavado de manos (HWF) y la eficacia del lavado (WE)	<ul style="list-style-type: none"> • No se lavan (1) • Se lavan 2-10 veces por turno con agua (0,3) • Se lavan 2-5 veces por turno con jabones o disolventes (0,3) • Se lavan > 10 veces por turno con agua (0,1) • Se lavan > 5 veces por turno con jabones o disolventes (0,1) 	El lavado de las manos reduce la exposición	D
27-29. Exposición continua (CE) = cambio inmediato de la ropa tras el trabajo · lavado propio de la ropa · ducha inmediata tras el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Se cambia inmediatamente la ropa tras el trabajo: No (0,3) Si (1) • Los trabajadores se encargan del lavado de su propia ropa de trabajo: No (1) Si (3) • Los trabajadores se duchan inmediatamente tras el trabajo: No (1) Si (0,3) 	La ropa contaminada es una fuente de exposición. La ducha reduce la exposición continua	D, T
30-33. Higiene estimada del lugar de trabajo (EH) = (limpieza del suelo (EH_{FL}) + limpieza de las mesas de trabajo (EH_{WT}) + limpieza de las máquinas (EH_{MC}) + limpieza de las herramientas de trabajo (EH_{TO}))/4	<ul style="list-style-type: none"> • La limpieza de los suelos, mesas de trabajo, máquinas y herramientas de trabajo se determina en función de la frecuencia de limpieza y la eficacia de la misma. Limpieza húmeda (o seca y húmeda) diaria (0,1) • Limpieza húmeda (o seca y húmeda) semanal (0,3) • Limpieza seca (1) 	Mayor frecuencia de limpieza mejora la limpieza del lugar de trabajo. La limpieza húmeda es más eficaz que la seca.	D

Tabla 4. Módulos de la tarea, trabajo y departamento – determinantes de la duración de la exposición, higiene y exposición continua.

diendo asimismo su exactitud mediante la comparación de los resultados obtenidos por este método y midiendo la exposición utilizando el método de detección de un trazador por video imagen. En general se puede afirmar que el método DREAM posee una elevada reproducibilidad (las diferencias observadas por su aplicación entre diferentes personas es pequeña) para diferentes tareas y utilizando sólidos, líquidos o productos gaseosos y una exactitud aceptable, pudiendo ser mejorada y calibrada

para una situación específica. Según los resultados obtenidos, los autores del método recomiendan su aplicación en estudios epidemiológicos o de higiene industrial a grupos de trabajadores con un alto contraste en sus niveles de exposición (variabilidad entre grupos > 1.0). Para estudios con una menor diferencia en los niveles de exposición entre los diferentes grupos de trabajadores, se recomienda la utilización de los métodos de medida como los descritos en la NTP 895.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) CREELY, K. S., TICKNER, J., SOUTAR, A.J., HUGHSON, G.W., PRYDE, D.E., WARREN, N.D., RAE, R., MONEY, C., PHILLIPS, A. AND CHERRIE, J.W.
Evaluation and Further Development of EASE Model 2.0.
Annals of Occupational Hygiene, 49 (2). 135-145, 2005.
- (2) VAN WENDEL DE JOODE, B., BROUWER, D.H., VERMEULEN, R.
DREAM: A Method for Semi-quantitative Dermal Exposure Assessment.
Annals of Occupational Hygiene, 47. 71-87, 2003.
- (3) VAN WENDEL DE JOODE, B., VAN HEMMEN, J.J., MEIJSTER T., ET AL.
Reliability of a semi-quantitative method for dermal exposure assessment (DREAM).
Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 15: 111–20, 2005a.

- (4) VAN WENDEL DE JOODE, B., VERMEULEN, R., VAN HEMMEN, J.J., ET AL.
Accuracy of a semiquantitative method for Dermal Exposure Assessment (DREAM).
Occupational and Environmental Medicine, 62:623–32, 2005b.
- (5) WARREN, N. D., MARQUART, H., CHRISTOPHER, Y., LAITINEN, J. AND VAN HEMMEN, J.J.
Task-based Dermal Exposure Models for Regulatory Risk Assessment.
Annals of Occupational Hygiene, 50 (5). 481-503, 2006.
- (6) AGENCIA EUROPEA DE SUSTANCIAS Y PREPARADOS QUÍMICOS (ECHA)
Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.14: Occupational exposure estimation. Versión 2. Mayo 2010.
http://guidance.echa.europa.eu/docs/guidance_document/information_requirements_r14_en.pdf?vers=27_05_10

Exposición dérmica a sustancias químicas: evaluación y gestión del riesgo

*Dermal exposure to chemicals: risk assessment and management
L'exposition cutanée aux produits chimiques: évaluation des risques et gestion*

Redactores:

Isaac Abril Muñoz
Ldo. en Ciencias Químicas
Pedro Delgado Cobos
Dr. en Ciencias Químicas
**CENTRO NACIONAL DE MEDIOS
DE PROTECCIÓN**

Xavier Guardino Solá
Dr. en Ciencias Químicas
**CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO**

Rudolf van der Haar
Ingeniero en Ciencias Ambientales
MC MUTUAL

Esta NTP es la tercera de tres notas técnicas de prevención relativas a la exposición por vía dérmica a sustancias químicas. En las dos primeras notas técnicas (NTP 895 y NTP 896) se analizan los métodos para la determinación de la exposición dérmica laboral a agentes químicos. La presente nota técnica de prevención tiene el objetivo de explicar las metodologías actuales para la evaluación y gestión del riesgo por exposición dérmica a sustancias químicas.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de la importante contribución que en muchos casos tiene la vía dérmica a la dosis global absorbida en la exposición laboral y de que, por ejemplo, la dermatitis haya sido reconocida como la principal enfermedad asociada a la exposición a agentes químicos, la evaluación del riesgo por exposición dérmica laboral a sustancias químicas es un problema difícil de resolver. Más aún, cuando para disminuir la exposición inhalatoria se utilizan productos menos volátiles, provocando una mayor exposición dérmica al permanecer el producto más tiempo en las superficies y sobre la piel del trabajador.

Uno de los inconvenientes de la evaluación del riesgo por exposición dérmica es la escasez de valores de referencia de exposición dérmica para efectos locales y sistémicos. Por esta razón, la aplicación de una metodología simplificada tiene una especial importancia en la evaluación del riesgo por exposición dérmica a sustancias químicas, en base al artículo 3.5 del Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, teniendo en cuenta las aclaraciones a dicho artículo dadas en la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo.

Existen una serie de métodos simplificados mediante los cuales se puede estimar el riesgo, estableciendo diferentes categorías tanto para la peligrosidad de las sustancias para la piel, a partir de los datos toxicológicos de las mismas presentes en la etiqueta y en la ficha de datos de seguridad, como para la exposición de los trabajado-

res. La exposición de los trabajadores también se puede determinar mediante la metodología simplificada para la determinación de la exposición dérmica a sustancias químicas, descrita en la NTP 896 o mediante el método de medida más adecuado para cada caso específico, según lo especificado en la NTP 895.

A continuación se detallan tres métodos de evaluación simplificada de la exposición dérmica:

- Método COSHH Essentials (Control of Substances Hazardous to Health) desarrollado por el Health Safety Executive (HSE).
- Metodología de evaluación simplificada del riesgo químico. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).
- Guía para la evaluación y gestión del riesgo por exposición dérmica laboral, desarrollada en el proyecto Europeo "Risk assessment of occupational dermal exposure" (RISKOFDERM).

También, se ha desarrollado por las autoridades holandesas una completa herramienta, para su uso a través de la web www.stoffenmanager.nl, para la evaluación del riesgo por exposición, incluyendo tanto la vía dérmica como la inhalatoria, a sustancias químicas. Esta herramienta utiliza un esquema similar a las bandas del control del método COSHH Essentials para la determinación de la peligrosidad de las sustancias, mientras que para la determinación de la exposición dérmica utiliza la guía para la evaluación y gestión del riesgo por exposición dérmica laboral, desarrollada en el proyecto Europeo "Risk assessment of occupational dermal exposure" (RISKOFDERM).

2. MÉTODO COSHH ESSENTIALS (CONTROL OF SUBSTANCES HAZARDOUS TO HEALTH)

COSHH Essentials es un método simplificado para la evaluación y gestión del riesgo por exposición inhalatoria a sustancias químicas descrito en la NTP 750 Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos. Metodología simplificada. Este método establece 5 categorías para la peligrosidad de los agentes químicos en función de las frases R que figuran en la etiqueta del mismo.

Para incluir la contribución de la exposición dérmica en la evaluación del riesgo a sustancias químicas se han realizado una serie de propuestas tendentes a incluir la vía dérmica en la evaluación.

En primer lugar se sugiere que, a no ser que exista una evidencia clara de lo contrario, se suponga que la mayoría de los productos y muchas de las sustancias químicas pueden penetrar a través de la piel. Entre estas sustancias hay que tener en cuenta igualmente las que provocan efectos locales en la piel.

Para la peligrosidad para la piel de las sustancias químicas se establecen tres categorías (tabla 1).

Peligrosidad para la piel baja (Grupo 1): Esta categoría cubre los grupos de peligrosidad por inhalación A-C, salvo la frase R37 que no tiene relevancia para la exposición dérmica, las frases R34 o R35, ya que el carácter corrosivo de una sustancia provocan efectos más severos sobre la pie, por lo que deben estar asignadas a la categoría superiores. En cuanto a la frase R43, sensibilización de la piel, debe asignarse a la categoría más alta ya que se deben establecer los controles más estrictos para su prevención y es un indicador muy importante para la vigilancia de la salud.

Peligrosidad para la piel media (Grupo 2): Esta categoría se compone del grupo de peligrosidad por inhalación D y las frases R34 y R35, según lo comentado anteriormente.

Peligrosidad para la piel alta (Grupo 3): Al igual que para evaluar la peligrosidad por inhalación, esta categoría está compuesta por las sustancias carcinogénicas y mutagénicas (categorías 1 y 2). También se incluye la R43

Sin embargo, el método no establece ninguna clasificación de la exposición dérmica con la cual evaluar el riesgo, ya que se estima que con los conocimientos actuales una de sus variables fundamentales, la duración de la exposición, es un factor que hace imposible la categorización de la exposición al no poderse determinar debido a que la piel actúa como un reservorio del contaminante, prolongándose el periodo de exposición más allá de la exposición durante una tarea determinada o durante una jornada laboral, de forma indeterminada.

Por lo tanto, para tener en cuenta la exposición dérmica en la evaluación del riesgo por exposición a una sustancia este método propone o bien estimar cuantita-

tivamente la exposición dérmica por otro método (recomendando el control biológico) dando una serie de límites, mostrados en la tabla 1, a partir de los cuales existiría un riesgo por exposición dérmica, o bien realizar una serie de consideraciones o modificaciones a la gestión del riesgo por exposición inhalatoria. Entre ellas destacan las siguientes:

En la evaluación de la exposición inhalatoria se establecen una serie de bandas de control (ver NTP 750) que se modificarían de la siguiente forma:

- Para la banda de control 3 (confinamiento), debe especificarse con información adicional las formas en las que esta medida puede incumplirse.
- Para la banda de control 2 (medidas técnicas), cuando se maneje una cantidad no pequeña de una sustancia corrosiva, se debe asignar la banda de control 3 en vez de la 2 para tener en cuenta el riesgo por exposición dérmica.
- Para las bandas de control 1 (ventilación general) o 2 (medidas técnicas), cuando se maneje una cantidad pequeña de una sustancia clasificada con la frase R34/35, R41 o esté incluida en la banda de peligrosidad D, se debe desarrollar una guía específica para el control de la exposición dérmica.

Cuando se utilice una sustancia sensibilizante con una frecuencia superior a una vez al mes, se debe establecer una vigilancia de la salud rutinaria sobre los trabajadores afectados.

Se debe especificar los factores de la tarea que pueden provocar exposición dérmica y las áreas corporales en contacto.

3. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO. INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SEGURITE (INRS)

El INRS francés ha desarrollado una metodología de evaluación simplificada de los riesgos por inhalación, de contacto cutáneo, de incendio-explosión y de impacto ambiental.

El método francés, más completo que el inglés, evalúa el riesgo por contacto con la piel a partir de la superficie del cuerpo expuesta y la frecuencia del contacto para estimar la exposición, y de las informaciones recogidas en la etiqueta y en la ficha de datos de seguridad para estimar la peligrosidad del producto utilizado.

La tabla 2 resume los datos que sirven para atribuir a cada agente químico una categoría de peligro, teniendo en cuenta que:

- En presencia de varias frases de riesgo se asignará la categoría de peligro más elevada.
- Si la clasificación del producto no obliga a incluir ninguna frase de riesgo, se utilizará el valor del Límite

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Todas las frases R de los grupos A-C de exposición inhalatoria excepto frases R34, R35, R37 y R43	Todas las frases R del grupo D de exposición inhalatoria y las frases R34, R35	Todas las frases R del grupo E de exposición inhalatoria y la frase R43
Contaminación dérmica que causa riesgo por exposición		
Polvo: 500 mg Líquido: 10 mg	Polvo: 50 mg Líquido: 1 mg	Polvo: cualquier cantidad Líquido: cualquier cantidad

Tabla 1. Categorización del riesgo por exposición dérmica

Clase de peligro	Puntuación de peligro	Frase R	Pictograma	VLAs mg/m³	Naturaleza del agente químico
1	1	Ninguna		> 100	
2	10	R36, R37, R38, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38, R66	 Xi Irritante	10 - 100	Hierro / Cereal y derivados / Grafito / Material de construcción / Talco / Cemento / Composites / Madera de combustión tratada / Soldadura / Metal-Plástico / Vulcanización / Material vegetal-animal
3	100	R20, R21, R22, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R33, R34, R40, R42, R43, R42/43, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R62, R63, R64, R65, R67, R68, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21/22	 Xi Irritante  C Corrosivo	1 - < 10	Soldadura inoxidable / Fibras cerámicas-vegetales / Pintura de plomo / Muelas / Arenas / Aceites de corte y refrigerantes
4	1000	R15/29, R23, R24, R25, R29, R31, R23/24, R23/25, R24/25, R23/24/25, R35, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R41, R45, R46, R49, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25, R60, R61	 T Tóxico  C Corrosivo	> 0,1 - < 1	Madera y derivados / Plomo metálico / Amianto y materiales que lo contienen / Fundición y afinaje de plomo / Betunes y breas / Gasolina (carburante)
5	10000	R26, R27, R28, R32, R26/27, R26/28, R27/28, R26/27/28, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28	 T+ Muy tóxico	< 0,1	

Tabla 2. Clases de peligro en función del etiquetado, los valores límite de exposición y la naturaleza de los agentes químicos

- de Exposición Profesional (LEP), para establecer la categoría de peligro
- Si tampoco tiene asignado ningún LEP, se utilizarán las frases de riesgo de las sustancias activas de las que se compone el producto, teniendo en cuenta la primera consideración.
 - Como último recurso, puede utilizarse el pictograma de la etiqueta para establecer la categoría de peligro. Por su parte, la exposición se estima a partir de la superficie del cuerpo expuesta (tabla 3) y de la frecuencia del contacto (tabla 4).
- La estimación del riesgo se realiza multiplicando las puntuaciones de estas tres variables, estableciéndose tres categorías, como se muestra en la tabla 5.

Superficies expuestas	Puntuación de superficie
Una mano	1
Dos manos Una mano + antebrazo	2
Dos manos + antebrazo Brazo completo	3
Superficie que comprende los miembros superiores y torso y/o pelvis y/o las piernas	10

Tabla 3. Determinación de las clases de superficie expuestas y puntuación de cada clase

Frecuencia de exposición	Puntuación de frecuencia
Ocasional: < 30 min/día	1
Intermitente: 30 min - 2 h/día	2
Frecuente: 2 - 6 h/día	5
Permanente: > 6 h/día	10

Tabla 4. Clases de frecuencia y exposición y puntuación de cada clase

Puntuación del riesgo (Peligro x Superficie x Frecuencia)	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
100 - 1.000	2	Riesgo moderado. Es probable que necesite medidas correctivas y una evaluación más detallada
< 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Tabla 5. Caracterización del riesgo por contacto con la piel

4. GUÍA PARA LA EVALUACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN DÉRMICA LABORAL (TOOLKIT)

El riesgo por exposición dérmica laboral puede ser estudiado de forma más completa mediante la aplicación de la Guía para la Evaluación y Gestión del Riesgo por Exposición Dérmica Laboral a Sustancias Químicas elaborada en el proyecto Europeo Risk Assessment for Occupational Dermal Exposure to Chemicals (RISKOFDERM), finalizado en 2004.

La guía puede ser aplicada tanto a sustancias como a preparados químicos (aunque para determinadas sustancias especificadas en la guía, ésta no es aplicable, ya que los resultados que pueden obtenerse para estas sustancias pueden no ser válidos) con diferentes objetivos:

- Para comparar la toxicidad o peligrosidad de dos agentes químicos, como por ejemplo en la planificación de las compras en una empresa.
- Para establecer una serie de recomendaciones de uso y control del riesgo para un determinado agente químico o para una determinada actividad o sector de actividad.
- Para la evaluación del riesgo para la piel durante la realización de una determinada tarea.

La estructura básica de la toolkit, que es muy similar a la de las otras metodologías simplificadas de evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos, estima por un lado la peligrosidad, fundamentalmente a través de los datos de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS), y por otro la exposición, combinando los resultados para la estimación del riesgo y la recomendación de una serie de medidas preventivas.

La toolkit está organizada en forma de árbol de decisiones de forma que el usuario de la misma va respondiendo a una serie de cuestiones que determinan la peligrosidad, tanto de efectos locales como sistémicos, y de las características de exposición. El nivel de exposición a tener en cuenta para la evaluación del riesgo de efectos locales será el nivel pico o máximo, con independencia del tiempo de exposición, mientras que para evaluar los efectos sistémicos será la dosis interna. La estimación de la exposición se realiza seleccionando una actividad de las incluidas en la guía y posteriormente escogiendo los determinantes de la exposición que pueden ser:

- Específicos para la sustancia (volatilidad, tamaño de partícula, humedad/adherencia, etc.)
- Relacionados con el puesto de trabajo (temperatura del proceso, espacio confinado, orientación del trabajador, etc.)

- Medidas de control (ventilación, nivel de automatización, aislamiento, etc.)

Una vez finalizada la evaluación del riesgo, la guía proporciona información para el control del riesgo resultante, de tal forma que, una vez que se han tomado las medidas oportunas, se puede reevaluar la actividad para comprobar si el riesgo ha disminuido hasta niveles aceptables.

A continuación se detallan los aspectos principales de la guía, pudiéndose obtener una información más detallada a través de la página web del INSHT (<http://www.insht.es>), incluyendo una aplicación informática basada en Microsoft Excel. Una amplia descripción puede también encontrarse en la publicación monográfica número 47 de la revista Annals of Occupational Hygiene.

Estimación de la peligrosidad o toxicidad de los agentes químicos

La estimación de la peligrosidad del producto se inicia estableciendo diferentes categorías para los efectos locales y sistémicos en función de las frases de riesgo, de acuerdo con las tablas 6 y 7, teniendo en cuenta la equivalencia entre frases R y frases H. En función de esta categoría y del pH del producto se asigna un factor intrínseco de toxicidad para los efectos locales (IT_L) y sistemicos (IT_s).

La dilución del producto en agua y otras consideraciones como la presencia de las frases de riesgo R38 o R43 en la etiqueta o la existencia de peróxidos modifica el valor de IT_L . Igualmente consideraciones acerca del estado físico del producto, el índice de partición octanol/agua y la constante de permeabilidad de la piel pueden modificar el índice IT_s .

Finalizada la estimación de la toxicidad del producto los resultados pueden utilizarse para la comparación de la peligrosidad de dos productos y seleccionar el menos peligroso, o proseguir con la estimación de la exposición.

Estimación de la exposición

Como resultado del proyecto RISKOFDERM, se asignaron valores (tabla 8) de exposición potencial para el cuerpo y las manos, a las tareas con mayor riesgo de exposición dérmica en Europa.

Sin embargo, estos valores por defecto asignados a la tarea dependen de la importancia relativa que cada ruta de exposición (depositación, contacto directo o contacto con superficies) y pueden diferir sustancialmente de los valores reales de exposición para una situación dada, ya que las condiciones de exposición pueden variar para una misma tarea de forma importante. Se estudió por tan-

Frase R	Frase H	Toxicidad intrínseca IT_L
No existe frase de riesgo	No existe frase de riesgo	No IT
Ninguna de las siguientes	Ninguna de las siguientes	Bajo
R38, R66	H315 EUH066	Moderado
R34, R40	H351 EUH202	Alto
R 35, R 43 pH ≤ 2 o pH ≥ 11,5	H314, H317, H281 EUH203, EUH204, EUH205, EUH208 pH ≤ 2 o pH ≥ 11,5	Muy alto
R 45	H350	Extremo

Tabla 6. Valores de Factor Intrínseco de toxicidad para efectos locales. IT_L

Frase R	Frase H	Toxicidad intrínseca ITS
No existe frase de riesgo	No existe frase de riesgo	No IT
Ninguna de las siguientes R67	Ninguna de las siguientes H336	Bajo
R20, R21, R22, R62, R63 R40 con 20, 21 ó 22 R48 con 20, 21 ó 22	H302, H312, H332, H361, H361d, H361f	Moderado
R23, R24, R25, R29, R31, R33, R40, R41, R64, R68 R39 con 23, 24 ó 25 R48 con 23, 24 ó 25	H301, H311, H318, H331, H341, H351, H361fd, H362, H371, H372, H373 EUH029, EUH031, EUH070	Alto
R26, R27, R28, R32, R60, R61 R39 con 26, 27 ó 28	H300, H304, H310, H330, H360, H360F, H360D, H360Df, H360Fd, H360FD, H370 EUH032	Muy alto
R45, R46	H340, H350, H350i	Extremo

Tabla 7. Valores de Factor Intrínseco de toxicidad para efectos sistémicos. ITS

Tarea (Dermal Exposure Operational DEO Unit)	Exposición potencial por defecto del cuerpo DPE _{BODY}	Exposición del cuerpo %			Exposición potencial por defecto de las manos DPE _{HANDS}	Exposición de las manos %		
		DC	SC	DEP		DC	SC	DEP
Manejo de objetos contamnados (exposición a sólidos)	0,50 (alta)	0	60	40	21,63 (muy alta)	25	50	25
Manejo de objetos contaminados (exposición a líquidos)	0,2 (alta)	0	100	0	0,656 (alta)	0	100	0
Dispersión manual de sólidos	0,32 (alta)	40	40	20	80,2 (muy alta)	50	50	0
Dispersión manual de líquidos	0,32 (alta)	50	50	0	80,2 (muy alta)	50	50	0
Dispersión de sólidos usando una herramienta	0,096 (media)	20	50	30	1,09 (alta)	30	40	30
Dispersión de líquidos usando una herramienta	0,096 (media)				1,09 (alta)			
Pulverización de sólidos	0,625 (alta)	0	30	70	3,28 (alta)	0	60	40
Pulverización de líquidos	0,625 (alta)				3,28 (alta)			
Inmersión (exposición a sólidos)	0,019 (media)	50	50	0	3,76 (alta)	50	50	0
Inmersión (exposición a líquidos)	0,019 (media)				3,76 (alta)			
Tratamiento mecánico (exposición a líquidos)	0,434 (alta)	0	30	70	2,5 (alta)	0	60	40
Tratamiento mecánico (exposición a sólidos)	0,032 (media)				0,25 (media)			

DC: Contacto directo; SC: Contacto con superficies; DEP: Deposición

Tabla 8. Exposición potencial por defecto para el cuerpo y las manos

to, la contribución de cada una de las rutas de exposición a la exposición total (tabla 8) y cómo los modificadores pueden influir en cada tarea asignando un factor de corrección en función para cada una de las rutas de exposición. Aunque la lista de determinantes de la exposición incluidos en la toolkit es muy elevado, no se incluyeron todos, ya que alguno de ellos requería que se realizara algún tipo de medición que complicaría la metodología de evaluación. Entre los modificadores incluidos en la toolkit cabe destacar la proximidad y la orientación del trabajador a la fuente de exposición, el espacio de trabajo disponible, el grado de automatización, la tasa de aplicación, la separación o confinamiento de la fuente, así como la utilización de ventilación. Por ejemplo, en caso de utilizar extracción localizada se multiplicará por un factor de 0,3 a la exposición por defecto correspondiente a las rutas de contacto con superficies y deposición.

A partir de la exposición potencial (PER) se calcula la exposición real (AER) para el cuerpo y para las manos, aplicando a la exposición del cuerpo un factor de reducción, dependiendo de la ropa de trabajo que se utilice, de 0,1 ó 0,5 si se utiliza ropa ligera, como por ejemplo ropa de verano.

No se consideró apropiada la utilización de ropa de protección para la estimación de la exposición debido a que es posible que se produzcan contaminaciones inesperadas por dos razones.

- En muchos casos la ropa de protección utilizada no es apropiada al riesgo del que se pretende proteger, implicando una mayor exposición.
- La mala utilización de la ropa de protección puede suponer su contaminación convirtiéndose en una fuente de exposición.

A continuación la guía calcula la exposición a productos con efectos locales para la salud y la exposición para productos con efectos sistémicos.

Exposición a productos con efectos locales

Los efectos locales dependen fundamentalmente de la cantidad máxima o pico de contaminante a la que está expuesto el trabajador, aunque se produzca en un periodo corto de tiempo. Aunque cualquier parte del cuerpo puede sufrir potencialmente efectos locales, se decidió escoger la exposición real de las manos como un indicador de la exposición que puede producir efectos locales al ser la parte del cuerpo usualmente con más contacto con la fuente de exposición. Por lo tanto, se selecciona el valor de exposición real de las manos. Este valor se multiplica por el factor (AT) de duración de la actividad, que no varía linealmente con la propia duración de la actividad y que es superior para sustancias corrosivas, obteniendo la dosis de exposición real ($AED = AER \times AT$). Ver figura 1.

Exposición a productos con efectos sistémicos

La exposición a productos sistémicos se determina a partir de la dosis interna, calculada a partir del valor de exposición real, suma de la exposición real del cuerpo y de las manos, obtenida previamente. Éste será el valor que se utilizará como indicador de la exposición sistémica (ER). Este valor se modifica para los productos que muestran una pobre capacidad de penetración a través de la piel como son los sólidos y polvos, los gases y las sustancias con elevado peso molecular (> 500), un coeficiente octanol-agua (P_{ow}) comprendido entre -1 y 5 o una constante de permeabilidad (K_p) inferior a 0,00010. En estos casos el indicador exposición real (ER) se estima que disminuye al 10% de su valor inicial.

Por su parte, el efecto de la duración de la tarea (AT) se multiplica por el indicador de exposición real (ER) obteniendo el valor de dosis de exposición real (ED). Por último, la exposición interna absoluta ($EBA_{absoluta}$) se obtiene

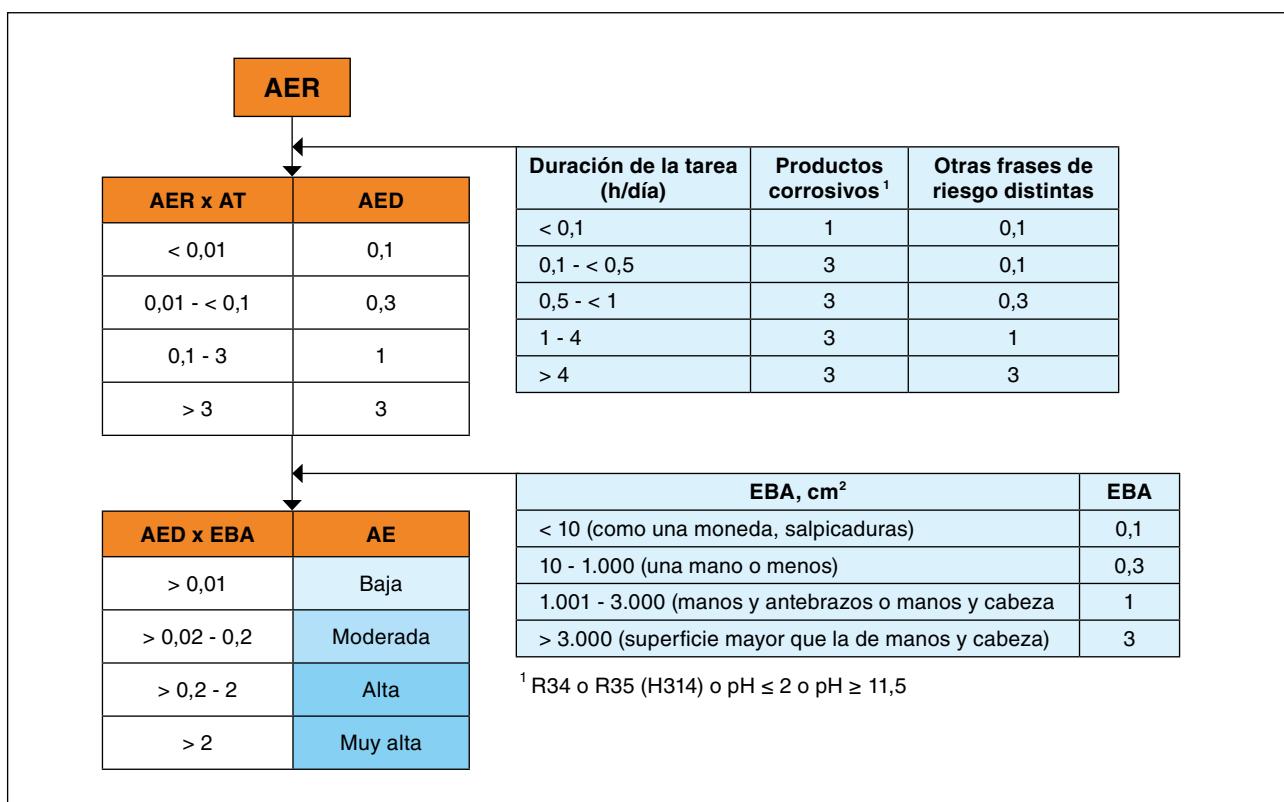


Figura 1. Exposición a productos con efectos locales

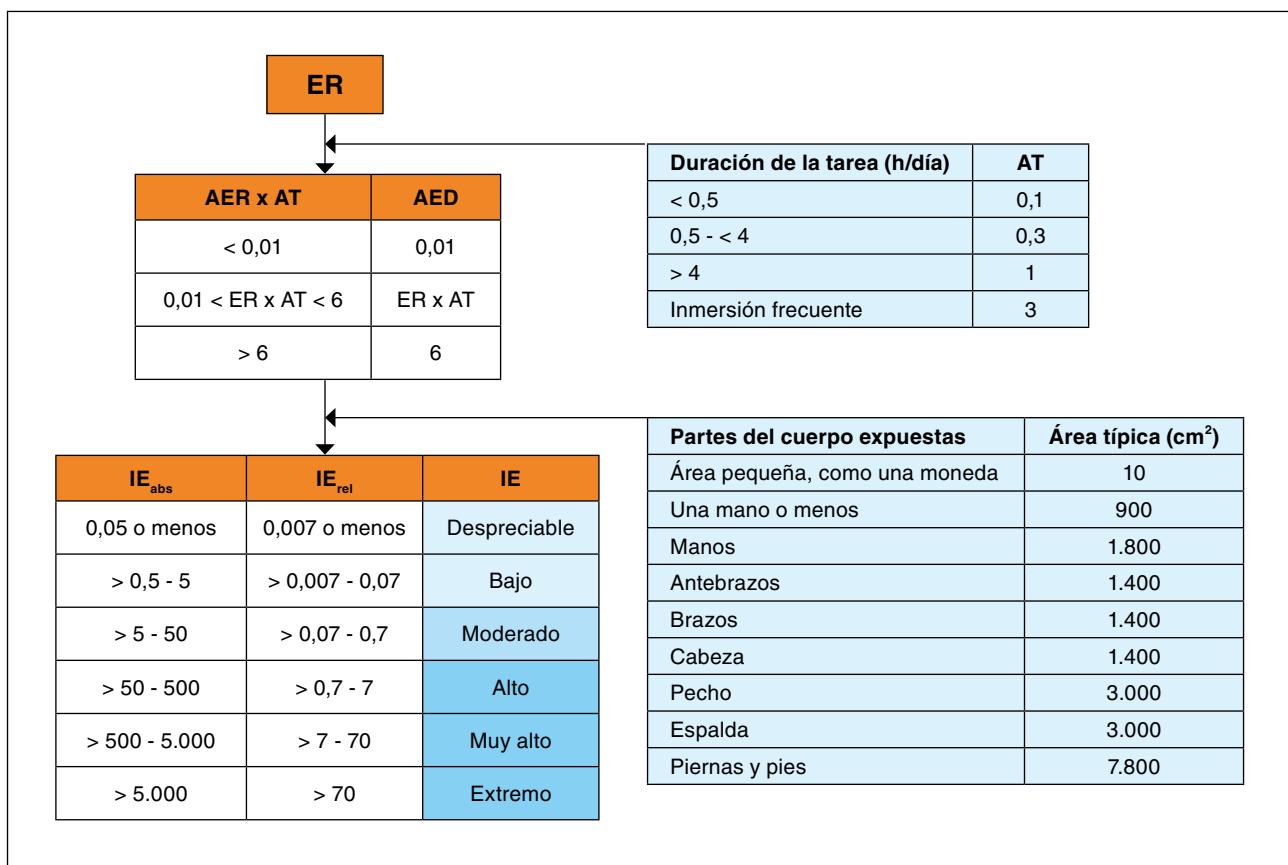


Figura 2. Exposición a productos con efectos sistémicos

multiplicando la superficie del cuerpo expuesta por el valor de ED. A partir de este valor o del valor de exposición interna relativa ($IE_{rel} = IE_{abs} / 70 \text{ kg p.c.}$) se obtienen las categorías de la exposición a productos con efectos sistémicos (Figura 2).

Estimación del riesgo

Combinando las categorías obtenidas de toxicidad y exposición de sustancias con efectos locales y sistémicos se obtiene el riesgo de las sustancias de causar efectos locales y sistémicos, clasificado en diez categorías recomendando llevar a cabo una acción determinada (tabla 9).

El significado de la clasificación del riesgo es: 1. Ninguna acción necesaria; 2. No se debe tomar ninguna medida en especial, basta con el cuidado de la piel; 3. Sería recomendable disminuir la exposición; 4. Es necesario disminuir la exposición; 5. Sería deseable una reducción de la toxicidad de la sustancia; 6. Son necesarias medidas preventivas de acuerdo a un orden de prioridad establecido; 7. Urgente reducción de la exposición; 8. Solo excepcionalmente tolerable. Sería aconsejable una sustitución de la sustancia; 9. Reducir drásticamente la exposición, dejar de trabajar en estas condiciones; 10. Sustitución imprescindible de la sustancia, dejar de trabajar en estas condiciones.

		Peligrosidad (efectos locales /sistémicos)				
Exposición real / interna (efectos locales / sistémicos)		Bajo	Moderado	Alta	Muy alta	Extrema
Despreciable		1	1	2	5	6
Baja		1	2	5	6	8
Moderada		2	3	6	8	9
Alta		3	6	8	9	10
Muy alta		6	8	9	10	10
Extrema		7	9	10	10	10

Tabla 9. Riesgo por exposición dérmica para sustancias con efectos locales

Si el riesgo no es suficientemente bajo, la guía sugiere la aplicación de una serie de medidas por orden de prioridad de acuerdo con siguiente esquema:

- Sustitución de la sustancia, del proceso, la técnica de trabajo, etc.
- Medidas técnicas, como el confinamiento de la fuente, el uso de herramientas para evitar la manipulación directa de la sustancia, ventilación (general, localizada, natural) etc.
- Medidas organizativas, como la reducción de la can-

tidad de sustancia usada, de la duración de la exposición o del área expuesta, entrenamiento, formación e información, instrucciones y normas, limpieza de superficies u objetos contaminados, etc.

- Empleo de equipos de protección personal, limpieza de los mismos, higiene personal, etc.

Dependiendo de la opción elegida, la exposición potencial se multiplicará por un factor de reducción que modificará el riesgo (tabla 10).

Clase	La exposición potencial se multiplica por el valor::	Descripción
4	0	Riesgo controlado
3	0,01	Riesgo controlado prácticamente
2	0,1	Disminución considerable
1	0,3	Efecto leve
0	1	Sin efecto
-1	3 - 10	Medida inapropiada

Tabla 10. Eficacia de las medidas de prevención

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- (2) Reglamento (CE) 1272/2008 CLP (Classification, Labeling and Packaging) (DOUE L353 de 31 de diciembre).
- (3) Reglamento (CE) 790/2009 de modificación, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) 1272/2008 (DOUE L 235 de 5 de septiembre).
- (4) **Número monográfico dedicado a la evaluación del riesgo dérmico.**
Annals of Occupational Hygiene, Volume 47 Issue 8 November 2003.
- (5) GARROD, A.N.I AND RAJAN – SITHAMPARANADARAJAH, R.
Developing COSHH Essentials: Dermal Exposure, Personal Protective Equipment and First Aid.
Annals of Occupational Hygiene, 47(7), 577-588, 2003.
- (6) MARQUART, H., HEUSSEN, H., LE FEBER, M., NOY, D., TIELEMANS, E., SCHINKEL, J., WEST, J., AND VAN DER SCHAAF, D.
Stoffenmanager, a web-based control banding tool using an exposure process model.
Annals of Occupational Hygiene. 52(6). 429-441. 2008.
- (7) SOUSA E., TANARRO C., BERNAOLA M., TEJEDOR J.N..
Aplicación de métodos simplificados de evaluación del riesgo químico con efectos para la salud.
Seguridad y Salud en el Trabajo, 50. INSHT. Diciembre 2008.
- (8) VINCENT, R. AND BONTHOUS, F.
Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique: Un outil d'aide à la décision.
Hygiène et sécurité du travail-Cahiers de notes documentaires (2^{ème} trimestre) INRS. 2005.

OHSAS 18001. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: implantación (I)

*OHSAS 18001: Standard implementation
OHSAS 18001: Implantation du standard*

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Agustín Sánchez-Toledo Ledesma
Ingeniero Técnico Industrial

Esther Villa Martínez
Licenciada en Ciencias Biológicas

Este primer documento de un total de tres sobre el estándar OHSAS 18001 recoge una serie de reflexiones y orientaciones sobre su contenido y aportación a la eficacia de los sistemas preventivos, considerando su interrelación con el marco reglamentario vigente. En los dos documentos siguientes se desarrollan aspectos esenciales para su correcta y eficaz implantación. Esta Nota Técnica y las siguientes no entran en competencia con lo reflejado en las Directrices para su implementación, OHSAS 18002:2008, si no todo lo contrario, pretenden ayudar en lo posible a un mejor aprovechamiento de las mismas.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar unos sólidos resultados de su gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Lo hacen en el contexto de una legislación comunitaria exigente que las Administraciones cuidan de promover y de velar por su cumplimiento, de la creciente presión de los agentes sociales, que junto a la misma sociedad, reclaman dignidad en el trabajo, y de la necesidad de que la prevención sea considerada más como un valor de eficiencia y de competitividad que como coste de una dudosa rentabilidad.

Ha sido en realidad la Ley 31/1995 sobre Prevención de Riesgos Laborales, fruto de la Directiva Comunitaria, 89/391/CEE, con todos sus reglamentos derivados, lo que ha marcado un hito para que la prevención empiece a ser desarrollada en las organizaciones a través de sistemas preventivos debidamente conformados y gestionados. La Ley, no solo exige el desarrollo de sistemas preventivos eficaces en las organizaciones, sino que aporta de acuerdo a principios inspirados en sistemas normalizados de calidad, un conjunto rico de elementos estrechamente ligados que definen claramente lo que las empresas han de hacer para dar una respuesta efectiva a las obligaciones empresariales, aunque deja suficiente espacio de libertad sobre la manera en que tales obligaciones pueden ejercerse, en consonancia con la filosofía de actuación de la UE. Ahora bien, son las Guías Técnicas de aplicación de todos los reglamentos de SST, que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo se ha encargado de realizar, en un marco de consenso con los agentes sociales y las Comunidades Autónomas, las que vienen a facilitar en gran medida a las organizaciones, la interpretación de lo exigido reglamentaria-

mente y el conocimiento sobre la forma de actuar para maximizar el rigor y la eficacia preventiva. Al respecto, y a modo de ejemplo, cabe destacar la Guía Técnica de Integración de la Prevención en el Sistema General de Gestión, derivada del RD 604/2006, Reglamento de los Servicios de Prevención, en donde se aportan criterios y pautas de actuación para conseguir el fin primordial del sistema preventivo, que la PRL se integre debidamente en las funciones y cometidos de todos los miembros de las organizaciones.

Pero al igual que en otros campos, como el de la calidad o el medio ambiente, muchas empresas recurren (por motivos diversos) a sistemas de gestión normalizados de la SST con la finalidad de garantizar el cumplimiento de lo reglamentado, yendo incluso más allá de los mínimos establecidos, de disponer de elementos esenciales de eficacia, y de integrarse fácilmente con otros requisitos de gestión, que les ayudarán a lograr, junto a sus objetivos específicos de SST, sus objetivos estratégicos para la sostenibilidad.

No obstante, los sistemas normalizados de gestión no son obligatorios, y en el caso de la SST no hay atisbo en la UE de que llegue a serlo. Aunque el estándar OHSAS 18001 sea plenamente coherente con la legislación, que constituye una de sus bases fundamentales, no debe darse por supuesto que su certificación haga innecesario o pueda suplirse el control de las obligaciones reglamentarias por la autoridad laboral. El estándar ayuda al cumplimiento legal, no lo exime. Aplicar tal estándar, que en varios aspectos va más allá de lo exigible legalmente, puede contribuir -si en realidad la dirección está comprometida con la SST- a que la prevención sea un valor de excelencia que ayude a racionalizar el sistema de gestión empresarial y actúe de manera sinérgica con los otros subsistemas de gestión con los existen-

profundas vinculaciones que se podrán aprovechar y potenciar.

En un pasado se desarrollaron diversos modelos o guías con la finalidad de sistematizar las actividades preventivas. Dos de los más relevantes fueron el Control Total de Pérdidas de Bird (1975) y el modelo Dupont, de la empresa del mismo nombre, entre otros modelos de menor trascendencia. Posteriormente, el Health & Safety Executive (HSE, 1994) elaboró un documento con los elementos clave para alcanzar el éxito en la gestión de la seguridad y salud laboral, muy extendido, y del que emanó la guía británica BS 8800:1996, "Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo". En ella se inspiró la norma experimental española UNE 81900/1996 EX, aparecida tras la aprobación de la Ley 31/1995 de PRL, y que también tuvo su resonancia en importantes empresas de nuestro país, hasta que fuera derogada y reemplazada en uso por la especificación OHSAS 18001/1999. En realidad, con la globalización de la economía y la mayor preocupación por la seguridad y salud en el trabajo a nivel mundial, se ha producido una proliferación de guías y normas de carácter nacional e internacional, todas ellas con una estructura similar. En esta línea, las destacables en nuestro país están siendo las Directrices de la OIT relativas a sistemas de gestión de la SST (2001), el estándar en cuestión, OHSAS 18001 y las directrices del INSHT a través de sus Guías Técnicas y publicaciones, junto a otras guías de entidades de reconocido prestigio dedicadas a la prevención.

Todos estos sistemas, incluidos los que propugna la legislación, contienen muchas similitudes. El denominador común de todos ellos es la filosofía de mejora continua de: Planificación – Ejecución - Control y Verificación - Acción, la cual también está implícita en la legislación vigente en la materia. Exigen, pues, el establecimiento de objetivos y metas y de una política de seguridad y salud, la organización adecuada al respecto, la definición de funciones y responsabilidades, la evaluación de riesgos asociada a la planificación de las actividades, la evaluación y revisión de la gestión, la orientación al cliente y usuarios/destinatarios de los sistemas, y la formación y participación como principios rectores del asentamiento de la cultura preventiva; además de la sistematización de las diferentes actuaciones. Pero, con independencia del modelo de gestión adoptado, su implantación debe ir asociada a un verdadero cambio cultural, ya que en caso contrario todo se limitará a sistemas burocratizados o carentes de valor, como sucede en demasiadas organizaciones, sin llegar a conseguir ni la reducción de la siniestralidad ni la mejora sustancial de las condiciones de trabajo y de la calidad de los procesos productivos.

Dada la gran aceptación de las normas de gestión de la calidad ISO 9001 y medioambiental ISO 14001, las empresas comenzaron a demandar un modelo de gestión de la seguridad y salud laboral que resultara más fácilmente integrable con las mismas y que ofreciese la posibilidad de evaluación y certificación de sus sistemas. De este modo, el estándar internacional, OHSAS 18001:2007, actualizado tras la revisión de la ISO 14001, se ha impuesto sobre los demás a nivel global. Hoy son más de 50.000 las organizaciones que ya han certificado su sistema de gestión, con un crecimiento interanual del 73%, en el periodo 2007-2009 (*fuente: OHSAS Project Group, 2010*). En España el crecimiento en este mismo periodo ha sido del 124%.

Toda empresa tiene la libertad de asumir un diseño propio de la prevención, en base a los requisitos de la reglamentación, incluyendo las Guías Técnicas del INSHT

y otras directrices, o bien optar por un sistema normalizado, que aunque no sea de obligatorio cumplimiento, aporta diversas ventajas, como la de ofrecer un proceso bien estructurado en coherencia con los otros sistemas normalizados, ser un referente internacional, y tener la posibilidad de certificación, lo que es indudablemente una garantía de calidad al poder demostrarse ante uno mismo y los demás el nivel de compromiso y desarrollo en esta materia.

La certificación de un sistema de gestión de la SST de una organización basado en OHSAS 18001, es una de las formas de asegurar que la organización ha implementado un sistema para la gestión de los aspectos pertinentes de sus actividades, en línea con su política. El estándar viene a facilitar el ordenamiento y sistematización de los elementos clave del sistema preventivo legalmente exigible en coherencia con los otros sistemas normalizados. Es por tanto lógico, que este estándar sea más fácil de implantar en empresas que ya tienen asumidas las normas ISO 9001 e ISO 14001, aunque puede resultar de interés implantarlo como marco de referencia sin plantearse su certificación como objetivo más inmediato. Según un estudio realizado por la Universidad de Oviedo y AENOR (Revista UNE, nº 24. Sepbre. 2009) prácticamente la totalidad de empresas certificadas en OHSAS 18001, poseían el certificado ISO 9001 (97%) y el certificado ISO 14001 (91%). Según AENOR en el año 2010, España era ya el sexto país en la certificación del estándar y aunque pudiera parecer paradójico, son las empresas de menos de 50 trabajadores, las que más están demandando su certificación (47%)

En conclusión, la certificación de un sistema de gestión proporciona una demostración independiente de que el sistema de gestión de la organización: cumple los requisitos específicos, es capaz de lograr coherentemente su política y objetivos especificados, y está implementado de manera eficaz.

La evaluación de la conformidad, como es el caso de la certificación de un sistema de gestión de la SST, aporta valor a la organización, clientes y partes interesadas. El valor de la certificación reside en el grado de confianza y fe pública que se logra con una evaluación imparcial y competente por una tercera parte. Los principios para inspirar confianza incluyen: imparcialidad, competencia, responsabilidad, transparencia, confidencialidad y la receptividad y respuesta oportuna a las quejas (*fuente UNE-EN ISO/IEC 17021 Requisitos de los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión*). Hay que destacar que la finalidad de la certificación no es acreditar la calidad del servicio de prevención, sino la de verificar que se disponen de medios y de herramientas aplicadas debidamente para asegurar el control y eficacia del sistema de prevención.

2. ASPECTOS CLAVE DEL ESTÁNDAR OHSAS 18001. INTERRELACIÓN CON EL MARCO REGLAMENTARIO Y OTRAS NORMAS

El estándar OHSAS 18001 establece los requisitos para un sistema de gestión de la SST destinados a permitir que una organización controle sus riesgos y mejore su desempeño de la SST. Su objetivo global es apoyar y promover las buenas prácticas en esta materia, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas de la empresa. No establece criterios concretos de desempeño de la SST, ni proporciona especificaciones detalladas para el diseño de un sistema de gestión. Pretende ser aplicable a

todos los tipos y tamaños de organizaciones y ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

La nueva versión del estándar vino motivada por la necesidad de clarificar y mejorar sustancialmente la anterior, con la asunción de varios aspectos reglamentarios esenciales, y facilitar la integración con las ISO 9001 de Calidad y ISO 14001 Ambiental.

Las novedades más significativas que ha introducido el estándar OHSAS 18001:2007, respecto al anterior, han sido:

- La incorporación de una serie de definiciones, clarificadoras de conceptos esenciales.
- La sustitución del término riesgo tolerable por riesgo aceptable.
- La incorporación del término "incidente" que incluye al tradicional accidente, ampliando así el campo de intervención preventiva, excluyendo los daños a la propiedad o al ambiente del lugar de trabajo, propios de otras normas. También se han incorporado nuevos requisitos en su investigación.
- Mayor correlación con otras normas tras su actualización.
- Mayor énfasis en la participación y consulta -en donde se incluyen los contratistas-, así como en la gestión de cambios del tipo que fueren.
- Mayor énfasis en el concepto integral de salud y en la identificación de peligros para la misma, en la evaluación del desempeño en esta materia, y en la evaluación y seguimiento del cumplimiento legal.

La base del enfoque es la conocida metodología: P(Planificar) - H(Hacer) - C(Controlar/Verificar) - A(Actuar), del clásico ciclo de la mejora continua, que se muestra en la figura 1. Hay que distinguir el estándar OHSAS 18001, que sí es certificable, de OHSAS 18002, que no lo es, y que aporta solo directrices para su implementación, siendo por tanto de necesario estudio.

El nivel de detalle y complejidad del sistema de gestión de la SST, la extensión de la documentación y los recursos que se dedican, dependen de varios factores,

tales como el alcance del sistema, el tamaño de la organización, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios y la cultura de la organización. Este podría ser el caso en particular de las pequeñas y medianas empresas.

En la tabla 1 se detallan de manera muy resumida, algunos aspectos clave que deben ser abordados por las organizaciones si desean implementar su sistema de gestión en conformidad con el estándar, destacándose en negrita las diferencias con lo reglamentado. Algunas de esas diferencias son sutilezas de menor importancia, por ejemplo que OHSAS no haya hecho una indicación expresa a la integración de la Prevención como objetivo principal del Sistema preventivo, tal como expresa la legislación; lo que no representa que haya de obviarse esta cuestión trascendental, que está implícita en tal estándar que reclama evaluar y verificar de manera continuada el cumplimiento legal. Tengamos en cuenta que la eficacia de la prevención está condicionada a su integración en la organización general de la empresa. Otras, son simplemente aportaciones adicionales del estándar en aras a la eficacia preventiva, como la disposición de algunos procedimientos adicionales y la revisión periódica del sistema por parte de la dirección, por citar algunos ejemplos. Hay que destacar que OHSAS ofrece un sistema abierto a la política e intereses empresariales con requisitos internos que la empresa desee incorporar.

En la tabla 2 se efectúa un análisis comparativo de los diferentes apartados del estándar OHSAS 18001, en su interrelación con los otros sistemas normalizados, las directrices de la OIT y lo indicado en la Guía Técnica de Integración de la Prevención en el Sistema general de gestión, en su Anexo relativo a la ordenación de los requisitos reglamentarios aplicables a un sistema de gestión. Hay que resaltar que en la realización de una auditoría del sistema preventivo de acuerdo a OHSAS resulta imprescindible integrar a la misma el control del cumplimiento de todas las obligaciones reglamentarias.

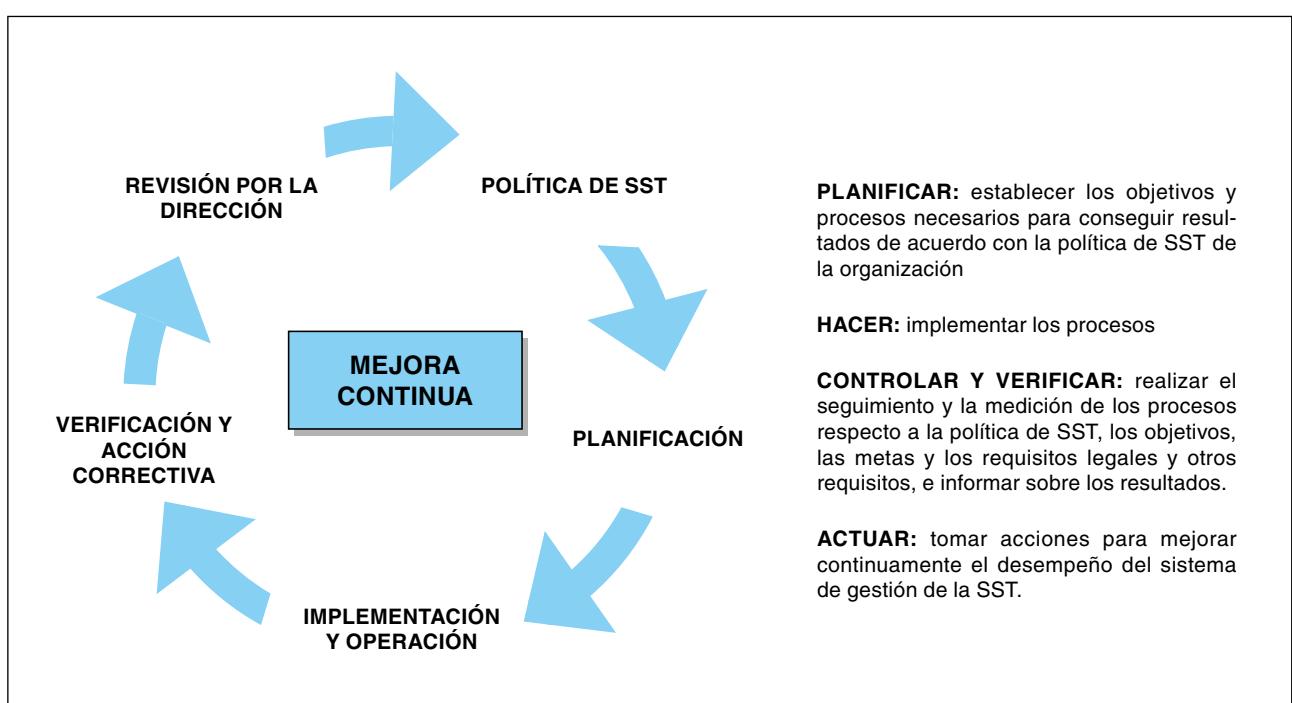


Figura 1. Modelo de sistema de gestión de la SST para el estándar OHSAS

Requisito	OHSAS 18001: 2007	Aspectos clave a considerar
4	Requisitos del sistema de gestión de la SST	
4.1	Requisitos generales	<ul style="list-style-type: none"> Establecer en términos de “permanencia”, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de la SST. Habrá que definir y documentar el alcance de su sistema. No se indica que ello habría que consultarse con los trabajadores (guía Técnica INSHT). Es necesario realizar una revisión inicial de su sistema de acuerdo al estándar.
4.2	Política de SST	<ul style="list-style-type: none"> La alta dirección debe definir y autorizar la política de SST asegurándose que: Es apropiada a la naturaleza y magnitud de los riesgos. Debe incluir compromisos para la prevención de daños, la mejora continua y el cumplimiento de todo lo reglamentado. Debe comunicarse a todos los trabajadores, aunque no explicita que deba hacerse de manera directa y personal. Se revisa periódicamente. No se indica expresamente que la prevención deba integrarse al sistema general de gestión -el Plan de PRL debe explicitarlo al ser su objetivo esencial- y que los trabajadores deben ser consultados y permitirse su participación .
4.3	Planificación	
4.3.1	Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles	<ul style="list-style-type: none"> Se debe disponer de herramientas para la identificación continua de peligros, la evaluación de riesgos y la determinación de controles. Dichas herramientas deben prever la gestión de los cambios, estando todo documentado. La reducción de riesgos debe jerarquizar: a) la eliminación, b) la sustitución, c) los controles de ingeniería d) la señalización/advertencias y controles administrativos y e) Epi's. Esta clasificación no coincide exactamente con los principios legales de la acción preventiva, aunque no es relevante. El resultado de la evaluación es determinante para los requisitos del sistema. Hay que revisar de forma continua la evaluación para garantizar la eficacia del sistema.
4.3.2	Requisitos legales y otros requisitos	<ul style="list-style-type: none"> Deben establecerse procedimientos para identificar y tener acceso a los requisitos legales y otros que sean aplicables, manteniendo tal información actualizada y comunicando la información pertinente a los trabajadores.
4.3.3	Objetivos y programas	<ul style="list-style-type: none"> Los objetivos han de estar documentados, ser medibles y deben afectar a los niveles y funciones dentro de la organización. No solo contemplarán el cumplimiento reglamentario y la mejora continua. Los programas, mediante el establecimiento de actividades, responsables y plazos han de permitir alcanzar los objetivos. No se cita como objetivo esencial, la integración de la PRL.
4.4	Implementación y operación	
4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	<ul style="list-style-type: none"> La dirección debe demostrar sus compromisos, asegurando la disponibilidad de recursos y definiendo funciones y responsabilidades en relación con sus riesgos de SST y el sistema de gestión de la SST, para determinar la formación u otras acciones necesarias para las personas que trabajan bajo el control de la organización (incluyendo contratistas, ETT...). Debe designarse a una persona de la alta dirección para velar por la implementación del sistema y que los informes de desempeño se utilizan para la mejora del mismo.
4.4.2	Competencia, formación y toma de conciencia	<ul style="list-style-type: none"> La dirección debe determinar los requisitos de competencia en materia de SST y asegurarse que todo el personal es competente antes de desempeñar las tareas. Deben mantenerse registros asociados. Se debe evaluar y registrar la eficacia de la formación, y elaborar procedimientos al respecto. Se deberían proporcionar programas de toma de conciencia a todo el personal .
4.4.3	Comunicación, participación y consulta	<ul style="list-style-type: none"> La organización debe implementar procedimientos documentados para la comunicación interna entre diferentes niveles y con contratistas y otros visitantes, (debidamente documentados), así como para la participación de los trabajadores en la consulta ante cambios, involucrándose en la identificación, evaluación y control de riesgos y en la investigación de incidentes; también para la consulta con los contratistas ante los cambios.
4.4.4	Documentación	<ul style="list-style-type: none"> La documentación del sistema de gestión de la SST debería incluir como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> – Política y objetivos de SST. – Descripción del alcance del sistema. – Descripción de los elementos principales del sistema y su interacción. – Los documentos y registros legales y los requeridos por OHSAS y los determinados por la organización para asegurar la eficacia del sistema. La documentación debería ser la mínima estrictamente necesaria, mantenerse actualizada y ser suficiente para asegurar que el sistema se entiende adecuadamente y se opera eficazmente.

Requisito	OHSAS 18001: 2007	Aspectos clave a considerar
4.4.5	Control de documentos	<ul style="list-style-type: none"> • La organización debe implementar un procedimiento para la gestión del propio sistema documental, con especificaciones varias. • Todos los documentos deben estar identificados y controlados, disponibles en sus puntos de uso y deberían revisarse regularmente para asegurarse de que siguen siendo válidos y adecuados.
4.4.6	Control operacional	<ul style="list-style-type: none"> • En operaciones y actividades asociadas a peligros y riesgos que requieren control, incluidos los cambios habrá(n): <ul style="list-style-type: none"> • Controles operacionales, incluidos en su sistema de gestión. • Controles de bienes, equipamientos y servicios. • Controles relacionados con contratistas y visitantes. • Procedimientos documentados y criterios operativos cuando su ausencia pueda generar desviaciones de la política y a los objetivos. • Es necesario que los controles operacionales se implementen, se evalúen de forma continua para verificar su eficacia y se integren en el sistema de gestión de la SST. • OHSAS no indica expresamente controles específicos para la vigilancia de la salud y la selección de personal.
4.4.7	Preparación y respuesta ante emergencias	<ul style="list-style-type: none"> • La organización debe identificar las situaciones de emergencias potenciales y como responder ante estas. • Deben realizarse pruebas periódicas de su procedimiento de actuación, cuando sea factible y efectuar las modificaciones pertinentes.
4.5	Verificación	
4.5.1	Medición y seguimiento del desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • Una organización debería tener un enfoque sistemático y procedimentado documentalmente para la medición y el seguimiento de su desempeño de la SST con regularidad. • El procedimiento debe incluir: las medidas apropiadas a las necesidades de la organización, el seguimiento del grado de cumplimiento de objetivos y eficacia de los controles, las medidas pro activas y reactivas para el seguimiento de la conformidad con los programas, controles y criterios operacionales, y los registros para el posterior análisis.
4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal	<ul style="list-style-type: none"> • En coherencia a su compromiso de cumplimiento, la organización debe implementar un procedimiento para evaluar periódicamente el cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos establecidos.
4.5.3	Investigación de incidentes, no conformidad, acción correctiva y acción preventiva	
4.5.3.1	Investigación de incidentes	<ul style="list-style-type: none"> • La organización debe implementar un procedimiento para investigar los incidentes y actuar en consecuencia, aprovechando las oportunidades de mejora. • Hay que documentar los resultados de las investigaciones.
4.5.3.2	No conformidad, acción correctiva y acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> • La organización debería identificar las no conformidades reales y potenciales, hacer correcciones y tomar acciones correctivas y preventivas, para preferiblemente prevenir los problemas antes que sucedan. Todo ello mediante la implantación de un procedimiento.
4.5.4	Control de los registros	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante procedimiento documentado deberían mantenerse los registros para demostrar que la organización está haciendo funcionar su sistema de gestión de la SST de manera eficaz y que está gestionando sus riesgos de SST. Se deben establecer, implementar y mantener herramientas para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.
4.5.5	Auditoria interna	<ul style="list-style-type: none"> • Debería establecerse un programa de auditoria interna del sistema de gestión de la SST para revisar la conformidad del sistema de gestión de la SST de la organización con OHSAS 18001. • Las auditorias deberían llevarse a cabo por personal competente que asegure la objetividad e imparcialidad en el proceso, proporcionando información a la dirección sobre sus resultados. • Debe implementarse un procedimiento de auditoria.
4.6	Revisión por la dirección	<ul style="list-style-type: none"> • La alta dirección debe revisar el sistema de gestión de la SST de la organización, a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas. Las revisiones deben incluir la evaluación de las oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión de la SST, incluyendo la política y los objetivos de SST. Se deben mantener los registros de las revisiones por la dirección.

Tabla 1. Requisitos del estándar OHSAS 18001. Síntesis de aspectos clave, considerando lo diferencial con lo reglamentado, destacado en negrita.

OHSAS 18001:2007		ISO 14001:2004		ISO 9001:2008		ILO-OSH: 2001	Criterios del INSHT sobre auditorías reglamentarias de sistemas de prevención de riesgos laborales
—	Introducción.	—	Introducción.	0 0.1 0.2 0.3 0.4	Introducción (título solamente). Generalidades. Enfoque basado en procesos. Relación con la Norma ISO 9004 Compatibilidad con otros sistemas de gestión.	Introducción. El sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo en la organización.	
1	Objeto y campo de aplicación.	1	Objeto y campo de aplicación.	1 1.1 1.2	Objeto y campo de aplicación (título solamente). Generalidades. Aplicación.	Objetivos.	
2	Publicaciones para consulta.	2	Normas para consulta.	2	Referencias normativas.	Bibliografía.	
3	Términos y definiciones.	3	Términos y definiciones.	3	Términos y definiciones.	Glosario.	
4	Requisitos del sistema de gestión de la SST (título solamente)	4	Requisitos del sistema de gestión ambiental (título solamente).	4	Sistema de gestión de la calidad (título solamente).		Anexo de la Guía Técnica del INSHT, Integración de la PRL
4.1	Requisitos generales.	4.1	Requisitos generales.	4.1 5.5 5.5.1	Requisitos generales. Responsabilidad, autoridad y comunicación (título solamente). Responsabilidad y autoridad.	El sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo en la organización.	
4.2	Política de SST.	4.2	Política ambiental.	5.1 5.3 8.5	Compromiso de la dirección. Política de la calidad. Mejora continua.	Política en materia de seguridad y salud en el trabajo. Mejora continua.	Anexo A.2 (completo) Anexo A.3 (completo)
4.3	Planificación (título solamente).	4.3	Planificación (título solamente).	5.4	Planificación (título solamente).	Planificación y aplicación (título solamente).	
4.3.1	Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles.	4.3.1	Aspectos ambientales.	5.2 7.2.1 7.2.2	Enfoque al cliente. Determinación de los requisitos relacionados con el producto. Revisión de los requisitos relacionados con el producto.	Examen inicial. Planificación, desarrollo y aplicación del sistema. Prevención de los peligros. Medidas de preventión y control. Gestión del cambio. Contratación.	Anexo B.1 (completo) Anexo B.2 (completo) Anexo B.3 (completo) Anexo B.5 (completo)
4.3.2	Requisitos legales y otros requisitos.	4.3.2	Requisitos legales y otros requisitos.	5.2 7.2.1	Enfoque al cliente. Determinación de los requisitos relacionados con el producto.	Examen inicial. (Medidas de preventión y control).	
4.3.3	Objetivos y programas.	4.3.3	Objetivos, metas y programa.	5.4.1 5.4.2 8.5.1	Objetivos de la calidad. Planificación del sistema de gestión de la calidad. Mejora continua.	Planificación, desarrollo y aplicación del sistema. Objetivos en materia de seguridad y salud en el trabajo. Mejora continua.	Anexo A.2 (2) Anexo B.1 (7-9)
4.4	Implementación y operación (título solamente).	4.4	Implementación y operación (título solamente).	7	Realización del producto (título solamente).		
4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad.	4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad.	5.1 5.5.1 5.5.2 6.1 6.3	Compromiso de la dirección. Responsabilidad y autoridad. Representante de la dirección. Provisión de recursos. Infraestructura.	Responsabilidad y obligación de rendir cuentas. Planificación, desarrollo y aplicación del sistema. Mejora continua.	Anexo A.1 (completo) Anexo B.2 (2)

Tabla 2. Correspondencia entre el estándar OHSAS 18001: 2007, las directrices OIT 2001, los requisitos incluidos en el Anexo de la Guía Técnica de Integración de la Prevención del INSHT y las Normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004

(Continúa en página siguiente)

OHSAS 18001:2007		ISO 14001:2004		ISO 9001:2008		ILO-OSH: 2001	Criterios del INSHT sobre auditorías reglamentarias de sistemas de prevención de riesgos laborales
4.4.2	Competencia, formación y toma de conciencia.	4.4.2	Competencia, formación y toma de conciencia.	6.2.1 6.2.2 (Recursos humanos). Generalidades. Competencia, toma de conciencia y formación.	Competencia y capacitación.		Anexo B.4 (completo)
4.4.3	Comunicación, participación y consulta.	4.4.3	Comunicación.	5.5.3 7.2.3 Comunicación interna. Comunicación con el cliente.	Participación de los trabajadores. Comunicación.		Anexo A.3 (completo) Anexo B 4 (3,4 y 6)
4.4.4	Documentación.	4.4.4	Documentación.	4.2.1 (Requisitos de la documentación) Generalidades.	Documentación del sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo.		Art. 23 LPRL Anexo A.2 (2) Anexo B.1 (1,5,6) Anexo B..2 (cuando corresponda)
4.4.5	Control de documentos.	4.4.5	Control de documentos.	4.2.3 Control de los documentos.	Documentación del sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo.		
4.4.6	Control operacional.	4.4.6	Control operacional.	7.1 7.2 7.2.1 7.2.2 7.3.1 7.3.2 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6 7.3.7 7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.5.1 7.5.2 7.5.5 Planificación de la realización del producto. Procesos relacionados con el cliente (título solamente). Determinación de los requisitos relacionados con el producto. Revisión de los requisitos relacionados con el producto. Planificación del diseño y desarrollo. Elementos de entrada para el diseño y desarrollo. Resultados del diseño y desarrollo. Revisión del diseño y desarrollo. Verificación del diseño y desarrollo. Validación del diseño y desarrollo. Control de los cambios del diseño y desarrollo. Proceso de compras. Información de las compras. Verificación de los productos comprados. Producción y prestación del servicio (título solamente). Control de la producción y de la prestación del servicio. Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio. Preservación del producto.	Gestión del cambio. Adquisiciones. Contratación.		Anexo B.2 (completo) Anexo B.3 (completo) Anexo B.5 (completo)
4.4.7	Preparación y respuesta ante emergencias.	4.4.7	Preparación y respuesta ante emergencias.	8.3 Control del producto no conforme.	Prevención, preparación y respuesta respecto de situaciones de emergencia.		Anexo B.6 (completo)
4.5	Verificación (título solamente)	4.5	Verificación (título solamente).	8 Medición, análisis y mejora (título solamente).	Evaluación (título solamente).		
4.5.1	Seguimiento y medición del desempeño.	4.5.1	Seguimiento y medición.	7.6 8.1 8.2.3 8.2.4 8.4 Control de los equipos de seguimiento y medición. (Medición, análisis y mejora) Generalidades. Seguimiento y medición de los procesos. Seguimiento y medición del producto. Análisis de datos.	Supervisión y medición de los resultados.		Cap. V Auditorias RSP
4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal.	4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal.	8.2.3 8.2.4 Seguimiento y medición de los procesos. Seguimiento y medición del producto.			

Tabla 2. Correspondencia entre el estándar OHSAS 18001: 2007, las directrices OIT 2001, los requisitos incluidos en el Anexo de la Guía Técnica de Integración de la Prevención del INSHT y las Normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004

(Continúa en página siguiente)

OHSAS 18001:2007		ISO 14001:2004		ISO 9001:2008		ILO-OSH: 2001	Criterios del INSHT sobre auditorías reglamentarias de sistemas de prevención de riesgos laborales
4.5.3	Investigación de incidentes, no conformidad, acción correctiva y acción preventiva (título solamente).	-	-	-	-	-	
4.5.3.1	Investigación de incidentes.	-	-	-	-	Investigación de las lesiones, enfermedades, dolencias e incidentes relacionados con el trabajo y su impacto en el desempeño de la seguridad y la salud. Mejora continua.	Anexo B.7 (completo)
4.5.3.2	No conformidad, acción correctiva y acción preventiva.	4.5.2	No conformidad, acción correctiva y acción preventiva.	8.3 8.4 8.5.2 8.5.3	Control del producto no conforme. Análisis de datos. Acción correctiva. Acción preventiva.	Acción preventiva y acción correctiva.	
4.5.4	Control de los registros.	4.5.4	Control de los registros.	4.2.4	Control de los registros.	Documentación del sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo.	
4.5.5	Auditoría interna.	4.5.5	Auditoría interna.	8.2.2	Auditoría interna.	Auditoría.	Cap. V Auditorias RSP
4.6	Revisión por la dirección.	4.6	Revisión por la dirección.	5.1 5.6 5.6.1 5.6.2 5.6.3 8.5.1	Compromiso de la dirección. Revisión por la dirección (título solamente). Generalidades. Información de entrada para la revisión. Resultados de la revisión. Mejora continua.	Examen realizado por la dirección. Mejora continua.	

Tabla 2. Correspondencia entre el estándar OHSAS 18001: 2007, las directrices OIT 2001, los requisitos incluidos en el Anexo de la Guía Técnica de Integración de la Prevención del INSHT y las Normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Ley 31/1995 y Ley 54/2003 de Prevención de Riesgos Laborales
- (2) Real Decreto 39/1997 y RD 604/2006, Reglamento de los Servicios de Prevención
- (3) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía Técnica de integración de la Prevención en el Sistema General de Gestión de las empresas
- (4) AENOR
OHSAS 18001:2007 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo
- (5) AENOR
OHSAS 18002:2008 Directrices para la implementación de OHSAS 18001:2007
- (6) OIT
Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. 2001
- (7) AENOR
ISO 9001:2008
- (8) AENOR
ISO 14001:2004
- (9) AENOR
UNE 66177:2005 Guía para la integración de los sistemas de gestión
- (10) AENOR
UNE-EN ISO/IEC 17021 Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión.
- (11) AENOR
Guía para la auditoría de los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo según OHSAS 18001

OHSAS 18001. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: implantación (II)

*OHSAS 18001: Standard implementation
OHSAS 18001: Implantation du standard*

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Agustín Sánchez-Toledo Ledesma
Ingeniero Técnico Industrial

Esther Villa Martínez
Licenciada en Ciencias Biológicas

Este documento sobre el estándar OHSAS 18001 aporta una serie de reflexiones y orientaciones de carácter general para su correcta y eficaz implantación. Complementa lo reflejado en OHSAS 18002:2008, "Directrices para la implementación de OHSAS 18001:2007, de necesaria lectura, y se basa fundamentalmente en la experiencia de los redactores del documento.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. ASPECTOS GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE OHSAS

Establecer, implementar y evaluar un sistema de gestión basado en OHSAS 18001 es una declaración general sobre el establecimiento y mantenimiento de un sistema determinado de gestión de la SST dentro de una organización.

No existe un modelo único para desarrollar e implantar un sistema de gestión de la SST en base a OHSAS 18001. Cada organización debe personalizar el suyo propio y hay que tener en cuenta que no existen soluciones estándar, solo pautas que pueden ser comunes. Por ello, en esta NTP se incluyen consideraciones generales y también algunas de específicas para desarrollar e implantar sistemas de SST, requiriéndose de un proceso cuidadosamente planificado y controlado para avanzar con éxito. Generar cambios en la organización, muchos de ellos relevantes -lo que dependerá de cual fuere el punto de partida- para generar y consolidar cultura preventiva, no es tarea fácil y se requiere de una buena dosis de compromiso de los máximos responsables de la organización, un proceso de actuación bien diseñado y gestionado con un programa de concienciación y formación que lo materialice, y una potenciación de los diferentes cauces de participación para lograr la implantación de todos los miembros de la organización. El estándar no debería ser visto como objetivo empresarial en sí mismo, sino como un instrumento para mejorar de manera estable y continuada la eficiencia, en coherencia con los valores asumidos y objetivos estratégicos de la organización.

Para que una organización asuma satisfactoriamente el estándar deberá tener en cuenta algunos aspectos relevantes como son: lo que realmente importa es la organización, la implantación del Sistema de Gestión de

SST, deberá repercutir siempre en ella; la certificación conforme OSHAS 18001 no debe representar un objetivo en sí para la empresa, sino un elemento facilitador y de medición; la implantación de OHSAS 18001 no debe significar un aumento de la burocracia, sino todo lo contrario, desarrollando para ello herramientas que faciliten la gestión; la organización deberá marcar los plazos adecuados para la implantación del Sistema de acuerdo a sus necesidades y teniendo en cuenta los medios disponibles; y finalmente, no hay un antes y un después, representa un camino de progresivos beneficios esperables.

“Establecer” implica un nivel de permanencia, y el sistema no debería considerarse establecido hasta que todos sus elementos se hayan implementado de forma evidenciable. Cabe afirmar que una actividad está debidamente implantada cuando se aplica correctamente de manera sistemática por sus usuarios, generando los beneficios esperados, tanto a nivel de resultados derivados de la propia actividad, como de satisfacción de sus usuarios y demás personal implicado. Por ejemplo, un procedimiento de investigación de incidentes estaría debidamente implantado, cuando además de estar contribuyendo a la reducción de los índices de siniestralidad de la organización, está logrando que los accidentes típicos generados no se repitan, al haberse extraído un buen aprendizaje de los mismos, y además, los miembros de la organización, hayan sufrido o no accidentes, confíen en los beneficios derivados de investigarlos todos cuando ocurran.

“Mantener” implica que una vez establecido el sistema éste sigue funcionando correctamente. Esto requiere de un esfuerzo activo por parte de la organización. Pensemos que para que todo funcione con un nivel óptimo de respuesta, se requiere de un programa de mantenimiento, y más, cuando se trata de comportamientos y actitudes, como es el caso.

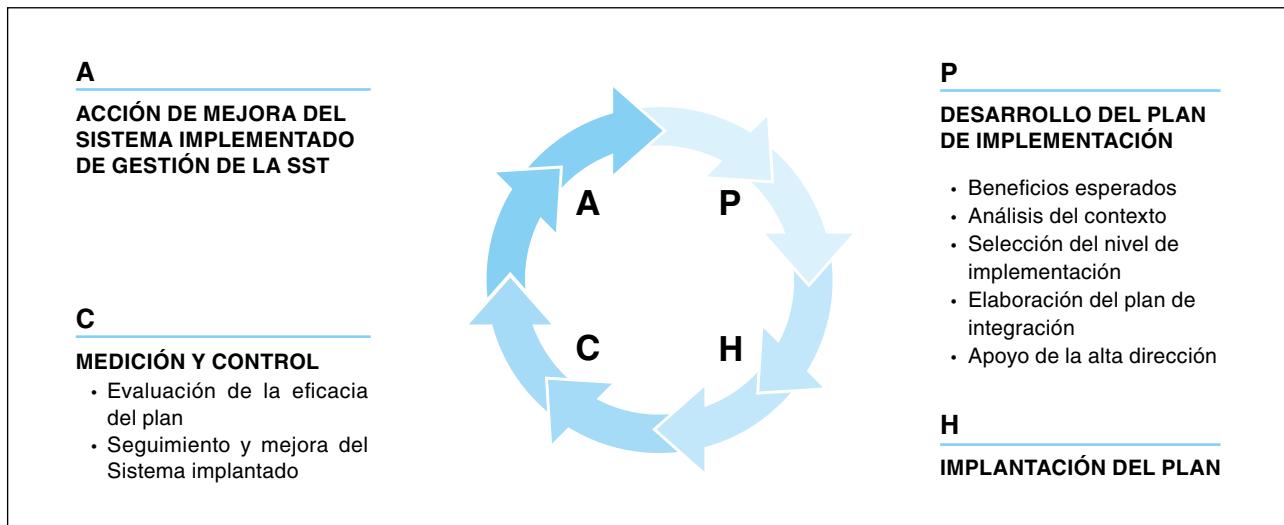


Figura 1. Cuatro etapas esenciales para la implantación de OHSAS 18.001

El proceso de desarrollo, implementación, evaluación y acción de mejora, habría de estar basado igualmente en el ciclo PHCA, tal como el propio estándar asume, por ser éste un método de probada eficacia y rentabilidad (ver fig.1). Este proceso tiene por objetivo la definición e implantación en condiciones controladas de un plan de implementación-integración, desarrollado específicamente en función de los objetivos, contexto y nivel de madurez de la organización. La primera fase, P (Planificar) es la de desarrollo del Plan de implementación-integración, corresponde a la fase de análisis y diseño, tanto estratégico como operativo; la segunda, H (Hacer), es la de implantación del plan propiamente dicho, con una serie de consideraciones a tener en cuenta en cada uno de los requisitos del estándar y que se expondrán en el siguiente apartado; la tercera, C (Controlar), es la de revisión, medición y seguimiento de lo ejecutado, y finalmente, la cuarta, A (Actuar) es la de aplicar las correspondientes mejoras en función de los resultados de la anterior fase de control; y así, sucesivamente. De la misma manera que la legislación obliga a elaborar un Plan de Prevención para lograr con éxito el proceso de integración de la PRL, se debería disponer también de un plan para la implementación-integración de la PRL según OHSAS 18001, a fin de optimizar los beneficios del mismo. Ambos planes podrían incluso coincidir en un solo documento. Veamos a continuación algunos rasgos esenciales de este proceso planteado en la figura 1.

2. FASE DE PLANIFICACIÓN. DESARROLLO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN-INTEGRACIÓN

Cuando una organización decide implantar su Sistema de Gestión de SST se pregunta si debe hacerlo de acuerdo a OHSAS y qué beneficios cabe esperar si así lo decidiese. En la mayoría de los casos, las empresas toman su decisión en base a criterios no suficientemente analizados. Aunque nos podamos equivocar y ya se rectificará, la decisión inicial debería ser objetiva, fruto de una profunda reflexión y de un debate consensuado. Por tanto, la etapa de análisis resulta esencial. Podemos utilizar algunos instrumentos, como el método DAFO, que permite analizar desde un punto de vista interno de la organización las fortalezas y debilidades en materia de SST, y desde un punto de vista externo, las oportunidades y amenazas a

las que estamos expuestos de no actuar debidamente, y por otra parte, lo que puede comportar de beneficioso el hacerlo. Tengamos en cuenta que las empresas han de estar abiertas a su entorno social, en redes de cooperación con sus proveedores y clientes, para proyectar buena reputación y generar confianza.

Sobre todo, habría que identificar las debilidades de nuestra organización y las amenazas externas y analizar en qué medida la implantación del estándar ayudaría a la corrección de las mismas. En cuanto a las fortalezas de nuestra organización y las oportunidades externas, el análisis iría orientado al refuerzo de las mismas, allanando el camino y ayudándonos a enfrentarnos a las debilidades y amenazas.

También podría recurrirse a la aplicación de alguna metodología simplificada que permitiese adentrarse en el conocimiento de la cultura empresarial existente para detectar aquellas carencias que están condicionando que no se ponga la atención necesaria sobre la SST y no sea contemplada como un verdadero valor. El modelo de Excelencia empresarial, EFQM, puede resultar de gran ayuda al permitir objetivar ciertas carencias relevantes. No obstante, el propio estándar OHSAS exige como punto de partida, una vez tomada la decisión de implantarlo, el verificar la situación de la organización respecto al mismo. En todo caso, ha de quedar claro que el diagnóstico inicial basado en principios de objetividad, es indispensable.

Una vez tomada la decisión de adoptar el estándar habrá que planificar su implantación, planteándose una serie de cuestiones: ¿Cuál es el momento oportuno para iniciar el proceso?, ¿qué plazo, aunque sea orientativo, puede representar el proceso?, ¿puedo hacerlo con medios propios o se debería recurrir a medios externos?, ¿me interesa certificarlo? y ¿quién lo habría de liderar? Pero para dar respuesta precisa a ello, veamos algunos aspectos remarcaables en esta primera fase de planificación.

Beneficios esperados

- ¿Qué beneficios podemos obtener de la implementación de OHSAS en la organización (Siniestralidad respecto al sector, percepción interna de la preventión y cultura preventiva existente, nivel de cumplimiento de la normativa y sanciones habidas, imagen externa de la empresa, relación con la representación sindical, ...)?

- ¿Qué dificultades y barreras previsibles se presentarán en el proceso de implementación a nivel personal y a nivel organizacional?

Análisis del contexto

- ¿Cuáles son los peligros y riesgos laborales más significativos? ¿Qué gravedad y trascendencia pueden tener?
- ¿Qué modalidad preventiva tiene la organización? ¿Cuál ha sido su contribución efectiva a los logros alcanzados? ¿Cuáles han sido sus principales carencias?
- ¿Qué grado de integración de la prevención existe en la organización? ¿qué nivel de compromiso preventivo asumen los mandos?
- ¿Ante qué valores se fundamenta la organización?, ¿qué contravalores condicionan?
- ¿Qué tipo de liderazgo impera en la organización?
- ¿Cuál es la consideración humana y profesional de los trabajadores como activo empresarial?
- ¿Qué nivel de implicación tienen los trabajadores con la organización y con el proyecto empresarial? ¿Se conoce el nivel de satisfacción de los trabajadores en su trabajo? ¿En qué base objetiva ello se fundamenta, si es que se cree conocerlo?

Selección del nivel de implementación

Este apartado establece las directrices para contestar a la siguiente pregunta: ¿qué estrategia y qué método de implementación puedo aplicar a mi organización, sobre todo, en función del nivel de integración de la acción preventiva?

La implementación de un sistema de gestión según OHSAS 18001 conlleva cambios organizativos (organigrama, responsabilidades, etc.) derivados de la necesidad de dotar a los "propietarios de procesos" de la responsabilidad, autoridad y capacidad necesaria para su gestión, así como para la gestión de los requisitos de OHSAS con otros sistemas de la organización.

Asimismo, la implementación se puede aplicar paulatinamente limitando su aplicación a ciertos procesos, áreas, o aplicarla a la totalidad de procesos de la organización. En todo caso, es necesario que el proceso de implantación sea gradual y se vaya auto alimentando de los logros que se vayan consiguiendo. La celeridad del proceso depende en gran medida del nivel de cultura preventiva existente y de la propia capacidad de la organización para digerirlo. No obstante, implantar un sistema que esté bien diseñado y que cuente con el apoyo de la dirección, se sitúa en torno a los dos años.

Hay que tener en cuenta que el proceso comportará una serie de acciones para su debida planificación en los momentos oportunos, tales como:

- Definir la política de SST asociada a la visión empresarial, en cooperación con todas las partes interesadas
- Establecer pautas para la integración de todos sistemas de gestión en vistas a su racionalización y simplificación
- Desarrollar un manual del sistema de gestión donde se establezcan los objetivos y las directrices generales de actuación
- Definir las responsabilidades y funciones de todo el personal en plena coherencia con los otros sistemas de gestión

- Formalizar las vías de diálogo y participación
- Establecer el plan de concientización y formación continua e integral del personal
- Identificar los requisitos legales exigibles
- Definir los procesos productivos, identificando en especial los críticos, contemplando factores tales como: definición de propietarios, objetivos, indicadores, elementos de entrada y salida de los procesos, instrucciones preventivas que se aplican en los mismos y las adicionales que serían necesarias, etc.
- Elaborar los necesarios procedimientos documentales con sus registros para las diferentes actividades preventivas (control de riesgos, gestión de cambios, incluidos los contratistas, etc)

Elaboración del plan de integración

Como resultado de las actuaciones descritas en los apartados anteriores, se debería elaborar un plan de implementación-integración que sirviera para ejecutar eficazmente y de forma controlada lo planificado. El plan debería ya dar respuesta clara en términos generales a preguntas esenciales, algunas serían:

- ¿Qué objetivos persigue realmente la organización y qué beneficios me va a aportar implementar el sistema y cuándo?, ¿qué objetivos persigue la implementación?
- ¿Qué inversión y rentabilidad esperada tiene el proyecto?
- ¿Cuáles son las principales dificultades a superar?, ¿qué estrategia sería recomendable para sortearlas?
- ¿En qué consiste realmente el plan de implementación? y ¿cuándo habría que ir completando etapas?
- ¿Qué voy realmente a implementar de manera priorizada y cuándo: procedimientos, instrucciones, etc.?
- ¿Cómo lo voy a implementar?
- ¿Qué plan de comunicación se va a llevar a cabo?
- ¿Quién es el responsable y coordinador del proyecto de implementación?
- ¿Qué actividades hay que planificar para su ejecución (programa que indique el "qué", quién y cuándo)

Para la implementación del sistema de gestión es necesario siempre partir de una buena identificación de peligros y evaluación de riesgos, que es lo que determina las necesidades de actuación para su control, y de la atención debida a las necesidades de las personas y de la organización.

Apoyo de la alta dirección

Dada la extensión de las actividades, los cambios que pueden provocar y las funciones afectadas en un proyecto de implementación, se precisa de una buena coordinación, por lo que es muy difícil avanzar si no se consigue el apoyo de la alta dirección.

El apoyo de la alta dirección se debe plasmar en el aporte de los recursos necesarios para llevar a cabo el plan aprobado, apoyar las acciones previstas y realizar el oportuno seguimiento al proyecto, y sobre todo, dar ejemplo. Para la implementación de un sistema de gestión de la SST según OHSAS, son factores críticos: el apoyo, compromiso e implicación de los altos directivos, además de un enfoque participativo. Habrá que realizar todos los esfuerzos necesarios para que la dirección tome conciencia grupalmente (comité de dirección si existe o el colectivo de directivos reunidos) de la necesidad de implantar un sistema eficaz que responda a su política de empresa. Los seminarios de directivos y expertos en la materia, a tal efecto, pueden ser de gran ayuda.

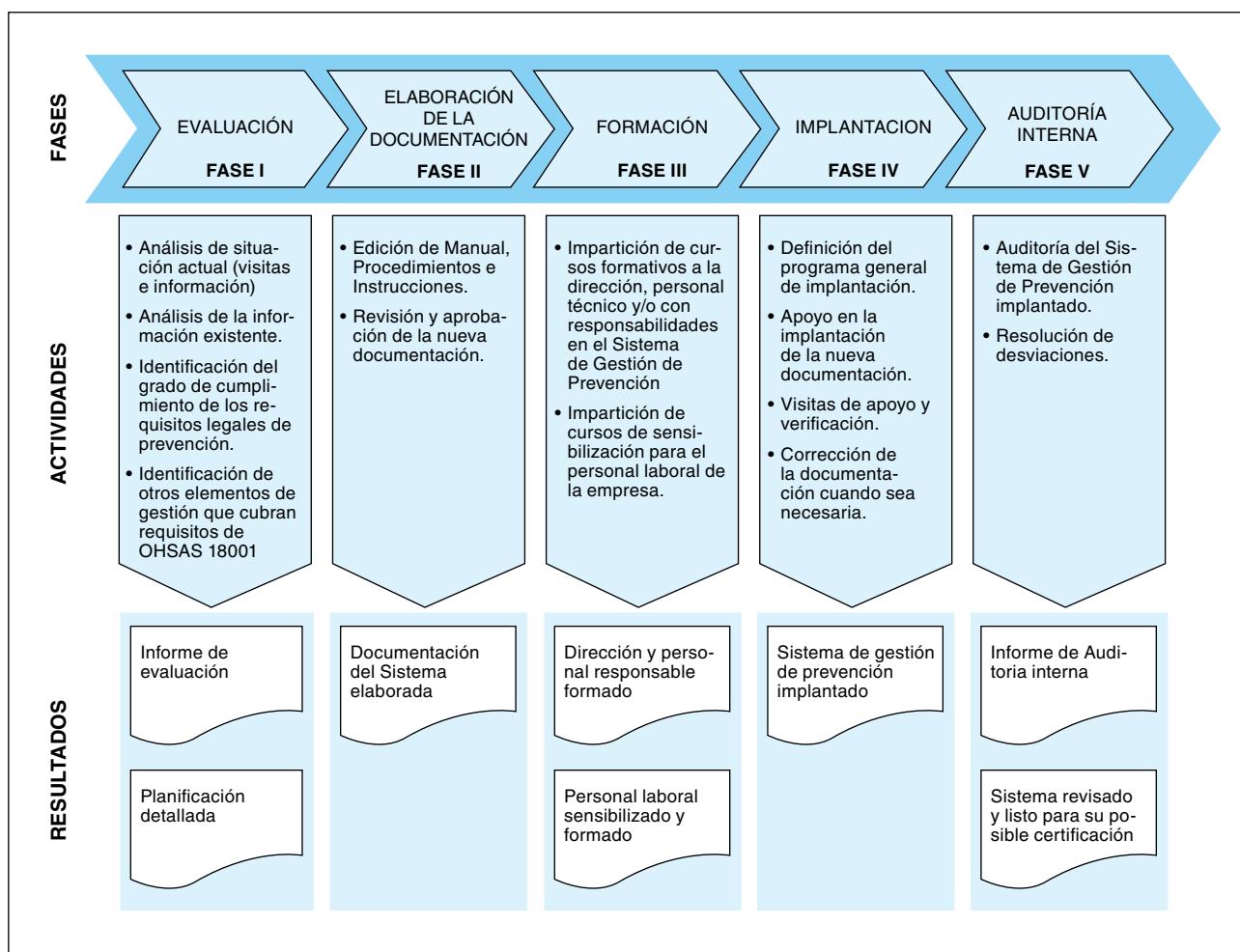


Figura 2. Fases en la implantación del estándar OHSAS 18001

Es importante que la alta dirección designe un responsable del proyecto o coordinador (normalmente el representante de la dirección) con autoridad y visión global de la empresa y conocedor de las actividades relacionadas con la SST. Es recomendable presentar un informe a la alta dirección que describa el proyecto de implementación que se desea llevar a cabo y facilite la toma de decisiones.

3. FASE DE EJECUCIÓN. LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN

Es importante tener en cuenta algunas consideraciones esenciales como las que se apuntan a continuación, como punto de partida para la implantación del plan:

- Hay que tratar la implantación como una inversión importante.
- Partir siempre de un diagnóstico. ¿Dónde estoy? ¿qué distancia me separa del objetivo al que pretendo llegar?
- Asegurar que la dirección va a demostrar un compromiso visible por lo acordado. Su implicación y liderazgo es fundamental.
- Implicar a la organización. La participación es el camino inexcusable.
- Formar, informar e involucrar a todo el personal relacionado con el proyecto y con el futuro Sistema.
- Concebir la prevención en un marco de desarrollo de competencias de las personas, que sean evaluables

a través del desempeño. Ello habría de formar parte de la carrera profesional que las empresas deberían facilitar por propio interés de la organización y de los trabajadores.

- Los especialistas en prevención no diseñan el sistema, ayudan a darle forma.
- Leer, analizar y comprender cada punto del estándar hasta comprender el por qué.
- No implantar un requisito del estándar sin entender totalmente su objetivo.
- No escribir, sin antes haberlo pensado todo bien.
- Planificar todas las actividades relevantes a realizar.
- No dar un paso adelante sin consolidar el anterior. Es necesario alimentarse de los pequeños éxitos del propio proceso. Considerar un desarrollo por etapas.
- El sistema es la herramienta, no el fin
- Establecer indicadores del proceso, generados en un marco de diálogo y consenso.
- Utilizar y familiarizarse con un lenguaje sencillo y comprensible a toda la organización
- El sistema se diseña para la organización, no para el auditor
- Procurar no copiar y en último extremo, hacerlo bien, solo en aquello que sea posiblista
- La tarea del coordinador puede verse facilitada enormemente si se forma un comité o equipo de implementación con los responsables de los distintos departamentos y se planifican reuniones periódicas de seguimiento

Seguimiento del plan de implementación-integración

La organización debería programar el seguimiento del plan de implementación con una frecuencia que permita valorar el cumplimiento de los objetivos previstos y prever los cambios que ayuden al éxito de la implementación.

Los cambios conllevan normalmente la actualización del plan. Los informes de la revisión deberían distribuirse a todas las partes implicadas en el proceso de implementación y tratarse en un marco de transparencia y de diálogo.

4. FASE DE CONTROL. REVISIÓN Y MEJORA DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

Una vez implementado el sistema de gestión se recomienda incorporar su revisión periódica en la “revisión por la dirección” de acuerdo con los requisitos de OHSAS 18001. Por ello, los resultados de las revisiones del plan de implementación deberían ser considerados en la revisión general del sistema por la alta dirección.

En la figura 2 se muestra un esquema de las fases que suele comportar la implantación de un sistema de gestión de la SST en base a OHSAS, con las actividades y resultados esperados.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Ley 31/1995 y Ley 54/2003 de Prevención de Riesgos Laborales
- (2) Real Decreto 39/1997 y RD 604/2006, Reglamento de los Servicios de Prevención
- (3) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía Técnica de integración de la Prevención en el Sistema General de Gestión de las empresas
- (4) AENOR
OHSAS 18001:2007 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo
- (5) AENOR
OHSAS 18002:2008 Directrices para la implementación de OHSAS 18001:2007
- (6) OIT
2001 Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo
- (7) AENOR
ISO 9001:2008
- (8) AENOR
ISO 14001:2004
- (9) AENOR
UNE 66177:2005 Guía para la integración de los sistemas de gestión
- (10) AENOR
UNE-EN ISO/IEC 17021 Requisitos para los organismos que realizan la auditoria y la certificación de sistemas de gestión.
- (11) AENOR
Guía para la auditoría de los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo según OHSAS 18001
- (12) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Colección de Notas Técnicas de Prevención:
NTP 576 “Integración de sistemas: Calidad, Prevención y Medio Ambiente”
NTP 829 “Nueva Cultura de Empresa y condiciones de trabajo. Factores de éxito del cambio”
NTP 830 “Integración de la prevención y desarrollo de competencias”
NTP 848-850 “Empresas de nueva creación y condiciones de trabajo”
NTP 870 “Excelencia empresarial y condiciones de trabajo”

OHSAS 18001. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: implantación (III)

*OHSAS 18001: Standard implementation
OHSAS 18001: Implantation du standard*

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Agustín Sánchez-Toledo Ledesma
Ingeniero Técnico Industrial

Esther Villa Martínez
Licenciada en Ciencias Biológicas

Este documento sobre el estándar OHSAS 18001 complementa a los dos anteriores y aporta una serie de reflexiones y orientaciones de carácter específico para la correcta y eficaz implantación de sus requisitos. Complementa lo reflejado en OHSAS 18002:2008, “Directrices para la implementación de OHSAS 18001/2007, de necesaria lectura.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. POLÍTICA DE SST (4.2)

Definir la política en SST es la primera actividad trascendente a realizar, ya que será el referente permanente para guiar la acción preventiva. Habría de partir de la definición previa de la misión, visión y valores fundamentales de la organización, que de existir, habrían de revisarse y actualizarse. Además, la política habría de ser unitaria en coordinación con otras políticas. No tiene demasiado sentido disponer de una política independiente por cada sistema de gestión. La empresa dispone de un único sistema general de gestión y por ello debería tener solo una política integradora que marque un horizonte claro y común a todos los miembros de la organización.

Ahora bien, es más importante el propio proceso de elaboración de tal política, o sea, el cómo se hace, que el resultado escrito de la misma, que a veces es copiado. Este es el primer gran error que suele cometerse. Las empresas sucumben fácilmente ante la tentación de transcribir atractivos textos extraídos de internet, y que casi con toda seguridad se convertirán en papel mojado, al no conseguir interiorizarse. Por ello, es vital la implicación de los representantes de los trabajadores y otros colectivos en el proceso interno de elaboración. Proceso que ha de durar un tiempo razonable para poder alcanzar el consenso. Ello no debe ir en detrimento de que la dirección de la empresa abogue por asentar su política en determinados valores.

En resumen, la política en SST que habría de aprobar la dirección con el visto bueno de los representantes de

los trabajadores debería tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- No ser un mero trámite que haya que cumplir.
- No ser copiada de internet o elaborada por puro mimetismo de otras organizaciones
- Adecuada a la organización: Riesgos, requisitos legales y opinión de las partes interesadas
- Realista, sin subestimar o sobrevalorar los riesgos
- En plena coherencia con otras políticas de la organización, cuidando en lo posible de su carácter unitario e integrador
- Estar involucradas las diferentes unidades funcionales y partes interesadas en su elaboración, y ser revisada periódicamente por la dirección
- Habría de llegar de manera directa y personalizada a todos los miembros de la organización, y debidamente explicada

OHSAS 18002 recomienda aspectos esenciales a tener en cuenta en la elaboración de la Política, como el compromiso por el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos, y la mejora continua, pero se considera también conveniente reflejar adicionalmente el compromiso por tres cuestiones fundamentales ya que ello facilitará las actividades pertinentes para asumirlas:

- El compromiso por las personas como principal activo,
- La participación como vía determinante para la implicación de las personas en todo lo que les atañe, debiendo ser las opiniones y sugerencias de los trabajadores, siempre consideradas, y en lo posible aplicadas,
- La formación continua como instrumento esencial para

asegurar el necesario incremento competencial de los trabajadores. Algo que debería estar en consonancia con el desarrollo profesional de las personas en aras también a su empleabilidad, un valor que reclaman las personas y la sociedad.

2. PLANIFICACIÓN (4.3)

En este apartado se engloban la Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles y requisitos legales y los objetivos y programas.

Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles (4.3.1) y requisitos legales (4.3.2)

Antes de proceder a la evaluación de riesgos, actividad central del sistema preventivo, es necesario partir de un exhaustivo análisis de la realidad. La revisión de todos los requisitos legales propios de la actividad es esencial, sin olvidar otros requisitos (condiciones contractuales, acuerdos con los trabajadores y partes interesadas, códigos de buenas prácticas, principios voluntarios y requisitos corporativos, etc.). Habría que hacer un informe de cumplimiento y ello no debiera ser tarea exclusiva del técnico de prevención o del Servicio de Prevención.

Resulta necesario disponer de procedimiento para la identificación y evaluación continuada de riesgos, habida cuenta que la empresa se encuentra inmersa en una dinámica de continuos cambios. Por ello, la gestión del cambio, más allá de los mínimos estrictamente reglamentarios, se convierte en elemento imprescindible de vínculo y coordinación con las tres fases: identificación, evaluación y control de los riesgos existentes o potenciales. Ello es crucial para la eficacia del proceso evaluador. Ver fig. 1 al respecto. Las fuentes de información de los peligros son diversas y hay que aprovecharlas. Las listas de chequeo muy en boga en la fase de identificación,

si bien suelen ser útiles, requieren de especificidad y además, no es conveniente confiar exclusivamente en las mismas.

Los factores humanos deberían tener una especial consideración en el proceso evaluador. Además de los conocimientos y habilidades disponibles, habría de plantearse, en función de la importancia de los peligros en cuestión, la probabilidad de errores operacionales, el potencial estrés o fatiga del trabajo, la ocasionalidad de los trabajos, etc.

La metodología de evaluación de riesgos debería ser lo suficientemente precisa para que permita determinar las medidas preventivas y de control necesarias. Tenemos en cuenta que la evaluación de riesgos ha de ser una constatación de que se dispone, o que habrían de disponerse de las debidas medidas de control y su fiabilidad.

A parte de asegurar el cumplimiento reglamentario, es importante tener una visión anticipatoria a los cambios previsibles. El cumplimiento del estándar debe plantearse ir siempre más allá del cumplimiento de mínimos legalmente exigibles.

Objetivos y programas (4.3.3)

Los objetivos y programas no habrían de ser un mero trámite. Surgen de la integración de la respuesta a los interrogantes: ¿dónde estamos?, ¿dónde queremos estar?, y ¿qué podemos hacer? Es lo que determina lo que habría de alcanzarse a plazo fijo. Sus principales requisitos es que sean medibles, cuantificables (en lo posible), alcanzables, relevantes y delimitados en el tiempo. A la hora de definir los objetivos, la organización debe tener en cuenta informaciones tales como: los requisitos legales y otros, la política de la empresa, los resultados de la evaluación de riesgos, de las auditorías internas, de la visión de los trabajadores, de la revisión de la dirección, de los recursos disponibles, del análisis del desempeño frente a objetivos anteriores, etc.

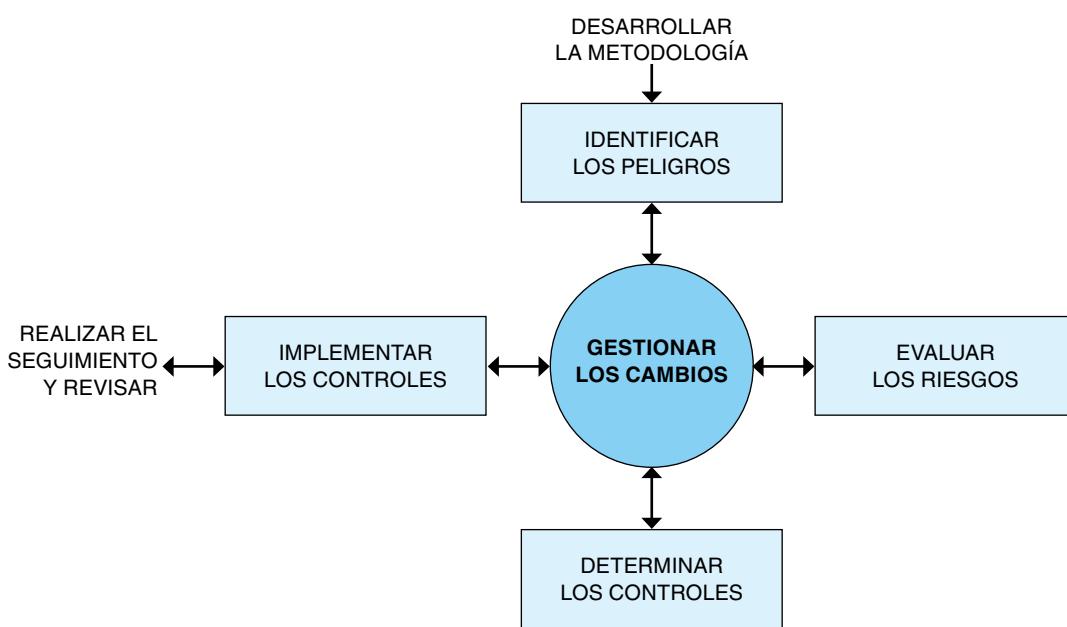


Figura 1 Esquema general del proceso de identificación y evaluación de riesgos según OHSAS

Hay dos tipos de objetivos, los de carácter general, entre los que habrían de incluirse los estratégicos, normalmente vinculados a la sostenibilidad empresarial, y los específicos u operativos. No habría que descuidar el objetivo fundamental e inmediato de asegurar el nivel mínimo de integración de la prevención en las funciones de la estructura y en los cometidos de todas las personas. Habrá que considerar el proceso de incremento gradual de tal nivel. La Guía Técnica de Integración del INSHT establece claramente los niveles mínimos de integración. Cada uno de esos objetivos debe ir asociado a las actividades a realizar para alcanzarlos, así como el responsable y el plazo de ejecución de dichas actividades; todo ello recogido en los correspondientes programas.

Veamos algunos ejemplos de objetivos diversos:

- *Objetivos estratégicos*: Proyectar buena reputación de la empresa por su atención a las condiciones de trabajo, como una de las primeras responsabilidades sociales de la organización; lograr que el cumplimiento de objetivos y el desempeño en SST de la estructura jerárquica forme parte de su retribución salarial variable.
- *Objetivos específicos* expresados en términos medibles, (porcentuales, ratios, etc.) dirigidos a: reducir la siniestralidad (%), reducir el riesgo de accidente a un nivel aceptable en los trabajos que se realizan en determinados puestos; reducir el nivel de estrés en un conjunto de puestos de trabajo; eliminar o reducir el nivel de ruido introduciendo determinados controles; (,) reducir la exposición a sustancias químicas: reducción del nivel de contaminación, limitación del tiempo de exposición, vigilancia de la salud; (,) incrementar el nivel de concienciación en SST. , etc.
- *Objetivos y metas derivados del cumplimiento legal*: Formar a los trabajadores de oficinas en PVD, formar a los trabajadores de almacén en el manejo manual de cargas, etc.
- *Objetivos y metas más allá del cumplimiento legal*: Mantener reuniones diarias de sensibilización, diseñar herramienta informática para la gestión de contratas, impartir una formación básica en SST a todos los mandos intermedios, etc.

3. EJECUCIÓN (4.4)

Este apartado hace referencia a los recursos, funciones, responsabilidad y autoridad, y la competencia, formación y toma de conciencia.

Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad (4.4.1)

La dirección es quien ha de asignar los recursos para que la SST sea eficaz, debiendo para ello definir y asignar: funciones, responsabilidad y autoridad en la materia. Habrá unas responsabilidades generales que se recogerán en el Manual del sistema y otras específicas que lo harán en los procedimientos. Todo ello habría de integrarse en el Plan de PRL. Las funciones se traducen en tareas que corresponde realizar a una persona, las cuales en cierto modo podrían delegarse. Las responsabilidades corresponden al cargo u obligación moral, atribuible a una persona sobre la realización de determinadas tareas, y por tanto, no se pueden delegar. La autoridad por su parte representa las relaciones de jerarquía y de mando que se establecen entre los distintos miembros de la organización, y tampoco se puede delegar. La asignación de responsabilidades que emana de la dirección, se realiza

en cascada a través de la línea jerárquica. La asunción por parte de ésta, de dichas responsabilidades, constituye la garantía de integración de la prevención.

Planteando una estructura jerárquica básica de tres niveles, la dirección general es la que habría de liderar el proyecto, los directores de áreas o unidades funcionales habrían de planificar y controlar, y finalmente los mandos intermedios habrían de supervisar y controlar el trabajo de equipos de trabajo y personas. A modo de ejemplo:

- *Liderar* representa: Establecer la Política, aprobar objetivos, autorizar inversiones, control global de los programas y asignar funciones y responsabilidades.
- *Planificar y controlar* representa: Aplicar los programas de prevención, proponer y fijar objetivos específicos en sus ámbitos y hacer cumplir los establecidos, integrar, producción, calidad y seguridad, gestionar los riesgos planificando las medidas preventivas, aprobar y cumplir normas, controlar las condiciones de seguridad: instalaciones, máquinas, procesos y zonas peligrosas, ...
- *Supervisar el trabajo* conlleva: ser ejemplares en comportamientos, conocer todo lo que puede afectar a la SST en su ámbito, ser puente de transmisión de inquietudes cuando se sobrepase su capacidad ejecutora, cuidar que el personal de su entorno tenga la formación requerida y velar por la correcta ejecución de los trabajos, analizar los incidentes acaecidos y aprovechar sus lecciones, asumir las funciones derivadas de su nivel de integración en base a las competencias adquiridas, aportar mejoras de SST en su entorno,...

Por otra parte, los trabajadores, aparte de velar por el cumplimiento de las medidas preventivas establecidas y comunicar aquellas situaciones de riesgo a corregir, junto a lo que la legislación establece, deberían ser capaces de auto controlar las condiciones de SST de su actividad, disponiendo de las competencias necesarias para ello.

Como se ha dicho, el estándar destaca la necesidad de designar a algún representante de la dirección para asumir funciones y responsabilidades preventivas, fundamentalmente para lograr la debida coordinación entre todos los implicados en su implantación. Hay que reiterar que el servicio de prevención, cuando exista, es un órgano de asesoramiento y apoyo. Por ello, las funciones preventivas y las responsabilidades no deben focalizarse exclusivamente en el mismo. Es necesario que la línea jerárquica interiorice y asuma las funciones y responsabilidades que le ha asignado la dirección.

Competencia, formación y toma de conciencia (4.4.2)

Toda tarea que pueda causar impactos a la SST requiere de las necesarias competencias, palabra clave de todos los sistemas normalizados y de éste en particular, y que se expresa en términos de educación, formación y experiencia, sin olvidar las "actitudes", que valorizan a las anteriores.

Definir las competencias operativas de los miembros de la organización es el punto de partida para poder identificar las necesidades formativas en puestos y tareas, a resolver a través del plan de formación. Pero la ejecución del plan de formación debe llevar implícito el seguimiento de su eficacia. Una eficacia formativa que tanto a nivel personal como organizacional requiere de la evaluación del desempeño.

Así como las competencias determinan necesidades y exigencias formativas, son los resultados de la evaluación continuada del desempeño a través de la ob-

servación del trabajo lo que ha de permitir optimizar la formación continua del personal en SST, que además constituye un requisito legal. En un marco de transparencia, los trabajadores deberían participar en la definición de competencias que les atañen y en la generación de indicadores para la evaluación del desempeño.

Es remarcable la exigencia del estándar de la "toma de conciencia" en SST, reclamada de alguna manera ante las carencias culturales en esta materia. Tal toma de conciencia a todos los niveles ha de conjugar compromisos y palabras con hechos que los evidencien, destacándose a continuación algunas cuestiones a acometer como: la necesidad e importancia de cumplir la Política, procedimientos y requisitos del Sistema; las consecuencias de las actividades para la SST; los beneficios personales y colectivos de un mejor desempeño en SST; las funciones y responsabilidades en el logro del cumplimiento de Política y requisitos; y finalmente, las consecuencias de la falta de seguimiento de los procedimientos. Los programas de toma de conciencia deberían incluir a todos los interlocutores de la empresa, internos y externos.

4. COMUNICACIÓN, PARTICIPACIÓN Y CONSULTA (4.4.3)

Estos tres elementos constituyen junto a la formación, derechos fundamentales de los trabajadores en el desarrollo de la SST. El estándar ha efectuado algunas aportaciones adicionales a lo reglamentado, por ejemplo, el reconocer la necesidad de fluidificar la información y la comunicación interna a todos los niveles, vertical en ambos sentidos y horizontal, ampliándose con la necesaria comunicación externa (contratistas, visitantes y partes externas interesadas), también generadora de valor.

Muchas empresas realizan esfuerzos en materia preventiva que no son suficientemente valorados, debido principalmente a carencias en la comunicación. No solo se trata de disponer de ágiles vías de diálogo y comunicación, sino de cuidar constantemente el refuerzo positivo, mostrando el progreso de los proyectos completados o en curso. De ahí la importancia de que el procedimiento de comunicación que ha de establecerse lo considere.

Aunque el estándar no hace una indicación expresa al procedimiento de comunicación de riesgos y sugerencias de mejoras por parte de los trabajadores, éste se considera necesario para disponer de un espacio abierto de comunicación y de compromiso para la mejora continua en todos los ámbitos. Procedimiento que requiere ser estimulado y apoyado para ser realmente útil. Muchas empresas aprovechan tal procedimiento para difundir entre sus trabajadores el conjunto de ideas que van surgiendo y aplicando, ya sea, oralmente o mediante cauces documentales, como su exposición en murales de los centros de trabajo. Las empresas que creen en la riqueza de este procedimiento destinan a un equipo de personas a dar viabilidad a las propuestas.

De la misma manera, para asegurar la participación y consulta de los trabajadores en cualquier cambio que les afecte, y en el desarrollo y revisión de políticas, y objetivos, es necesario tal como establece el estándar de uno o varios procedimientos.

La reglamentación establece claramente las vías de consulta a través de los representantes de los trabajadores en materia de SST y de los comités paritarios. No obstante, la consulta como tal, para dar sus verdaderos frutos, debiera ir más allá de los mínimos reglamentarios, emarcándose en una política de diálogo abierto del que

emanen decisiones asumidas por todos, e incluso que pudieran ser entendidas como propias del grupo que las ha debatido, y desde luego, en ningún caso como visiones unilaterales.

Evidentemente, para facilitar la participación de los trabajadores en los procesos de gestión de la SST para su mejora, habría que proveer a éstos del tiempo y de los recursos necesarios, tal como las directrices de la OIT- 2001 recomiendan.

5. DOCUMENTACIÓN Y CONTROL DE DOCUMENTOS (4.4.4 Y 4.4.5)

El Art. 23 de la Ley de PRL establece la documentación exigible del sistema preventivo, entre la que figura el Plan de Prevención, que no es referenciado en el estándar OHSAS, el cual se limita a citar genéricamente los requisitos documentales genéricos de un sistema de calidad. El estándar, basado en principios de sistemas de calidad demanda la estructura documental convencional de: manual del sistema, procedimientos de actividades, instrucciones de trabajo y registros. Entre el Plan exigido legalmente y el Manual según OHSAS existen grandes coincidencias que no vamos a desarrollar. No obstante, se recomienda en principio, separar ambos documentos, ante las prescripciones legales del Plan para evitar posibles confusiones a la autoridad laboral. En la propia Guía de Integración del INSHT se expone que el Plan perdería ya su sentido cuando se haya logrado integrar la SST y el sistema preventivo esté implantado. En tal circunstancia y de aplicar OHSAS 18001, el Manual como descriptor del sistema debería seguir existiendo y mantenerse actualizado.

Ha habido tendencia a documentar de manera prolífica el sistema de SST, más para justificar formalidades que para facilitar su gestión. En cambio, la documentación debería limitarse a la estrictamente necesaria, cuidándose del buen uso de la misma, así como del mantenimiento de los registros por quienes se haya establecido en sus procedimientos, y su utilidad. La unificación y simplificación de procedimientos es una tendencia clara en los sistemas integrados de gestión. También es cierto que quien no está acostumbrado a la utilización de un determinado procedimiento para una actividad preventiva no le vea valor. Solo con formación y apoyo, las personas descubrirán en su momento las ventajas que ello comporta. En las pequeñas empresas los procedimientos documentales deberían ser mínimos.

Incluso muchos de nosotros al principio tal vez no creímos necesaria la agenda de trabajo, cuando nuestra memoria parecía controlarlo todo. Posiblemente nos costó descubrir que el valor de la agenda de trabajo no es ser recordatorio de lo que nos programamos hacer, si no que debiera ser también una buena manera de gestionar y optimizar nuestro tiempo y dar cabida a todo lo que nos interesa, incluidas nuestras pausas y alicientes. Los que gestionan bien su tiempo, sorprendentemente tienen tiempo para casi todo, mientras los que no lo gestionan siempre corren sin llegar a tiempo a sus compromisos, valga la redundancia.

El disponer de una sencilla acta de los acuerdos adoptados en las reuniones de trabajo, para luego gestionarlas todas en su conjunto, puede convertirse en un buen instrumento documental de planificación preventiva, sobre todo en pymes, si la SST se ha integrado en las mismas.

La dirección debe implicarse en el sistema documental para asegurar que está bien diseñado y se aplica

como instrumento de gestión eficaz. De no hacerlo, se pierde motivación, se olvidan las decisiones tomadas y el sistema de SST se implanta mal y por tanto no será efectivo, generándose la contraproducente imagen de burocratización. Si se empieza abusando de la documentación, el sistema de SST se habrá quemado antes de empezar. En tal sentido, el papel del representante de la Dirección para la implantación del sistema de SST es, conseguir la implicación de la Dirección, así como el consenso entre las partes implicadas para conseguir a su vez la implicación de los responsables y la motivación del personal.

Resulta imprescindible un procedimiento unitario documentado para toda gestión documental que asegure el debido control de todos los documentos, sean del sistema de gestión que fueren. Por ello, las bases de actuación comunes son extraídas de los sistemas de calidad, que fueron los primeros en establecerlas.

6. CONTROL OPERACIONAL (4.4.6)

Este apartado recoge todo el conjunto de actividades de control de los riesgos laborales evaluados, aparte del control de posibles desviaciones de la política de SST y de sus objetivos. OHSAS 18002 hace una descripción detallada de diferentes tipos de controles: a) Medidas de control generales, b) Desempeño de tareas peligrosas, c) Uso de materiales peligrosos, d) Instalaciones y equipos, e) Compra de bienes, equipos y servicios, f) Contratistas y g) Otro personal externo o visitantes en el lugar de trabajo. No habría que descuidar algunos controles no citados, tales como los derivados de la selección de personal o de cambios de trabajadores de lugares o puestos de trabajo, y los cambios o modificaciones en instalaciones, equipos y lugares de trabajo. Si bien cabe destacar que OHSAS 18002 recomienda con acierto, el establecer criterios para la selección de contratistas, la reglamentación es mucho más explícita al establecer los mecanismos de coordinación empresarial a seguir (RD 171/2004 Coordinación empresarial).

El INSHT ofrece en sus guías de actuación una clasificación más bien pedagógica de tales controles en dos grandes grupos: el control de los riesgos generales y específicos de los puestos de trabajo, y el control de los riesgos derivados de los cambios. Las actividades preventivas relativas al *control de riesgos* son las siguientes:

- Instalaciones y equipos de trabajo. Revisiones reglamentarias de Seguridad industrial y mantenimiento preventivo.
- Lugares de trabajo. Revisiones generales, y en particular de orden y limpieza
- Actividades peligrosas. Observaciones del trabajo
- Controles ambientales ante riesgos higiénicos
- Controles ergonómicos

Las actividades preventivas relativas al *control de cambios* son las siguientes:

- Compras y adquisiciones (instalaciones, equipos, productos químicos y Epi's)
- Modificaciones
- Selección de personal
- Coordinación empresarial

El control operacional se desarrolla esencialmente mediante dos grupos de actuaciones procedimentadas: los procedimientos de actividades preventivas y las instrucciones de trabajo. Los primeros, citados en párrafos anteriores, representan el conjunto de actuaciones procedimentadas, ya sea documentalmente o no, en función de

la actividad empresarial, tamaño de empresa y tipos de riesgos a controlar, y las segundas destinadas al control de tareas críticas por la gravedad de sus riesgos, la complejidad de las tareas a realizar o la propia ocasionalidad de los trabajos. La identificación de tareas críticas con la implicación de los responsables de ejecutarlas sería de las primeras actuaciones a realizar para su evaluación y la determinación de la necesidad de elaborar instrucciones de trabajo escritas, que son de gran utilidad tanto para la formación de los trabajadores como para el control de sus actuaciones.

Los problemas más significativos relacionados con el control operacional suelen ser: ¿quién identifica actividades y operaciones a controlar?, los problemas derivados de las relaciones interdepartamentales (compras, personal, almacenes,...), la falta de seguimiento de la eficacia de los controles, y la insuficiente integración en el sistema general de gestión de la empresa.

Desde luego, es útil empezar por la utilización de herramientas de control ya existentes, posiblemente enriqueciéndolas, o sea, aprovechar los sistemas ya implantados para mejorarlos, si es el caso (inclusión de los requisitos de SST en los procesos de homologación de proveedores existentes en la empresa, en las especificaciones de compras, etc.). Con ello conseguimos integrar los controles con más facilidad, menos esfuerzo y posiblemente con mayor implicación. En este caso, es muy importante tener en cuenta si esas herramientas ya implantadas funcionan de manera eficaz, ya que si no fuera así, esta parte de nuestro sistema de gestión se verá avocada igualmente al fracaso.

7. PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS (4.4.7)

El estándar establece la necesaria existencia de procedimiento documental para implementar y mantener el necesario plan de actuación ante situaciones de emergencia, de la misma manera que lo establece la reglamentación. Para ello habrá que:

- Identificar tales situaciones.
- Incluir responsables de elaborar el Plan, de su gestión e implementación y de las diferentes actuaciones a realizar.
- Determinar la formación y adiestramiento del personal que interviene en el plan de emergencia, y
- Establecer criterios para las revisiones periódicas del plan de emergencia (periodicidad, responsabilidad) y de instalaciones, equipos y vías de salida.

El plan de emergencia es una de las actuaciones de mayor visibilidad y por tanto de mayor proyección si se implica debidamente al personal en su materialización.

8. VERIFICACIÓN (4.5)

Este apartado incluye aspectos relativos a medición y seguimiento del desempeño y evaluación del cumplimiento legal, investigación de incidentes, no conformidad, acción correctiva y acción preventiva, control de los registros y auditoría interna

Medición y seguimiento del desempeño y evaluación del cumplimiento legal (4.5.1 y 4.5.2)

Este apartado que tiene un valor diferencial respecto a lo reglamentado, tiene una especial relevancia para la

propia eficacia del sistema a implantar. Pensemos que no puede haber progresos sin la capacidad de medirlos. Ahora bien, es el propio rodaje del sistema lo que nos permite ajustarlo, pues, solo comprobando su funcionamiento éste se puede afinar para adaptarlo mejor.

El objetivo de este apartado es el de establecer los mecanismos de control que garanticen el mantenimiento del sistema de SST, y planificarlos. En tal sentido, habría que identificar parámetros clave para determinar, al menos: que se cumplen la política y los objetivos, que se cumplen los requisitos legales y otros requisitos, que se han implantado y son efectivos los controles de riesgos, que se han tomado las medidas oportunas como consecuencia de los fallos y desviaciones del sistema (incidentes, accidentes y enfermedades profesionales), que están dando resultados y son efectivos los programas de concienciación, formación, comunicación y consulta al personal y partes interesadas y que el desempeño preventivo de mandos y trabajadores se realiza acorde a lo establecido. Todo ello, para medir los correspondientes resultados, sean exitosos o con insuficiencias, y poder actuar en consecuencia.

Tanto para las actividades planificadas en el Programa anual del sistema de SST, como para actuaciones específicas a realizar, derivadas de las diferentes actividades preventivas, habría que disponer de fichas de seguimiento para registrar el nivel de desempeño de que cada uno de sus responsables en base a los acuerdos y plazos establecidos. Mediante gestión informatizada se debería efectuar un seguimiento periódico de actuaciones que sea auto controlado y por tanto, estimulante para el cumplimiento de compromisos.

Investigación de incidentes, no conformidad, acción correctiva y acción preventiva (4.5.3)

La investigación de todos los incidentes, aunque tenga un carácter reactivo, es una actividad preventiva de un especial interés, exigida en parte legalmente (accidentes acaecidos y cierto tipo de incidentes) de la que han de extraerse lecciones preventivas que serán aprovechadas por las personas implicadas y por toda la organización para evitar su repetición. Además, debiera integrarse en los cometidos de mandos, tal como la Guía Técnica de integración del INSHT plantea; aspecto éste que OHSAS no destaca en particular. El estándar exige procedimiento documental al respecto.

Desde luego, habría que diferenciar qué tipo de incidentes deberían ser investigados directamente por el superior jerárquico, y cuáles, por su relevancia o daños generados habrían de ser investigados con la incorporación de otras personas (servicio de prevención, trabajadores, y expertos, entre otros).

La actividad debería contemplar desde la identificación rápida del suceso indeseado y su investigación por personas competentes según se haya establecido, a la adopción de medidas correctoras, el seguimiento de su eficaz implantación y la difusión de las lecciones aprendidas.

En cuanto a las no conformidades, sean reales o potenciales, y que habrían de estar bien definidas, se trata también, más allá de lo dispuesto reglamentariamente, de garantizar que cualquier desviación o deficiencia con lo establecido sea detectada, resuelta y se controle su aplicación mediante la participación de la línea jerárquica. Habría que determinar cuáles se han de hacer llegar a la dirección, para no saturar. Resulta de gran utilidad la utilización de herramientas informáticas para facilitar la labor a todos los participantes en la cumplimentación

de los registros de las no conformidades y las acciones correctivas y preventivas a adoptar. El estándar exige, al igual que en el caso de los incidentes, la elaboración de un procedimiento documentado.

Adicionalmente, habría que establecerse aquí una correlación con lo apuntado anteriormente en el sub apartado de "Comunicación" (4.4.3), al comentar la necesidad de disponer en toda organización de un procedimiento de sugerencias de mejora para que cualquier persona pueda actuar ante cualquier deficiencia o no conformidad que detecte. No puede hablarse realmente con rigor de participación de los trabajadores en SST, sin la existencia de un procedimiento para el aporte de ideas.

Control de los registros (4.5.4)

Ligado totalmente con lo expuesto en el sub apartado de "Control de documentos" (4.4.5), se trata de asegurar que todos los registros relacionados con el funcionamiento y la eficacia del SST estén perfectamente identificados, protegidos y guardados durante el tiempo de retención definido, y que puedan ser recuperados con agilidad para estar a disposición de sus usuarios.

Auditoría interna (4.5.5)

Más allá de las auditorías reglamentarias en SST, las auditorías internas son un elemento esencial para la consolidación y desarrollo de sistemas de gestión, aunque éstos no sean normalizados. La auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener "evidencias objetivas" de las no conformidades o desviaciones respecto a los requisitos establecidos en la reglamentación, en OHSAS 18001 u otros requisitos internos, que hayan sido identificadas, para clasificarlas en función de su importancia y priorizar las necesarias acciones de mejora a adoptar.

Hay que destacar que el término "independiente" no significa necesariamente externo a la organización. En muchos casos, la independencia puede demostrarse al estar el auditor libre de responsabilidades en la actividad que se audita. Ahora bien, resulta crucial para la calidad de la auditoría el nivel de competencia del auditor que haya de realizarla.

Aunque el alcance de la auditoría del sistema de SST habrá que determinarse ante cada situación, el objetivo principal es diverso: En primer lugar determinar si el sistema es conforme con los planes de gestión y los requisitos, si está adecuadamente implantado y mantenido, si el nivel de integración de la SST es aceptable, y finalmente si es efectivo para lograr la política y los objetivos establecidos. La auditoría ha de desarrollarse de acuerdo a un programa que garantice su utilidad.

Toda auditoría se desarrolla en tres fases, la preparatoria, la de ejecución propiamente dicha y la de elaboración del informe final que habrá de proporcionar información útil a la Dirección sobre sus resultados.

9. REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN (4.6)

Tal revisión es uno de los factores diferenciales de OHSAS 18001. No debiera considerarse como un mero trámite, ya que su importancia es crucial por lo que representa de compromiso de la dirección por asegurar la adecuación y eficacia continuada del sistema. La revisión se alimenta de las informaciones extraídas de: Resultados de auditorías internas, evaluaciones de cumplimiento

de los requisitos legales y otros, resultados de la participación y consulta, comunicaciones externas (quejas), desempeño de la SST, grado de cumplimiento de los objetivos, investigación de incidentes, seguimiento de las acciones resultantes de las revisiones por la dirección

previas, cambios en las circunstancias o contexto de la organización y recomendaciones para la mejora. De todo ello habrá de surgir el informe final de revisión, cuyos resultados deben estar disponibles para su comunicación y consulta.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Ley 31/1995 y Ley 54/2003 de Prevención de Riesgos Laborales
- (2) Real Decreto 39/1997 y RD 604/2006, Reglamento de los Servicios de Prevención
- (3) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía Técnica de integración de la Prevención en el Sistema General de Gestión de las empresas
- (4) AENOR
OHSAS 18001:2007 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo
- (5) AENOR
OHSAS 18002:2008 Directrices para la implementación de OHSAS 18001:2007
- (6) OIT
Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. 2001
- (7) AENOR
ISO 9001:2008
- (8) AENOR
ISO 14001:2004
- (9) AENOR
UNE 66177:2005 Guía para la integración de los sistemas de gestión
- (10) AENOR
UNE-EN ISO/IEC 17021 Requisitos para los organismos que realizan la auditoria y la certificación de sistemas de gestión.
- (11) AENOR
Guía para la auditoría de los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo según OHSAS 18001
- (12) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Colección de Notas Técnicas de Prevención
NTP 576 “Integración de sistemas: Calidad, Prevención y Medio Ambiente”
NTP 829 “Nueva Cultura de Empresa y condiciones de trabajo. Factores de éxito del cambio”
NTP 830 “Integración de la prevención y desarrollo de competencias”
NTP 848-850 “Empresas de nueva creación y condiciones de trabajo”
NTP 870 “Excelencia empresarial y condiciones de trabajo”

Riesgo biológico: prevención en mataderos

*Biological risk: prevention in slaughterhouses
Risque biologique: prevention dans les abattoirs*

Redactora:

Asunción Mirón Hernández
Licenciada en Biología

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS
TECNOLOGÍAS

Esta NTP describe las actividades que se realizan en la industria cárnica, concretamente el trabajo en mataderos, desde la entrada del animal vivo hasta que se obtiene la media canal como producto, con objeto de alertar sobre el riesgo que supone la contaminación microbiana del animal y de la carne, no sólo para el consumidor sino también para el trabajador, recopilando las principales afecciones que se pueden dar en este sector

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

En el trabajo realizado en los centros de producción y procesado de alimentos y concretamente en la industria cárnica, es decir, en los mataderos, se produce exposición a agentes biológicos como consecuencia de la probable presencia de microorganismos en el animal, en sus productos y en el ambiente laboral. Por lo que, en estos centros, es de aplicación el Real Decreto 664/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, tratándose de una actividad con manipulación no intencionada de agentes biológicos.

Los principales daños para la salud del trabajador derivados del trabajo en la industria cárnica son las enfermedades infecciosas o parasitarias transmitidas al hombre por los animales y/o sus productos o cadáveres, conocidas como zoonosis (tuberculosis, brucellosis, etc.).

También, son frecuentes las alteraciones respiratorias, las alergias y los eczemas. Muchas de estas patologías están reconocidas como enfermedades profesionales, pero pocas veces son notificadas y registradas como tales, enfermedad profesional o enfermedad relacionada con el trabajo.

Una de las mayores preocupaciones de este sector es garantizar la seguridad y calidad del producto, debido a la repercusión que éste tiene en la salud del consumidor, por las enfermedades transmitidas por alimentos. La seguridad, salud y bienestar del trabajador, apenas si reciben atención, por lo que en la mayoría de los casos los accidentes y la exposición laboral a contaminantes y como consecuencia el desarrollo de la enfermedad se deben a deficiencias en las instalaciones, en los equipos, en las herramientas y en los procedimientos de trabajo. En definitiva, se deben a una falta de cultura preventiva y a la aceptación *a priori* de este trabajo como penoso. Una concienciación y apuesta por la mejora de la prevención de riesgos laborales, no sólo beneficiaría a la salud y seguridad del trabajador sino que también supondría una mejora de la seguridad y calidad del producto.

2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Las principales actividades de la industria cárnica son: el sacrificio de los animales en mataderos, el despiece y proporcionado de las canales en salas de despiece, generalmente anexas al matadero, y la elaboración de productos cárnicos en plantas de fabricación.

El trabajo en esta industria es muy especializado y casi todas las tareas se realizan en cadena. La res o la canal se va desplazando mediante una cinta de transporte elevada y cada trabajador va efectuando su tarea que consiste, en la mayor parte de los casos, en realizar cortes con distintas herramientas.

El ganado que normalmente se sacrifica en los mataderos es el siguiente: porcino, vacuno, ovino y, en ocasiones, el equino. Los productos finales obtenidos se pueden resumir en:

- Canales o medianas canales y vísceras aptas para el consumo humano.
- Subproductos animales como: cuero, pelo, sangre, tripas y demás fracciones que puedan ser aprovechables en otras actividades industriales afines, como la industria alimentaria, farmacéutica, de curtidos, etc.
- En este grupo también se encuentran otros subproductos que deben ser destruidos al estar clasificados como material específico de riesgo (MER)¹ en la prevención de las encefalopatías espongiformes transmisibles, según la normativa sanitaria correspondiente.
- Productos intermedios obtenidos en las salas de despiece por troceado de las medianas canales en diferentes piezas para su comercialización en fresco o como producto intermedio para las fábricas de productos elaborados.

Las principales actividades realizadas en un matadero son las que se describen en los apartados siguientes.

1. Según Orden PRE/1868/2006, de 9 de junio, por la que se modifica el anexo IV del Real Decreto 1911/2000, de 24 de noviembre, por la que se regula la destrucción de los materiales especificados de riesgo en relación con las encefalopatías espongiformes transmisibles.

Transporte, recepción y estabulación

Los animales son trasladados desde las explotaciones ganaderas a los mataderos. Los vehículos en los que se realiza el transporte deben ser limpiados y desinfectados en el mismo matadero antes de su salida en vacío de la instalación. Esta limpieza y desinfección se realiza generalmente por el personal encargado del transporte.

Los animales son descargados desde los camiones de transporte a los corrales del matadero, donde permanecen un tiempo, generalmente inferior a 24 horas, en las condiciones menos estresantes posibles, hasta su entrada en la sala de sacrificio.

En los corrales se realiza la primera inspección veterinaria de los animales en mataderos "ante-mortem", con objeto de detectar animales enfermos, lesiones, comportamientos anómalos, etc.

Aturdido

Previamente al sacrificio, los animales son aturdidos con lo que se evita el sufrimiento animal, se obtiene una mejor calidad de la carne y, a la vez, se facilita al trabajador la manipulación del animal para el sacrificio y el colgado del animal por una de sus patas traseras a la cinta de transporte elevada.

Existen tres métodos principales de aturdido: mecánico, eléctrico y gaseado.

- El aturdimiento mecánico suele ser con pistola de proyectil cautivo penetrante, mediante la introducción de un proyectil cilíndrico en el interior del cerebro del animal provocándole una inconsciencia total. Se utiliza en vacuno y ovino.
- El aturdimiento eléctrico consiste en hacer pasar una corriente alterna a través del cerebro del animal. Se utiliza normalmente para porcino y ovino.
- El gaseado consiste en introducir al animal en una cámara de gas con una alta concentración de CO₂ durante un tiempo determinado. Se utiliza en porcino.

Sacrificio, degüello y desangrado

El sacrificio se realiza generalmente mediante un degüello y desangrado posterior. La muerte del animal se produce por desangrado.

El degüello se produce manualmente, el animal es sujetado por un trabajador a la vez que es degollado por el mismo trabajador o con ayuda de otros trabajadores, dependiendo del tamaño del animal. En el caso de ganado vacuno el degüello se realiza una vez inmovilizado el animal mediante un cepo o cajón. Tras el degüello el animal es colgado verticalmente de una de sus patas traseras en una cinta de transporte elevada, produciéndose el desangrado del mismo, la sangre puede ser recogida para su posterior utilización o venta.

Otro método de desangrado, de menor uso, se basa en realizar una punción en la yugular del animal con un cuchillo tubular hueco al que se le ha acoplado un sistema de succión, la sangre es bombeada directamente desde el animal a un depósito para su posterior venta, sin sufrir contaminaciones intermedias.

Desollado o escaldado, flagelado y chamuscado

En el ganado vacuno y ovino tras el desangrado se procede al ligado del recto y al corte de las patas y los cuernos con cuchillo o cizalla. Después se realiza el desollado o retirada de la piel mediante desolladores mecánicos por

tracción. Un extremo de la piel de la zona donde se han cortado las patas, en la parte posterior del animal se fija a un rodillo que va girando, de esta forma la piel se va enrollando en el rodillo.

Después del desollado se realiza el corte de la cabeza. También en esta etapa se retira mediante un sistema automático de succión el material considerado como MER, que es aspirado y conducido directamente del animal a un contenedor específico, identificado como residuo MER, para su posterior retirada y eliminación por un gestor autorizado.

En el caso del ganado porcino tras el desangrado se realiza un escaldado, flagelado y chamuscado para eliminar las cerdas de la piel del animal.

El escaldado consiste en la inmersión del animal en balsas de agua caliente (temperatura aproximada a 60°C), en duchas donde el agua caliente se rocía sobre la canal o en túneles de vapor, lo que facilita la eliminación de las cerdas en la posterior etapa de flagelado.

El flagelado consiste en eliminar los pelos y la capa queratinizada de la epidermis. Se realiza en máquinas depiladoras que constan de un cilindro giratorio provisto en su superficie interna de rascadores metálicos, recubiertos de barras de caucho que voltean varias veces al animal en posición horizontal.

Tras el flagelado se realiza el chamuscado en cámaras a unos 600 °C para eliminar los pelos que hayan podido quedar después del flagelado.

Al final de la etapa de desollado o chamuscado se lava el animal con agua a presión y pasa a la etapa de evisceración.

Evisceración y división de la canal

La evisceración consiste en la extracción de las vísceras abdominales y torácicas, debe realizarse en el menor tiempo posible y con las mayores medidas de higiene para evitar cualquier contaminación de la carne procedente del tracto intestinal del animal.

Actualmente se dispone de maquinaria que supone un grado importante de automatización de estas operaciones, como la pistola neumática de extracción de vísceras.

Durante la operación de eviscerado se realiza una inspección sanitaria de la canal, prestando especial interés a los pulmones, el hígado, los ganglios linfáticos, el bazo y el corazón.

Una vez eviscerados los animales se dividen en dos por medio de un corte longitudinal de la columna vertebral con sierras de mano o con sierras automáticas (sierras circulares) obteniéndose así las medianas canales. En el caso del porcino esta operación suele coincidir con el descabezado y el corte de las patas.

Finalmente, las medianas canales obtenidas se lavan, normalmente con manguera a presión y se trasladan a la cámara de oreo, donde permanecen un tiempo variable a bajas temperaturas, de esta forma se baja rápidamente la temperatura de la canal con lo que se limita la proliferación microbiana y se facilita el posterior faenado de la carne.

Despiece

Las medianas canales procedentes del matadero pasan a las salas de despiece, donde son deshuesadas y divididas en partes más pequeñas, siendo el grado de división al que se llega en cada establecimiento variable. Estas piezas se pueden preservar mediante refrigeración y/o congelación.

La higiene es fundamental en todas las etapas del proceso productivo ya que tiene una influencia directa sobre la calidad y salubridad de los alimentos que se elaboran. Por ello, la limpieza y desinfección de equipos e instalaciones es una operación auxiliar de suma importancia que tiene gran influencia en el proceso productivo y que cuenta con una tecnología y metodología adaptada para el sector.

3. PRESENCIA DE AGENTES BIOLÓGICOS EN UN MATADERO

Los agentes biológicos presentes en el ambiente laboral de un matadero proceden de:

- Animales enfermos y animales portadores asintomáticos, que suponen la principal fuente de exposición a agentes patógenos (zoonosis).
 - Las partes externas del animal (piel, pezuñas), los elementos contaminados (estiércol, camas de los corrales, maquinaria, herramientas, etc.), el sistema de climatización-ventilación, el aire exterior, el propio trabajador, etc., que son la fuente de los microorganismos conocidos en este sector como los alteradores de la carne.
- Estos microorganismos alteradores encuentran en la carne el reservorio ideal para multiplicarse y las actividades propias del matadero facilitan su dispersión, a veces, en forma de bioaerosoles. Algunos son patógenos oportunistas o pueden generar procesos de sensibilización. Entre ellos podemos encontrar:
- Bacterias como: *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Moraxella*, *Pseudomonas*, Enterobacterias, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Brochothrix*, etc.
 - Mohos y levaduras como: *Thamnidium*, *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Sporotrichum*, *Mucor*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Monilia*, *Aspergillus glaucus*, *Trichosporon scotti*, etc.
 - Cultivos “starter” o cultivos iniciadores que son utilizados en distintos procesos de elaboración de productos cárnicos. También se dan de forma natural y proliferan fácilmente durante el curado y la maduración de embutidos.

Estos cultivos iniciadores están constituidos fundamentalmente por bacterias lácticas y hongos (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Debaryomyces kloeckeri*, *Penicillium spp.* y *Scopulariopsis alboflavescens*). En principio, se trata de agentes biológicos pertenecientes al grupo de riesgo 1, con respecto al riesgo de infección, según la clasificación en grupos de riesgo de los agentes biológicos establecida por el RD 664/1997, pero pueden generar procesos de sensibilización, a lo que contribuye su presentación y utilización en forma de liofilizados (polvo), al igual que ocurre con las especias y/o los aditivos alimentarios, muchos de ellos de origen biológico.

4. RIESGO BIOLÓGICO PARA EL TRABAJADOR

Teniendo en cuenta las actividades descritas el riesgo biológico para los trabajadores deriva principalmente del contacto con los animales, sus productos y sus desechos potencialmente contaminados con microorganismos patógenos o alteradores. Las principales vías de exposición y de entrada en el organismo de los agentes

patógenos son el contacto con la piel y las mucosas, la penetración a través de heridas, mordeduras, arañazos, pinchazos o cortes con materiales cortopunzantes (cuchillos, huesos astillados, etc.), la ingestión como consecuencia de malos hábitos higiénicos y la inhalación de bioaerosoles.

Hay pocos estudios sobre la concentración y la composición de los bioaerosoles presentes en el ambiente laboral de la industria cárnica (matadero, salas de despiece, salas de elaboración, salas de secado y maduración de embutidos), por lo que es difícil establecer una relación entre la dosis de exposición y el daño para la salud del trabajador.

Normalmente la evaluación del riesgo derivado de la exposición a agentes biológicos se realiza en función de:

- Las características del agente biológico potencialmente presente en el ambiente laboral, principalmente su virulencia.
- El RD 664/1997 clasifica los agentes biológicos en cuatro grupos de riesgo en función de su capacidad de causar infección al hombre, de propagarse a la colectividad y de la existencia de profilaxis o tratamientos eficaces. Esta clasificación da una idea de la gravedad del daño resultante de la exposición a ese agente biológico en concreto. Pero, además de la capacidad de infección, también hay que tener en cuenta la capacidad del agente de causar toxicidad, sensibilización y/o alergia.
- Las condiciones de trabajo en función de: las características del lugar de trabajo, humedad, temperatura, disponibilidad de nutrientes, etc., y las características del puesto de trabajo, actividades, tareas, procedimientos, equipos, herramientas, etc., las cuales determinarán la posibilidad de supervivencia, proliferación y dispersión del agente biológico en el entorno laboral y por tanto, la mayor o menor exposición del trabajador (ver tabla 1).
 - Las características del trabajador, su estado de salud, su susceptibilidad a determinados agentes.

Las tareas con mayor riesgo de exposición a agentes biológicos son aquellas en las que el trabajador entra en contacto o manipula las partes más contaminadas del animal como son: las vísceras, el aparato genital (placenta, fetos, líquido fetal), el tubo digestivo y su contenido, la piel y el material específico de riesgo (MER)¹ en relación con las encelopatías espongiformes transmisibles. Con respecto a este material cabe distinguir dos categorías:

- a. El cráneo, excluida la mandíbula e incluidos el encéfalo y los ojos, y la médula espinal de los bovinos de más de 12 meses, la columna vertebral, excluidas las vértebras caudales, las apófisis espinosas y transversas de las vértebras cervicales, torácicas y lumbares, y la cresta media y las alas del sacro, pero incluidos los ganglios de la raíz dorsal de los bovinos de más de 24 meses, así como las amígdalas, los intestinos, desde el duodeno hasta el recto, y el mesenterio, de los bovinos de todas las edades.
 - b. El cráneo, incluidos el encéfalo y los ojos, las amígdalas y la médula espinal de los ovinos y caprinos de más de 12 meses o en cuya encía haya hecho erupción un incisivo definitivo, así como el bazo y el íleon de los ovinos y caprinos de todas las edades.
- Los principales daños para los trabajadores de la industria cárnica derivados de la exposición a agentes biológicos son las dermatitis de contacto irritativas y alérgicas, asma y enfermedades infecciosas o parasitarias conocidas como zoonosis (ver tabla 2).

RIESGO BIOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> Derivado de la exposición a agentes biológicos en el trabajo.
ACTIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> Recepción y estabulación en los corrales del ganado. Sacrificio (aturdimiento, degüello, sangrado). Desollado o escaldado, flagelado y chamuscado. Eviscerado. División de la canal, lavado, oreo o refrigeración. Despiece.
TAREAS	<ul style="list-style-type: none"> Cuidado, distribución, manipulación del ganado en los corrales. Realización de cortes y faenado de la canal con distintas herramientas (corte de la cabeza, de las patas, evisceración, etc.). Sujección, manipulación, carga e izado de la canal, despojos o piezas de carne. Lavado de la canal. Mantenimiento, limpieza y desinfección del local, instalaciones, equipos y herramientas. Toma de muestras de la canal para inspección veterinaria y de las superficies de trabajo para el control de puntos críticos.
FACTORES DE RIESGO	<ul style="list-style-type: none"> Golpes, atrapamientos, mordeduras, arañosos de los animales vivos. Cortes, roces, arañosos con astillas o huesos de la canal o con herramientas. Salpicaduras, proyecciones de esquirlas de la canal, de vómitos, de sangre, de orina y/o de heces, etc. Contacto con la piel, los pelos, las proteínas u otros alergenos de origen animal. Manos siempre húmedas. Exceso de humedad y bajas temperaturas ambientales. Formación de bioaerosoles en determinadas actividades como en el lavado de la canal y en la limpieza del local con agua a presión, en el escaldado y flagelado (vapor), en la realización de cortes como en el esquinado o división de la canal. Exposición a polvo orgánico y bioaerosoles en los corrales. Malos hábitos como: llevarse las manos a la boca, frotarse los ojos, no protección de heridas abiertas, comer, fumar en el lugar de trabajo, etc.

Tabla 1. Riesgo biológico en mataderos

5. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Control sanitario de los animales en origen, todo animal que entra al matadero debe estar identificado. Además, en el matadero se realizará la inspección veterinaria *ante-morte*, alertando inmediatamente sobre cualquier sospecha de enfermedad y procediendo al aislamiento del animal enfermo.
- Diseño adecuado de instalaciones:
 - Espacio suficiente en cada puesto de trabajo.
 - Illuminación adecuada.
 - Suelos resistentes, impermeables, antideslizantes, de fácil limpieza y desinfección, con suficiente inclinación que facilite la salida de agua por los desagües.
 - Paredes lisas, resistentes e impermeables, con revestimiento lavable, de color claro y con la línea de unión al suelo redondeada.
 - Superficies, equipos y herramientas de trabajo de materiales resistentes a la corrosión y de fácil limpieza y desinfección.
 - Disponer cerca de los puestos de trabajo de: lavamanos de pedal con productos para la limpieza, desinfección y secado de manos y dispositivos para la limpieza y desinfección de las herramientas (desinfectadores/esterilizadores de cuchillos).
 - Disponer de retretes, aseos, vestuarios, duchas y taquillas suficientes para el personal.
 - Disponer de un adecuado sistema de ventilación para eliminar o reducir olores, vapores y bioaerosoles.
 - Diferenciación entre zona sucia y limpia.
 - Mantenimiento, limpieza y desinfección de instalaciones, maquinaria y útiles de trabajo, según procedimientos establecidos por la empresa.

mientos establecidos por la empresa. Para la limpieza utilizar mangueras de baja presión para reducir la formación de bioaerosoles.

- Disponer de medios adecuados para inmovilizar al animal en caso necesario, como métodos de aturdimiento, jaulas y cepos, lo cual reduce la posibilidad de accidentes y por tanto la exposición a agentes biológicos.
- Mecanizar procesos e implantar sistemas neumáticos de succión o extracción de fluidos u otros materiales potencialmente infecciosos como los MER, vísceras o sangre. Se evita así el contacto del agente infeccioso con el trabajador y su dispersión al ambiente.
- Disponer de herramientas seguras que eviten o minimicen la posibilidad de cortes o pinchazos. Cuchillos protegidos y con mangos antideslizantes, sierras con sistemas de protección, picas eléctricas, etc.
- Implantar un sistema de gestión de residuos según legislación vigente.
- Establecer un protocolo de actuación para la extracción, almacenamiento, transporte y eliminación del material MER que garantice la seguridad de las operaciones, según lo establecido en el Real Decreto 1911/2000, **por el que se regula la destrucción de los materiales especificados de riesgo en relación con las encefalopatías espongiformes transmisibles** y sus modificaciones posteriores.
- Sacrificio de animales enfermos en condiciones de seguridad para los trabajadores y para el resto de animales, para ello disponer de una nave aislada. Eliminación adecuada de los cadáveres según la legislación de residuos citada anteriormente.
- Implantar procedimientos que eviten estresar al ani-

Enfermedad	Agente biológico	Grupo de riesgo	Modos de transmisión
Brucelosis	<i>Brucella abortus</i> , <i>Brucella melitensis</i> , <i>Brucella suis</i>	3 3 3	Contacto directo con abrasiones de la piel, proyecciones en las mucosas, inhalación de bioaerosoles e ingestión accidental.
Tuberculosis	<i>Mycobacterium bovis</i> , <i>M. tuberculosis</i>	3	Inhalación de bioaerosoles e ingestión accidental.
Fiebre Q	<i>Coxiella burnetii</i>	3	Contacto cutáneo e inhalación de bioaerosoles.
Carbunco o antrax	<i>Bacillus anthracis</i>	3	Contacto directo con el animal enfermo o con elementos contaminados e inhalación de esporas.
Tétanos	<i>Clostridium tetani</i>	2	Inoculación a través de heridas.
Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	2	Contacto de heridas o mucosas con orina o tejidos contaminados e inhalación de bioaerosoles procedentes de fluidos contaminados.
Pasteurelosis	<i>Pasteurella multocida</i>	2	Mordedura o arañazo de animales, picadura de insectos, contaminación de heridas abiertas e inhalación de bioaerosoles.
Turalemia	<i>Francisella tularensis</i> : Tipo A Tipo B	3 2	Contacto, inoculación a través de heridas o mucosas, inhalación de polvo o bioaerosoles contaminados, por picadura de insectos y por ingestión accidental.
Listeriosis	<i>Listeria monocytogenes</i>	2	Contacto con tejidos o elementos contaminados e ingestión accidental.
Enfermedades gastrointestinales: Salmonelosis, yersiniosis, campylobacteriosis o enteritis vibriónica.	<i>Salmonella spp.</i> (excepto <i>S. typhi</i> y <i>S. paratyphi</i>), <i>Yersinia spp.</i> , <i>Escherichia coli</i> <i>Campylobacter jejuni</i>	2 2 2 2	Contacto y manipulación del tubo digestivo de animales portadores o por ingestión accidental.
Erisipela	<i>Erysipelothrix insidiosa</i> , <i>E. rhusiopathiae</i>	2 2	Inoculación a través de heridas al manipular elementos contaminados.
Infecciones de la piel: folliculitis, etc.	<i>Streptococcus spp.</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	2 2	Contaminación de cortes, pinchazos o abrasiones de la piel.
Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	2	Contacto con tejidos y materiales contaminados, inhalación de bioaerosoles o polvo, ingestión accidental.
Teniasis Cisticercosis	<i>Taenia saginata</i> <i>Taenia solium</i>	2 3*	Ingestión accidental.
Cryptosporidiosis	<i>Cryptosporidium parvum</i>	2	Ingestión accidental.
Fiebre del valle Rift	Flebovirus: Virus de la fiebre del valle Rift	3	Contacto directo o indirecto con sangre, tejidos o animales infectados importados de zonas endémicas de la enfermedad, por inoculación o por inhalación de bioaerosoles.
Fiebre hemorrágica de Crimea/Congo	Nairovirus: Virus de la fiebre hemorrágica de Crimea/Congo	4	Contacto directo o indirecto con sangre, tejidos o animales infectados importados de zonas endémicas de la enfermedad.
Ectima contagioso	Poxvirus: Virus Orf	2	A través de pequeñas heridas en la piel al manipular animales, tejidos o elementos contaminados.
Dermatofitosis, tiñas	<i>Trichophyton spp.</i> , <i>Epidermophyton spp.</i> , <i>Microsporum spp.</i>	2 2 2	Contacto directo con la piel del animal.
Encelopatías espongiformes transmisibles (TSE)	Priones	3*	Inoculación a través de heridas, proyecciones en las mucosas e ingestión accidental.
Infestaciones	Ectoparásitos: garrapatas, piojos, pulgas.	No son agentes biológicos según la legislación	Contacto con animales afectados, con su piel o con ambientes contaminados.
Sensibilización, alergia: dermatitis, afeción de las vías respiratoria, asma.	<i>Alternaria</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , endotoxinas, micotoxinas, proteínas o enzimas de origen animal y vegetal (especies)	No procede	Contacto e inhalación de polvo o bioaerosoles.

Tabla 2. Enfermedades por agentes biológicos en mataderos

mal. El trabajo con un animal alterado aumenta el número de accidentes (cornadas, coces, atrapamientos, etc.), produce más polvo ambiental (corrales), bioerosiones, proyecciones y salpicaduras lo que conlleva una mayor exposición del trabajador.

- Implantar un programa periódico de control de vectores, desratización y desinsectación.
- Disponer de un botiquín adecuado.
- Tratamiento inmediato de cortes y heridas. Evitar la exposición de heridas abiertas, para ello cubrirlas con apósitos estériles y usar guantes impermeables.
- Vigilancia de la salud de los trabajadores y recomendación de las vacunas pertinentes, como la vacuna del tétanos.
- Formación e información de los principales riesgos y medidas de prevención.
- Medidas higiénicas:
 - No comer, beber o fumar, evitar llevarse las manos a la boca, los ojos o la nariz.

- Lavarse las manos antes, después, y frecuentemente durante el trabajo, para evitar contaminaciones del producto (carne), la contaminación del trabajador y la dispersión de agentes biológicos.
- Aseo personal antes de la comida y antes de abandonar el trabajo, para ello el trabajador ha de disponer de 10 minutos dentro la jornada laboral.
- Utilización de EPI adecuados:
 - Calzado de seguridad, impermeable, antideslizante.
 - Guantes impermeables y de malla.
 - Gafas, visores o pantallas de protección facial ante el riesgo de salpicaduras y proyecciones, principalmente a los ojos y la boca.
 - Ropa de trabajo que cubra la mayor parte del cuerpo y mandil impermeable.
 - Disponer de un lugar adecuado para el almacenamiento adecuado de los equipos de protección, mantenimiento y limpieza de los mismos y reposición de los defectuosos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- (2) 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
INSHT 2003
- (3) INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ
Risque de transmission de l'agent de l'encéphalopathie spongiforme bovine aux travailleurs de la filière viande de boucherie.
Médecin du Travail N° 84, 4º trimestre 2000. INRS
- (4) INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ
Dermatoses professionnelles dans le secteur de l'alimentation.
Fiche d'allergologie-dermatologie professionnelle N° 70. *Médecin du Travail*, N°99, 3º trimestre 2004. INRS
- (5) DEBORAH E. BERKOWITZ Y MICHAEL J. FAGEL.
Industria cárnica.
Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Organización Internacional del Trabajo (OIT)
- (6) MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Cárnico.
- (7) GABRIEL HUMBERTO COSENZA SUTTON.
Enumeration of total airborne bacteria, yeast and mould contaminants and identification of Escherichia coli O157:H7, Listeria spp., Salmonella spp., and Staphylococcus spp. in a beef and pork slaughter facility.
University of Florida. 2004. (http://etd.fcla.edu/UF/UFE0006613/cosenza_g.pdf)
- (8) DRA. E. GONZALEZ- FANDOS
Riesgos laborales relacionados con la exposición a agentes biológicos en mataderos e industrias cárnicas.
I Congreso Nacional de Prevención de Riesgos Laborales en el Sector Agroalimentario. Madrid. 2002
- (9) Real Decreto 1911/2000 de 24 de noviembre, **por el que se regula la destrucción de los materiales especificados de riesgo en relación con las enccefalopatías espongiformes transmisibles** modificado por el Real Decreto 221/2001, de 2 de marzo y aplicado por la Orden de 26 de julio de 2001.
- (10) Reglamento (CE) nº 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales).

Riesgo biológico: evaluación y prevención en trabajos con cultivos celulares

Biological risk: Assessment and prevention in tasks with cell cultures
Risque biologique: Evaluation et prévention aux travaux avec des cultures cellulaires

Redactora:

Asunción Mirón Hernández

Licenciada en Biología

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS
TECNOLOGÍAS

En esta nota técnica de prevención se revisa de forma esquemática las características del trabajo con cultivos celulares, contemplando los principales factores de riesgo y las principales medidas preventivas y de contención requeridas para su manipulación.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los cultivos celulares son ampliamente utilizados en la industria de la biotecnología para la producción de vacunas, enzimas, anticuerpos monoclonales, proteínas, etc. También son útiles en distintas disciplinas de la investigación biomédica como: citología, virología, inmunología, investigación sobre el cáncer, embriología, estudios cromosómicos y tratamientos médicos entre los que cabe destacar el mantenimiento y producción de tejidos para trasplantes.

Desde el punto de vista preventivo, los cultivos celulares son considerados agentes biológicos según la definición recogida en el Artículo 2 del Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, en la que se considera: "Agentes biológicos: microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad", y "Cultivo celular: el resultado del crecimiento *in vitro* de células obtenidas de organismos multicelulares". Por lo que, en las actividades que implican la utilización o manipulación de estos cultivos se deberán adoptar medidas para proteger la salud y seguridad del trabajador y del medio ambiente. Estas medidas se decidirán a partir de una exhaustiva evaluación de riesgos, cuyas características principales se describen más adelante.

2. TIPOS DE CULTIVO CELULAR

El procedimiento de cultivo celular se define como el conjunto de técnicas que permiten el mantenimiento de las células de organismos pluricelulares *in vitro*, preservando al máximo sus propiedades fisiológicas, bioquímicas y genéticas. Dependiendo del grado de preservación de la estructura del tejido o del órgano de origen y de su duración se puede hablar de diferentes tipos de cultivos: de órganos, explantes, primarios o secundarios, etc.

Cultivo organotípico

En el cultivo de órganos (organotípico) la arquitectura característica del tejido *in vivo* se mantiene parcialmente. El órgano se mantiene en un medio del que obtiene los nutrientes, donde libera los desechos y en el que mantiene su estructura tridimensional, generalmente esférica. Este tipo de cultivo permite mantener los tipos celulares diferenciados y es por ello una buena réplica del tejido de origen, sin embargo, no permite su propagación pues el crecimiento, de producirse, se limita a la periferia. La imposibilidad de propagación obliga, en cada nuevo experimento, a partir de nuevo material animal lo que lleva una elevada heterogeneidad.

Cultivo de explantes

Los explantes son fragmentos de tejidos u órganos que se adhieren a una superficie y en la que proliferan las células de la periferia.

Cultivo de células

Este tipo de cultivos suponen una disagregación celular, ya sea por medios enzimáticos o mecánicos. La suspensión celular que se obtiene se puede cultivar como una monocapa adherente o en suspensión en el medio de cultivo. Este tipo de cultivo permite su propagación, aumentando notablemente la masa celular del cultivo a lo largo de las generaciones.

Las células que se cultivan directamente desde un sujeto se conocen como células primarias. La mayor parte de los cultivos celulares primarios tienen un periodo de vida limitado, es decir, después de un cierto número de divisiones las células entran en el proceso de senescencia y dejan de dividirse, generalmente manteniendo la viabilidad.

Ocasionalmente, un cultivo primario se mantiene durante más generaciones de las esperadas. Esto es debido a la aparición en el cultivo de células inmortales, la razón de la inmortalización de estas células es, en la mayor parte de los casos, desconocida, pero se observa que la frecuencia de inmortalización se incrementa me-

diante infecciones virales, tratamientos con mutágenos, etc., por lo que se cree que esta capacidad debe estar relacionada con la pérdida, espontánea o inducida por el tratamiento, de las vías de control celular. Se cree que la capacidad de un cultivo celular primario para establecerse como línea estable está relacionada directamente con su variabilidad genética.

Una línea celular establecida o inmortal es la que ha adquirido la capacidad de proliferar indefinidamente. Hay numerosas líneas celulares bien establecidas representativas de tipos celulares particulares.

El cultivo de las células presenta diversas dificultades en función del tipo de célula en cuestión. Existen grandes diferencias que se relacionan fundamentalmente con el grado de diferenciación del tipo celular. Así pues, en general se puede establecer como norma que una línea celular será tanto más fácil de establecer o cultivar cuanto más indiferenciada sea, con las excepciones de las líneas tumorales de células diferenciadas.

3. TRABAJO EN UN LABORATORIO DE CULTIVO CELULAR, ACTIVIDADES Y MANIPULACIÓN DEL CULTIVO

En esquema, en un laboratorio de cultivo celular se realizan las siguientes actividades:

- preparación de medios de cultivo,
- esterilización de medios y reactivos,
- lavado, esterilización y preparación del material,
- mantenimiento y uso del aparataje del laboratorio (cabina de seguridad biológica, incubadores, centrífugas, microscopios, dispositivos de pipeteo, etc.),
- el cultivo celular y la manipulación del mismo.

El cultivo celular se realiza en medios artificiales preparados mediante la mezcla de componentes purificados o de soluciones orgánicas complejas, en el interior de aparatos que mantienen las condiciones físico-químicas adecuadas para el cultivo (incubadores) y sobre sopores o recipientes que los contienen y aíslan del exterior (placas Petri, matraces, etc.). Por lo que se considera que el medio de cultivo está formado por cuatro elementos:

- la naturaleza del sustrato o fase en la que crecen las células,
- las condiciones físico-químicas y fisiológicas del medio,
- la naturaleza y composición de la fase gaseosa,
- las condiciones de incubación, especialmente de humedad y temperatura.

En la manipulación de cultivos celulares se realizan generalmente las siguientes tareas:

- disgragación celular para obtener células en suspensión, que puede realizarse por métodos químicos, enzimáticos o mecánicos o por combinación de dos o tres de estos métodos. Como ejemplos, la tripsinización (la tripsina digiere las proteínas responsables de la adhesión celular al sustrato, así las células adheridas al sustrato pasan a estar en suspensión) o el pipeteo repetido o el barrido/arañado de la superficie de cultivo,
- siembra mediante suspensión o depósito de las células en el medio de cultivo,
- congelación (para la conservación de las líneas celulares) y descongelación del cultivo,
- modificación genética de las células, mediante distintos métodos: infección con virus, etc.,
- cambios de medio de cultivo para reponer nutrientes y eliminar productos de desecho que frenen el crecimiento o produzcan la senescencia o la muerte celular,
- diluciones de la densidad celular del cultivo para evitar

la confluencia o inhibición del crecimiento celular por contacto,

- pase de células a otras placas (repliqueo) para la propagación o expansión de la línea celular,
- centrifugación para separar las células del medio de cultivo,
- tinción celular para distinguir entre células vivas y muertas,
- observación al microscopio, para recuento y control morfológico,
- recuento celular.

4. PRINCIPALES RIESGOS BIOLÓGICOS

Los cultivos celulares no contaminados generalmente no presentan un riesgo significativo y la posible inoculación dérmica origina sólo una inflamación local. Sin embargo, estos cultivos pueden contribuir sustancialmente al riesgo de exposición a otros agentes biológicos, ya que pueden actuar como base o ayudar a la supervivencia o a la replicación de agentes oportunistas.

Los agentes contaminantes accidentales, probablemente constituyen el principal riesgo asociado a la manipulación de cultivos celulares, ya que a menudo son difíciles de detectar. Los principales contaminantes son: bacterias, hongos, parásitos, micoplasmas, virus y priones. Esta contaminación puede provenir de la fuente (tejido o células origen del cultivo) o bien producirse en el proceso de manipulación del cultivo, por el empleo de reactivos biológicos contaminados o de material contaminado o por el ambiente de trabajo.

Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, (Centers for Diseases Control and Prevention) indican que los peligros potenciales asociados a los cultivos de células o tejidos humanos incluyen entre otros los patógenos transmitidos por sangre como el virus de la hepatitis B (VHB) y el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y agentes tales como *Mycobacterium tuberculosis* que puede estar presente en tejidos pulmonares humanos. Estos centros han informado de varios casos de infección en personal de laboratorio que manipulaba cultivos celulares primarios de primates.

Los cultivos de células humanas y de primates pueden contener virus de la hepatitis B y C (VHB y VHC), virus de las leucemias humanas (VLHT), herpesvirus (Virus de Epstein- Barr, Cytomegalovirus, virus del herpes simplex tipos 1 y 2), retrovirus, virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). Los cultivos de células animales no procedentes de humanos o de primates pueden contener: Hanta virus, virus de la coriomeningitis linfocítica, virus de la influenza, etc.

La contaminación por parásitos intracelulares puede resultar un aspecto a tomar en consideración cuando se manejan cultivos celulares primarios en sus primeras etapas procedentes de donantes sobre los que se sabe o sospecha que están infectados. Algunos ejemplos serían: *Toxoplasma gondii*, *Trypanosoma cruzi*, *Leishmania sp.* etc.

También las células carcinogénicas son fuente de riesgo como resultado de la auto-inoculación accidental del trabajador.

5. EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de riesgos en la manipulación de los cultivos celulares de origen humano o animal se basa tanto en

Fuente (especie de origen) ⁽¹⁾	Tipos de células o tejidos ⁽²⁾	Tipo de cultivo
Orden creciente de riesgo ↓	Orden creciente de riesgo ↓	Orden creciente de riesgo ↓
Células aviares y células de invertebrados	Fibroblastos y células epiteliales	Cultivo de líneas celulares bien caracterizadas
Células de mamíferos (ni humanas ni de primates)	Células de la mucosa intestinal	Cultivo de líneas celulares continuas
Células de primates no humanos	Células endoteliales	Cultivos celulares primarios
Células humanas		
(1) Cuanto mayor sea la relación genética entre las células del cultivo y las humanas, mayor es el riesgo para los humanos, ya que los agentes patógenos suelen tener barreras de especies específicas.	Tejidos neurales	
ATENCIÓN! Algunos organismos contaminantes podrían cruzar la barrera de las especies habituales (por ejemplo, la gripe H5N1, la EEB, el SRAS, etc.)	Células hematopoyéticas	
	(2) Tomar en consideración que algunos tipos de células son capaces de inducir tumores	

Tabla 1. Riesgos en función de las propiedades intrínsecas del cultivo

las propiedades intrínsecas del cultivo celular, incluidas las propiedades posteriores adquiridas como consecuencia de una modificación genética, como en la posibilidad de que el cultivo celular pueda estar deliberadamente o inadvertidamente contaminado por agentes patógenos. Esta información permitirá determinar el nivel de riesgo asociado al cultivo celular. La evaluación de riesgos debe tener también en cuenta las condiciones de trabajo.

Propiedades intrínsecas del cultivo celular

Las propiedades intrínsecas de los cultivos celulares que se deben considerar en la evaluación de riesgos son:

- la fuente (especie origen de las células),
- el tipo de células o el tejido de procedencia,
- el tipo de cultivo.

Los cultivos celulares de mayor riesgo son los que proceden de humanos y de primates, especialmente si derivan de sangre periférica, tejido linfoide y nervioso (ver tabla 1).

En ningún caso el trabajador que realice los cultivos celulares podrá utilizar sus propias células para el desarrollo *in vitro*. Las células humanas para cultivo deberán obtenerse solamente de individuos que no tengan relación con el trabajo experimental.

Propiedades adquiridas como resultado de la modificación genética

En el caso de modificaciones genéticas hay que tener en cuenta, que las células recombinantes pueden haber aumentado o disminuido su capacidad de causar daño a la salud humana y el medio ambiente en comparación con sus equivalentes no recombinantes.

La evaluación de riesgos de las células recombinantes se realizará atendiendo a lo establecido en el Real Decreto 178/2004, de 30 de enero, por el que se aprueba el Reglamento general para el desarrollo y ejecución de la Ley 9/2003, de 25 de abril, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente. El primer paso en el proceso de evaluación debe consistir en identificar las propiedades nocivas del organismo receptor (célula huésped) y, en su caso, del donante, así como cualquier propiedad nociva relacionada con el vector o con el material introducido, incluidas las alteraciones de las propiedades iniciales del receptor.

Propiedades adquiridas como resultado de una infección con agentes patógenos

En el caso de cultivos celulares deliberadamente o inadvertidamente contaminados por agentes patógenos, la evaluación de los riesgos potenciales del cultivo celular contaminado o infectado por el patógeno requiere un examen de las propiedades intrínsecas del patógeno. El riesgo biológico del cultivo celular infectado dependerá del riesgo biológico del patógeno, según la clasificación en grupos de riesgos de los agentes biológicos establecida en el Artículo 3 del Real Decreto 664/1997.

Condiciones de trabajo

Finalmente, en la evaluación de riesgos hay que tener en cuenta la posibilidad de dispersión del material infeccioso y de exposición del trabajador en función de las características del trabajo como:

- procedimientos y técnicas utilizados,
 - equipos y material que se va a utilizar,
 - cantidad o concentración del agente infeccioso, etc.
- Con toda la información recogida se determinará el nivel de bioseguridad necesario para el trabajo en laboratorio con cultivos celulares.

6. NORMAS DE TRABAJO EN LOS LABORATORIOS DE CULTIVOS CELULARES

Las normas a seguir en el trabajo con cultivos celulares para proteger al trabajador, al medio ambiente y al cultivo son:

- proporcionar formación y capacitación al operador o al trabajador en relación a las buenas prácticas microbiológicas, los riesgos y las medidas de prevención,
- adoptar el principio de precaución, tratar todos los cultivos que se utilizan por primera vez como potencialmente infecciosos. Trabajar siempre dentro de una cabina de seguridad biológica tipo II (protege a la muestra, al trabajador y al ambiente), hasta que se demuestre que los cultivos están libres de bacterias, virus, micoplasmas u hongos,
- manipular los cultivos celulares de origen humano o de primates, en general, en un nivel de bioseguridad 2 y en una cabina de seguridad biológica tipo II,

- manipular los cultivos celulares procedentes de fuentes infectadas mínimo en un nivel de bioseguridad 2, adoptar niveles superiores en función del riesgo del agente patógeno,
- identificar de forma adecuada los cultivos y todo el material biológico,
- obtener siempre los cultivos de centros reconocidos que certifiquen el origen, por ejemplo: la Colección Americana de Cultivos Tipo ATCC, (*American Type Culture Collection*), la Colección Europea de Cultivos Celulares ECACC, (*European Collection of Cell Cultures*) o de la Colección Española de Cultivos Tipo CECT, etc.,
- rechazar cultivos no seguros, poco caracterizados o sin referencia o tratarlos con la precaución adecuada,
- trabajar siempre con material estéril (pipetas, matraces, etc.). El material estéril sólo puede abrirse, dentro de una cabina de seguridad biológica. Todo aquello de lo que no se esté seguro al 100% de su esterilidad ha de ser considerado como no estéril,
- descontaminar la mesa de trabajo, las cabinas de seguridad biológica y el material reutilizable antes y después de trabajar con material biológico,
- limpiar inmediatamente cualquier derrame del cultivo,
- lavarse las manos antes, después y frecuentemente durante el trabajo con cultivos, para evitar contaminaciones en los experimentos, la contaminación del usuario con material biológico y la posible diseminación de éste,
- descontaminar por agentes químicos o calor todo el material biológico o contaminado con éste antes de ser eliminado,
- si se trabaja con más de una línea celular a la vez, evitar la contaminación cruzada. Limpiar y desinfectar las superficies y útiles de trabajo cada vez que se trabaja con distintas líneas. Manipular en último lugar la línea de mayor proliferación,
- en caso de cultivos de larga duración, verificar periódicamente las propiedades del cultivo. Llevar a cabo un control de calidad de las células, que demuestre la ausencia de posibles agentes patógenos,
- establecer un programa adecuado de almacenamiento de línea celular,

- utilizar equipos de protección individual: guantes, mascarillas, gafas, ropa de protección,
- implantar programas específicos de vigilancia de la salud del trabajador, siendo recomendable la vacunación contra la hepatitis B, por el riesgo de exposición a patógenos transmitidos por sangre.

En resumen, la manipulación de cultivos celulares requiere de instalaciones, equipos y prácticas microbiológicas adecuadas para evitar la contaminación del cultivo, la dispersión de posibles agentes patógenos y para eliminar o reducir al mínimo la exposición del trabajador.

La característica principal que define a un laboratorio de cultivo celular es que ha de ser una instalación aséptica (sala de cultivo limpia, con cabinas de seguridad biológica de tipo II, incubadores y materiales estériles), debido a que la tasa de crecimiento de las células en cultivo es muy inferior a la de sus contaminantes habituales: hongos, levaduras, bacterias, micoplasmas. Por ello, para el mantenimiento del cultivo es vital evitar la aparición en éste de cualquier microorganismo contaminante.

El área de trabajo para realizar cultivos celulares debe ser una parte o habitación del laboratorio aislada, alejada de las vías de paso y, si es posible, dedicada exclusivamente al cultivo de células. La utilización de cabinas de seguridad biológica reduce las necesidades de aislamiento, pero aún así, es recomendable mantener un gradiente de esterilidad, desde el medio exterior o laboratorio general al interior de las cabinas de seguridad donde se manipularán los cultivos y al incubador donde se mantendrán.

El nivel de bioseguridad necesario para el trabajo en laboratorio con cultivos celulares se decidirá en función de una exhaustiva evaluación de riesgos, en la que se tendrá en cuenta el nivel de riesgo asociado al cultivo y las condiciones de trabajo. Normalmente, el nivel de bioseguridad 2 es el mínimo necesario para el trabajo con cultivos celulares, con el empleo de una cabina de seguridad biológica tipo II. Se deberán utilizar niveles de bioseguridad superiores en el caso de modificaciones genéticas o cuando el cultivo este deliberadamente contaminado con agentes patógenos o sea sospechoso de estarlo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) PAUWELS, K. ET AL.
Animal cell cultures: risk assessment and biosafety recommendations
Appl Biosafety, 2007, 12, (1), 26- 38
- (2) RAMOS GÓMEZ, M. Y MARTÍNEZ SERRANO, A.
Curso de cultivos
Universidad Autónoma de Madrid. Junio 2008.
http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/ldesviat/_private/BIOQ%2520EXP III/CursocultivosUAM2008.pdf
- (3) REINA, M. Y AULADELL, C.
Técnicas de estudio de líneas celulares
Universidad de Barcelona 2003
http://www.ub.es/biocel/wbc/tecnicas/tecnicas_de_cultivo_cellular.htm
- (4) Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo. Sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- (5) 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.
INSHT 2003

- (6) Ley 9/2003, de 25 de abril, **por la que se establece el Régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente, a fin de prevenir los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente** y R.D 178/2004, de 30 de enero, para el Desarrollo y Ejecución de esta Ley.
- (7) U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH
Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (fifth edition)
U. S. Government Printing Office. Washington.2007
- (8) HEALTH CANADA
Laboratory Safety Guidelines
Health Canada, 3^a ed, 2004.
- (9) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
Manual de bioseguridad en el laboratorio (3^a edición)
OMS. Ginebra. 2005
- (10) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Nota técnica de prevención nº 376 “Exposición a agentes biológicos: seguridad y buenas prácticas de laboratorio
INSHT.

Radiaciones ópticas artificiales: criterios de evaluación

Artificial optical radiations: guidelines on limits of exposure
Rayonnements optiques artificiels : guide pour l'établissement de limites d'exposition

Redactoras:

Beatriz Diego Segura
Licenciada en Ciencias Químicas

María José Rupérez Calvo
Doctora en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS
 TECNOLOGÍAS

La presente Nota Técnica de Prevención pretende facilitar la aplicación del Real Decreto 486/2010 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La presente Nota Técnica de Prevención pretende facilitar la aplicación del Real Decreto 486/2010 [1]. Asimismo, esta NTP puede complementarse con la NTP 755 "Radiaciones Ópticas: Metodología de evaluación de la exposición laboral" [2].

Se denomina radiación óptica a toda radiación electromagnética cuya longitud de onda (λ) esté comprendida entre 100 nm y 1 mm. Para facilitar su estudio, se divide en tres bandas espectrales:

- Radiación ultravioleta, UV, (180 – 380 nm), que se subdivide en UVC, UVB y UVA.
- Radiación visible (380 - 700 nm)
- Radiación infrarroja, IR, (700 – 10.000 nm), que comprende al IRA, IRB y IRC.

La mayoría de las fuentes artificiales emiten en un rango amplio de longitudes de onda, que generalmente involucra a más de una bandapectral. A estas fuentes se las denominan "*fuentes incoherentes de banda ancha*". Su evaluación es una tarea compleja, requiere un tratamiento separado de cada rangopectral, conocer los datos espektorradiométricos de la fuente y aplicar diferentes espectros de acción fotobiológicos. Además en algunos casos la geometría de la exposición es un factor fundamental para el establecimiento y aplicación de los valores límite.

Los *dispositivos láser* son un tipo particular de fuente de radiación óptica artificial. Emiten en una única longitud de onda o en bandas muy estrechas, lo que los distingue claramente de las fuentes de banda ancha. Como consecuencia, la evaluación de sus riesgos sigue un procedimiento diferente y por ello tiene unos valores límite de exposición propios.

2. REAL DECRETO 486/2010 SOBRE EXPOSICIÓN LABORAL A RADIACIONES ÓPTICAS ARTIFICIALES.

Esta norma regula las disposiciones mínimas que tienen por objeto la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales durante su trabajo.

Para ello, su artículo 4 establece la obligación de evitar o a reducir la exposición, de manera que los riesgos se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible. Además del deber empresarial de aplicar un plan de acción, que incluya medidas técnicas y organizativas destinadas a impedir que la exposición supere los valores límite.

Igualmente, el empresario, cuando haya trabajadores expuestos, evaluará los niveles de radiación prestando especial atención, entre otros, a los siguientes aspectos: longitud de onda de la radiación, el nivel y la duración de la exposición, valores límite aplicables, los efectos para la salud, la existencia de equipos que emitan menos radiación ...

3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

El artículo 6 del RD 486/2010 dispone que cuando haya trabajadores expuestos a fuentes artificiales de radiación óptica, el empresario deberá evaluar los niveles de radiación, de manera que puedan definirse y ponerse en práctica las medidas necesarias para reducir la exposición a los límites aplicables.

La exposición laboral se expresa en alguna de las siguientes magnitudes: Irradiancia E, Radiancia L o Exposición radiante H. Para más información ver la figura 1.

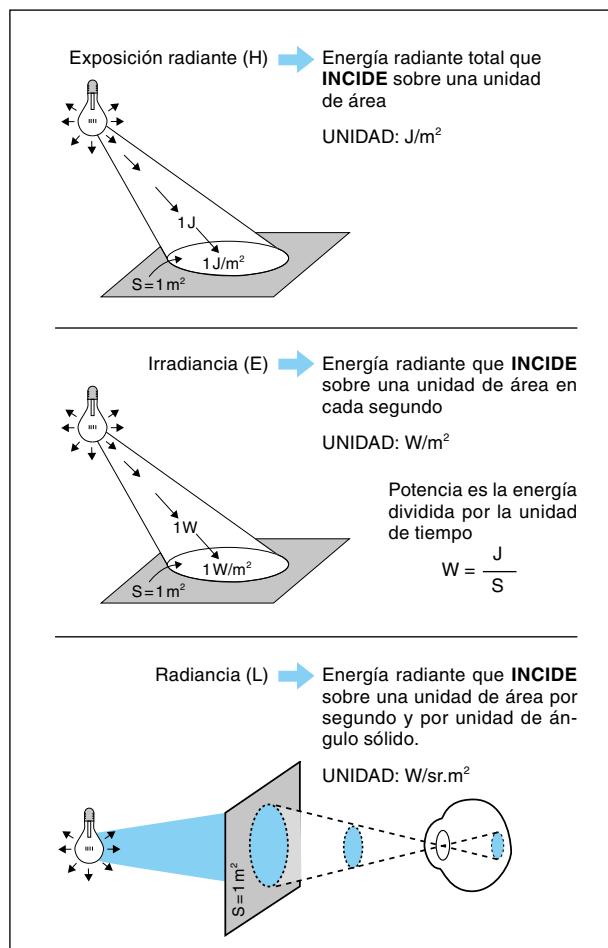


Figura 1. Definición de las magnitudes radiométricas

En el Real Decreto, los *valores límite de exposición* se definen como, “los límites basados directamente en los efectos sobre la salud comprobados y en consideraciones biológicas. El cumplimiento de estos límites garantizará que los trabajadores expuestos a fuentes artificiales de radiación óptica estén protegidos contra todos los efectos nocivos para la salud que se conocen”.

Estos valores se basan en las recomendaciones de la Comisión Internacional para la Protección frente a la Radiación No Ionizantes (ICNIRP), publicadas en la revista Health Physics [3, 4].

La capacidad de las radiaciones ópticas para producir daño biológico se ha determinado mediante estudios experimentales con personas y animales, estableciéndose *umbral de daño* para cada efecto observado. El efecto crítico es aquél que se produce a un menor nivel de exposición y se toma como base para el establecimiento del valor límite.

A través de estos estudios se ha puesto de manifiesto que no todas las longitudes de onda son igualmente perjudiciales, sino que cada efecto fisiológico tiene unas longitudes de onda críticas en las que el daño es máximo.

De esta forma se han obtenido las *curvas de ponderación biológica*, llamadas también curvas de ponderaciónpectral o de efectividadpectral, que se utilizan para corregir los valores de la exposición en cada región del espectro óptico.

En el anexo I apartado C del Real Decreto se describen tres curvas o funciones de ponderación diferentes:

- $S(\lambda)$ o efectividadpectral para el UV (180 - 400 nm). Ver tabla 1.

$\lambda (\text{nm})$	S_λ
180	0,0120
200	0,0300
217	0,1043
240	0,3000
254	0,5000
260	0,6500
265	0,8100
270	1,0000
275	0,9600
276	0,9434
296	0,4884
300	0,3000
307	0,0344
315	0,00300
338	0,00030

Tabla 1: Curva S_λ , para algunos valores de λ .

- $B(\lambda)$ o función de riesgo fotoquímico por “luz azul” en la retina (300 - 700 nm).
- $R(\lambda)$ o función de riesgo térmico en la retina (380 - 1400 nm).

Para el caso de personas sin cristalino, habría que aplicar una cuarta curva de ponderación especial $A(\lambda)$ o función de riesgo “afáquico” que no está incluida en el Real Decreto, pero que está descrita en las recomendaciones de la ICNIRP [4].

Como se ha mencionado anteriormente, la evaluación de la exposición laboral a radiaciones ópticas es un tema complejo, que requiere un tratamiento separado para cada región espectral (UV, UVA, Visible-“riesgo azul”, Visible “riesgo térmico”, IRA, etc.), a consecuencia de los diferentes efectos sobre la piel y los ojos asociados a cada banda espectral. Para realizar la evaluación se puede actuar de dos formas:

- Midiendo la exposición en el puesto de trabajo para cada intervalo espectral.
- Calculando la exposición de forma teórica a partir de los datos facilitados por los fabricantes y considerando siempre la situación más desfavorable para el trabajador, el “peor caso posible”.

Siempre es preferible “medir” que “calcular”, sin embargo, realizar mediciones de la exposición a radiaciones ópticas entraña una gran dificultad por los factores externos pueden distorsionar la medida. Por eso en la práctica es más sencillo realizar una sobreestimación teórica de la exposición a partir de los datos facilitados por los fabricantes.

4. LÍMITES DE EXPOSICIÓN PARA LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (180 - 400 nm)

Los riesgos para la piel y los ojos, asociados a la exposición a radiación ultravioleta son: fotoqueratitis, fotoconjuntivitis, cataratas, eritema, elastosis y cáncer de piel. Para proteger a los trabajadores de estos efectos, se establecen dos valores límite de exposición de la Tabla 2.

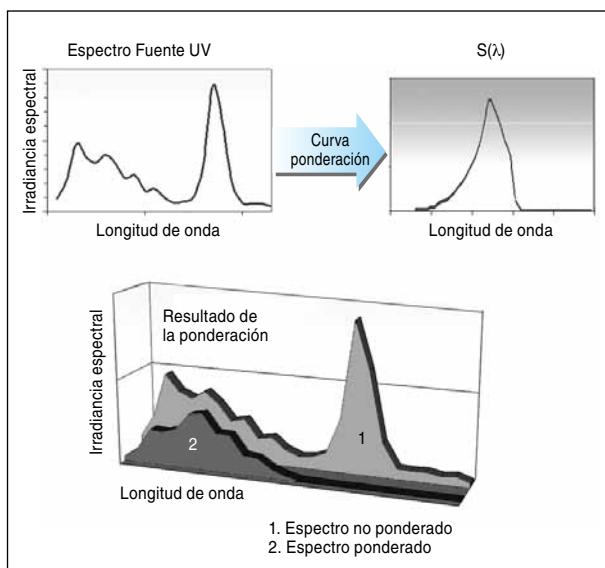
λ (nm)	Valor límite de exposición	Nota
180 - 400	$H_{\text{eff}} = 30 \text{ J/m}^2$ Valor referido a 8 h	Ponderación espectral. $S(\lambda)$
350 - 400	$H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J/m}^2$ Valor referido a 8 h	Sin ponderación espectral

Tabla 2. Valores límite para la radiación UV.

En función de las características de fuente emisora, la exposición a la radiación ultravioleta se expresa en forma de irradiancia (E) o exposición radiante (H). Ambas magnitudes están relacionadas por el tiempo de exposición.

$$H(\text{J/m}^2) = E(\text{W/m}^2) \cdot t_{\text{exp}}(S) \quad (1)$$

En el intervalo de 180-400 nm, el proceso es más complicado ya que el valor límite está ponderado con la curva de efectividad espectral $S(\lambda)$. Gráficamente el efecto de la ponderación se puede ver en la figura 2.

Figura 2. Ponderación con la curva $S(\lambda)$

La ponderación consiste en multiplicar la irradiancia espectral de la fuente E_λ (o irradiancia en cada longitud de onda) por cada uno de los factores de corrección ("pesos") adjudicados en la curva $S(\lambda)$ y por la distancia entre una longitud de onda y la siguiente ($\Delta\lambda$). A continuación habrá que sumar todas las contribuciones parciales para obtener la irradiancia total ponderada de la fuente (E_{eff}). Matemáticamente:

$$E_{\text{eff}} = \sum_{180}^{400} E_\lambda \cdot S_\lambda \cdot \Delta\lambda \quad (2)$$

Donde,

E_{eff} = irradiancia efectiva total de la fuente en W/m^2 .

E_λ = Irradiancia espectral en $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$.

S_λ = eficacia espectral.

$\Delta\lambda$ = ancho de banda en nm.

La exposición radiante efectiva se calcula a partir de la irradiancia efectiva (E_{eff}), utilizando la expresión (1).

En el caso de querer calcular el tiempo de exposición máximo permitido, basta con dividir el valor límite por la irradiancia medida o calculada de la fuente. Para

la radiación UV (180 - 400 nm), se utiliza la siguiente expresión:

$$t_{\text{máx. permitido}} (\text{s}) \leq \frac{30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}}{E_{\text{eff}} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}} \quad (3)$$

O bien mediante la tabla 3.

Tiempo máximo de exposición	Irradiancia efectiva E_{eff} (W/m^2)
8 h	0,001
4 h	0,002
2 h	0,004
1 h	0,008
30 min	0,017
15 min	0,033
10 min	0,05
5 min	0,1
1 min	0,5
30 s	1,0
10 s	3,0
1 s	30
0,5 s	60
0,1 s	300

Tabla 3. Tiempos máximos para UV

Ejemplo de aplicación para una fuente UV

Determinar la exposición laboral debida a una lámpara germicida de radiación ultravioleta. Se ha medido la irradiancia espectral en la posición del trabajador (a 1,5 m de la fuente) con un espectrorradiómetro que no incluye ponderación espectral, obteniéndose los siguientes resultados de la Tabla 4.

Longitud de onda (nm)	Irradiancia espectral $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$
260	0,002
265	0,009
270	0,007
275	0,005

Tabla 4. Datos especales de la fuente

El valor límite aplicable en este caso requiere la aplicación de la curva $S(\lambda)$ a través de la fórmula [2]. Para simplificar el cálculo se puede construir la Tabla 5.

λ (nm)	E_λ	$\Delta\lambda$	$S(\lambda)$	$E_\lambda \cdot S_\lambda \cdot \Delta\lambda$
260	0,002	5	0,65	0,007
265	0,009	5	0,81	0,036
270	0,007	5	1,00	0,035
275	0,005	5	0,96	0,024
TOTAL	$E_{\text{eff}} = \sum_{260}^{275} E_\lambda \cdot S_\lambda \cdot \Delta\lambda$			= 0,102 W/m^2

Tabla 5. Cálculo de la irradiancia ponderada

De la tabla 3 se deduce que para esta irradiancia efectiva, el tiempo máximo de exposición permitido para esta fuente son aproximadamente 5 minutos.

5. LÍMITES DE EXPOSICIÓN PARA LA RADIACIÓN VISIBLE E INFRARROJA (380-3000 nm)

Los efectos de la exposición a radiación visible e infrarroja también se manifiestan sobre la piel y los ojos.

La piel

La radiación visible e infrarroja penetra en la piel provocando un incremento localizado de la temperatura. Para evitar que se produzcan lesiones, el organismo dispone de mecanismos de defensa para disipar el exceso calor, como el aumento de la transpiración y del flujo sanguíneo.

En exposiciones largas (más de 10 s), es posible que se produzca un aumento generalizado de la temperatura corporal, y se evalúa de acuerdo a los criterios establecidos para prevenir el estrés térmico [4].

Las respuestas naturales de aversión protegen frente a exposiciones cortas (menos de 10 s) y poco intensas. Por tanto, el valor límite para la piel en el intervalo de 380 - 3000 nm, tiene por objeto evitar las quemaduras producidas por fuentes de corta duración con intensidades muy altas. (Tabla 6).

λ (nm)	Riesgo	Tiempo exp.	Valor límite exposición
380 – 3000	Quemadura piel	$t < 10$ s	$H = 20.000 \cdot t^{0.25}$ (J/m ²)

Tabla 6: Valor límite lesión térmica en la piel Visible + IR

Los ojos

La función de los ojos es recoger y focalizar la radiación visible (luz). Para protegerse frente a luces excesivamente brillantes, el organismo también cuenta con respuestas involuntarias de aversión: constricción de la pupila, lagrimeo, parpadeo o directamente el giro de la cabeza. Se considera que el tiempo medio de la respuesta de aversión es 0,25 s.

La radiación visible e IRA puede causar daños en la retina a través de mecanismos térmicos y fotoquímicos. De ahí que sea necesaria la aplicación de las curvas especales $R(\lambda)$ y $B(\lambda)$, que se han definido anteriormente.

Para evaluar los riesgos oculares por exposición a radiación visible e infrarroja se necesita conocer datos espektorradiométricos de la emisión y aspectos geométricos como el ángulo subtendido.

El ángulo subtendido (α) se define como el tamaño aparente de un objeto, en este caso una fuente de radiación, medido en la posición de los ojos. Se calcula dividiendo la altura real del objeto (h) por la distancia al punto de medida (d). Es parámetro muy importante porque determina la cantidad de radiación que penetra a través de la pupila y alcanza la retina.

Cuando la luz penetra en el ojo en un haz esencialmente paralelo (α muy pequeño), se crea en la retina una imagen en un área muy pequeña, "puntual", en la que se concentra toda la energía de la radiación. Este es el caso de las fuentes muy distantes y los láseres.

Si por el contrario, la fuente luminosa abarca gran

parte del campo visual (α grande), la imagen que se forma en la retina es mayor, "extensa", por tanto la energía se disipa con más dificultad que en el caso anterior. (Ver figura 3).

El ángulo subtendido que define si la imagen retiniana es puntual o extensa, varía en función del mecanismo de interacción. Existen dos mecanismos de interacción: el fotoquímico y el térmico.

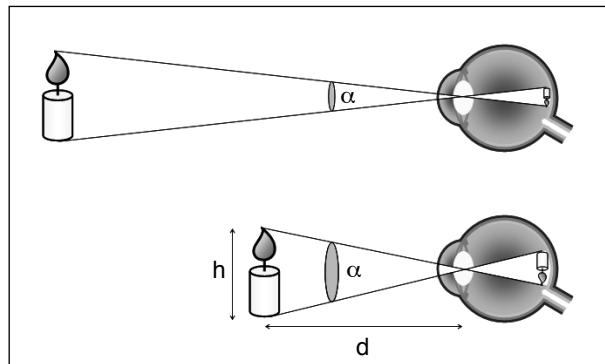


Figura 3. Ángulo subtendido

El mecanismo fotoquímico se produce entre los 300 y los 700 nm, siendo más pronunciado en las longitudes de onda en torno a 435 - 440 nm, por lo que se denomina riesgo por "luz azul". La evaluación de este riesgo precisa la aplicación de la curva $B(\lambda)$. En función del ángulo subtendido y la duración de la exposición, se definen los valores límite establecidos en la Tabla 7.

En el caso de ángulos subtendidos pequeños ($\alpha < 11$ mrad) el valor límite se expresa como irradiancia ponderada:

$$E_B = \sum_{300}^{700} E_\lambda \cdot B_\lambda \cdot \Delta\lambda \quad (4)$$

Para ángulos subtendidos grandes ($\alpha < 11$ mrad), el valor límite se define como radiancia ponderada:

$$L_B = \sum_{300}^{700} L_\lambda \cdot B_\lambda \cdot \Delta\lambda \quad (5)$$

El otro mecanismo de interacción de la radiación visible e IRA (380 - 1400 nm) es el mecanismo térmico y para evaluar el riesgo se usa la curva de ponderación $R(\lambda)$.

Los valores límite de exposición se expresan en forma de radiancia ponderada y varían en función del ángulo subtendido α , y del tiempo de exposición. La radiancia ponderada se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$L_R = \sum_{380}^{1400} L_\lambda \cdot R_\lambda \cdot \Delta\lambda \quad (6)$$

Desde un punto de vista formal sólo existe un valor límite entre 380-1400 nm, que se calcula a través de la fórmula de la tabla 7. Sin embargo en el Real Decreto, para este mismo intervalo, se dan tres límites aparentemente diferentes. Éstos se obtienen teniendo en cuenta:

- Los ángulos subtendidos están comprendidos entre $\alpha_{\min}=1,7$ mrad y $\alpha_{\max}=0,1$ rad. Cualquier α fuera de este intervalo se ajustará a estos ángulos máximos y mínimos establecidos.
- Del mismo modo, para tiempos de exposición menores de 10 μ s se aplica el valor límite fijado para 10 μ s y, para $t > 10$ s el límite no deberá superar el propuesto para 10 s.

λ (nm)	Riesgo	Ángulo subtendido	Tiempo exposición	Valor límite exposición
300 - 700	Lesión fotoquímica retina (luz azul)	$\alpha \geq 11$ mrad	$t \leq 10^4$ s	$L_B = 10^6/t$ (W/m ² .sr)
			$t > 10^4$ s	$L_B = 100$ (W/m ² .sr)
		$\alpha < 11$ mrad	$t \leq 10^4$ s	$E_B = 100/t$ (W/m ²)
			$t > 10^4$ s	$E_B = 10^{-2}$ (W/m ²)
380 - 1400	Lesión térmica retina	$1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad	$10 \mu\text{s} \leq t \leq 10$ s	$L_R = (5 \cdot 10^7) / (\alpha \cdot t^{0.25})$ (W/m ² .sr)
780 - 1400		$\alpha \leq 11$ mrad	$t > 10$ s	$L_R = 6 \cdot 10^6 / \alpha$ (W/m ² .sr)
780 - 3000	Lesión térmica cornea y cristalino		$t \leq 1000$ s	$E = 18.000 \cdot t^{-0.75}$ (W/m ²)*
			$t > 1000$ s	$E = 100$ (W/m ²)

* El exponente de t es negativo de acuerdo con el documento original de la ICNIRP (ver referencia bibliográfica nº 4), si bien no es así en el RD/486/2010 y tampoco en la Directiva 2006/25/CE donde t es positivo, a pesar de que ambas disposiciones legales transcriben literalmente los criterios de la ICNIRP.

Tabla 7. Valores límite de exposición para lesión ocular producida por radiación visible e IR

La radiación IRA (780 - 1400 nm) también interacciona a través de mecanismos térmicos, por ello el valor límite está expresado en forma de radiancia ponderada (L_R). Es importante matizar que en este intervalo espectral no hay respuestas naturales de aversión porque la radiación infrarroja no es detectable por el ojo humano.

$$L_R = \sum_{780}^{1400} L_\lambda \cdot R_\lambda \cdot \Delta\lambda \quad (7)$$

Al igual que para la luz visible, el valor límite de exposición se aplica sabiendo que:

- Los ángulos subtendidos se definen entre $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad ajustándose a los extremos del intervalo si hay ángulos mayores o menores.
- Para tiempos de exposición menores de 10 segundos se aplican los límites de entre 380 y 1400 nm (expresión 6).

Por último, las exposiciones crónicas al IRA y IRB (780 - 3000 nm) inducen lesiones en el cristalino y la córnea (cataratas y quemaduras). Los valores límite dependen del tiempo de exposición y no se les aplica ponderación espectral.

6. LÍMITES DE EXPOSICIÓN PARA LA RADIACIÓN LÁSER

La evaluación de la exposición a radiación láser es muy compleja, como se deduce de la observación las tablas del anexo II del real decreto. No solamente hay que abordar aspectos relacionados con la radiación sino que además hay que considerar factores ambientales, personales y del entorno de trabajo. Particularmente, la realización de mediciones y la interpretación y aplicación de los valores límite fijados en el real decreto entraña especial dificultad.

Para simplificar el proceso, la evaluación de los riesgos por exposición a radiación láser (art 6. 4 i del real decreto) se aborda a partir del concepto de *clase de riesgo* establecido por la norma UNE EN 60825-1/A2 «Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación del equipo, requisitos y guía de seguridad» [5].

Desde su primera publicación en 1993, la norma UNE EN 60825 ha sufrido numerosas modificaciones para adoptarla al progreso técnico. Está dividida en 14 partes la mayor parte de las cuales están dirigidas a los fabricantes que son los responsables de clasificar los equipos

	Clase 1	Clase 1M	Clase 2	Clase 2M	Clase 3R	Clase 3B	Clase 4
Descripción clase	Seguros en condiciones razonables de uso.	Como Clase 1, aunque puede ser peligrosos si se miran a través de instrumentos ópticos (lentes o binoculares).	Seguros para exposiciones cortas; el ojo está protegido por las respuestas de naturales de aversión.	Como Clase 2, aunque puede ser peligrosos si se miran a través de instrumentos ópticos (lentes o binoculares).	Riesgo de daño relativamente bajo, pero es necesario impartir al trabajador la formación adecuada.	Visión directa del haz es peligrosa.	Visión directa e indirecta del haz es peligrosa. Existe riesgo de incendios.
Formación	Seguir las instrucciones del fabricante.	Recomendable formación específica.	Seguir las instrucciones del fabricante.	Recomendable formación específica.	Obligatoria formación específica.	Obligatoria formación específica.	Obligatoria formación específica.
EPI	No necesario.	No necesario.	No necesario.	No necesario.	Depende de la evaluación de riesgos.	Obligatorio.	Obligatorio.
Otras medidas de protección	No necesaria.	Evitar el uso de instrumentos ópticos.	No apuntar directamente al ojo.	No apuntar directamente al ojo y evitar el uso de instrumentos ópticos.	Prevenir la exposición directa del ojo.	Prevenir la exposición directa del ojo. Evitar las reflexiones.	Prevenir la exposición directa del ojo y la piel.

Tabla 8. Extracto de las medidas preventivas en función de la clasificación láser

e incorporar los requisitos mínimos de seguridad para reducir los riesgos en la fase de diseño. También se incluyen recomendaciones de seguridad para los usuarios.

En la norma se establecen siete categorías de riesgo (clases) basándose en el concepto de límite de emisión accesible (LEA).

El LEA se define a partir de los valores límite, la exposición máxima permitida y la posibilidad de que el usuario entre en contacto con la radiación láser.

La clasificación de un láser tiene una serie de limitaciones:

1. Sólo considera los aspectos relativos a la emisión de radiación. Por tanto no tiene en cuenta otros riesgos posibles fallos eléctricos, ruidos, emisión de humos, etc.
2. La clasificación adjudicada se refiere a las condiciones normales de uso del producto especificadas por el fa-

bricante. Se excluyen, entre otras, las operaciones de mantenimiento y reparación.

3. La clasificación no tiene en cuenta la exposición acumulativa debida a múltiples fuentes.

En la tabla 8 se resumen las clases de riesgo y algunas medidas preventivas aplicables en función de la clase.

En resumen, para evaluar los riesgos de puestos de trabajo con exposición a radiación láser, se debe conocer la clase del láser, determinar las condiciones de exposición y seguir los consejos de seguridad indicados en el manual de instrucciones o en la información técnica del equipo. En algunos casos es aconsejable establecer procedimientos de trabajo e impartir formación e información específica a los trabajadores.

Se recomienda consultar las NTP 261 y 654 para obtener más información sobre seguridad láser [6,7].

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.
- (2) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
NTP 755: Radiaciones Ópticas: Metodología de evaluación de la exposición laboral.
- (3) CNIRP
Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation).
Health Physics 87 (2): 171-186; 2004.
- (4) ICNIRP
Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3μm).
Health Physics 73 (3): 539-554; 1997.
- (5) UNE EN 60825-1: 1996 “Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación del equipo, requisitos y guía de seguridad”, y su Corr. de 1994. Complementada y modificada por: UNE EN 60825-1/A1:2003 y corregida por: UNE EN 60825-1/A2: 2002 y UNE EN 60825-1/A2: 2004
- (6) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
NTP 654: Láseres: nueva clasificación del riesgo (UNE EN 60825-1 /A2: 2002)
- (7) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
NTP 261: Láseres: riesgos en su utilización
- (8) A NON-BINDING GUIDE TO THE ARTIFICIAL OPTICAL.
Radiation Directive 2006/25/EC. (Pendiente de publicación)
- (9) MJ. RUPÉREZ
Curso Superior en Prevención de Riesgos Laborales. V2.0. Unidad didáctica: Radiaciones ópticas
Ed. INSHT

Arco eléctrico: estimación de la energía calorífica incidente sobre un trabajador

*Arc flash: Estimation of thermal incident energy on worker
Arc électrique: Estimation de l'énergie calorifique incidente sur travailleur*

Redactor:

Marcos Pérez Formigó
Ingeniero de Telecomunicación
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS
DE PROTECCIÓN

Desde que en 1982, Ralph H. Lee⁽¹⁾, introdujese en el ámbito prevencionista las primeras ecuaciones para cuantificar los riesgos térmicos asociados al arco eléctrico, el conocimiento teórico y las medidas de protección frente a dichos riesgos, se han desarrollado enormemente. Esta nota técnica quiere recoger los principales métodos existentes, para la estimación de la energía calorífica asociada al arco eléctrico, principal elemento para evaluar el riesgo térmico en dichos fenómenos.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Complementada por la NTP 957.

1. CONCEPTO DE ARCO ELÉCTRICO Y SUS FENÓMENOS ASOCIADOS

Un arco eléctrico es una descarga disruptiva generada por la ionización de un medio gaseoso (por ejemplo, el aire) entre dos superficies o elementos a diferente potencial.

El arco es un fenómeno caótico (es decir, no lineal y fuertemente dependiente de las condiciones iniciales), complejo (depende de muchos factores como el medio físico donde se produce, la intensidad de corriente o la forma y materiales de la instalación eléctrica en tensión) y que puede originarse, tanto por un fallo técnico como por un error humano (caída de herramientas, maniobra inadecuada, etc.). Los estudios técnicos, recomendaciones y guías de seguridad eléctrica actuales, establecen la necesidad de evaluar el riesgo asociado al arco eléctrico, en trabajos en o próximos a instalaciones, donde existan tensiones superiores a 250 V (tanto en alterna como en continua), bajo ciertas circunstancias⁽²⁾.

Cuando tiene lugar un arco eléctrico, se produce un flujo de cargas eléctricas y una gran liberación de energía y sustancias peligrosas, entre las que cabe destacar:

- *Energía térmica*, produce gran aumento de temperatura en las inmediaciones del arco.
- *Onda de presión*, que produce destrucciones mecánicas sobre las instalaciones y daños físicos sobre los trabajadores.
- *Gases tóxicos y metralla*, debida a las altas temperaturas que se alcanzan durante el arco.
- *Radiaciones electromagnéticas*, principalmente ultravioleta (UV) e infrarroja (IR).

Las principales guías y recomendaciones de seguridad eléctrica, relacionan los parámetros eléctricos de una instalación, con los valores de energía calorífica incidente sobre los trabajadores, es decir, se centran en los riesgos térmicos asociados al arco. No obstante, cada vez existen más estudios^(3,4,5), que cuantifican el resto de riesgos asociados al fenómeno de arco, como son los riesgos oculares o auditivos.

2. PRINCIPALES CÓDIGOS Y NORMAS

En el ámbito europeo, no existe ninguna norma técnica que recoja métodos para estimar el riesgo térmico al que se expone un trabajador cuando se produce un arco eléctrico. Actualmente, se está trabajando en la inclusión de dichos aspectos en la norma europea EN 50110⁽⁶⁾, sobre explotación de instalaciones eléctricas.

Existen dos normas norteamericanas, que se pueden citar como las principales herramientas para analizar y evaluar los riesgos térmicos asociados al arco eléctrico:

NFPA 70E-2009 Norma sobre seguridad eléctrica en los lugares de trabajo (Standard for Electrical Safety in the Workplace)

La NFPA (National Fire Protection Association) es un organismo americano, que se creó en 1896, y que se encarga de elaborar normas y recomendaciones para la prevención y la protección de los lugares de trabajo. Entre las normas que elabora se encuentra la norma NFPA 70E. El arco eléctrico, fue incluido por primera vez, como un riesgo eléctrico más a evaluar, en la quinta edición (1995). En su versión actual (octava edición, 2009), la evaluación y análisis del arco eléctrico, se detallan en el apartado 130.3 y anexo D. Este anexo establece métodos para calcular la energía calorífica incidente sobre los trabajadores expuestos a este fenómeno y ofrece recomendaciones para la selección y uso de equipos de protección individual (EPI) que deben portarse dentro de la "Zona de peligro frente al arco", que queda delimitada a partir del "Límite de protección frente al arco" (Flash Protection Boundary (FPB), en su terminología anglosajona). Fig. 1.

Esta norma resalta, que si tras tomar todas las medidas preventivas y de protección, el riesgo térmico residual dentro de la zona de trabajo, presenta un valor energético igual o superior a 40 cal/cm², no se recomienda la realización de trabajos en tensión, en dicha zona.

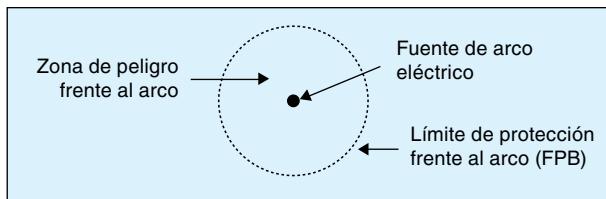


Figura 1.

IEEE 1584-2002 Guía para el cálculo de los riesgos derivados del arco eléctrico (Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations)

Esta norma elaborada por el IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) proporciona métodos muy potentes para el cálculo de la energía calorífica incidente sobre los trabajadores. Tal es la importancia de dichos métodos, que también están recogidos en la propia norma NFPA 70E-2009. El uso de las ecuaciones recogidas en esta norma está más extendido que las que recoge la norma NFPA 70E, ya que aunque son más complejas (utilizan más variables de la instalación en estudio), su ámbito de aplicación es más amplio y sus resultados más precisos.

3. ESTIMACIÓN DEL RIESGO TÉRMICO ASOCIADO AL ARCO ELÉCTRICO

El apartado 130.3 de la NFPA 70E-2009 recomienda el procedimiento de la figura 2, para la estimación del riesgo térmico asociado a un arco eléctrico, al que puede verse expuesto un trabajador, en o en la proximidad de una instalación eléctrica en tensión.

Cálculo de la energía calorífica incidente sobre un trabajador

La energía calorífica incidente durante un fenómeno de arco eléctrico, se puede calcular siguiendo las dos etapas que se presentan en la figura 2.

1^a Etapa: Seleccionar un método de cálculo

Una vez identificadas las características de la instalación y del trabajo a realizar, se selecciona el método NFPA 70E o IEEE 1584, en base a sus ámbitos de aplicación (ver tabla 1).

Si dicha instalación o condiciones de trabajo, no se ajustan a ninguno de los ámbitos de aplicación de dichos métodos, o no se puede recopilar toda la información necesaria para aplicar los mismos, se puede utilizar un método genérico, basado en el estudio de Ralph H. Lee⁽¹⁾, para trabajos en o en la proximidad de aparamenta eléctrica al aire libre.

2^a Etapa: Aplicar el método seleccionado

Seleccionado un método, en las tablas 2 a 4, se detallan las expresiones para el cálculo de la energía incidente, de cada uno de dichos métodos.

4. RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN FRENTE AL ARCO ELÉCTRICO

Cuando los niveles de energía calorífica incidente sobre el trabajador, se encuentren dentro del rango de 1,2 – 40 cal/cm², será necesario tomar medidas preventivas frente a los riesgos asociados al arco. Como se comentó anteriormente, para niveles de energía iguales o superiores a 40 cal/cm², no se recomienda realizar trabajos dentro de dicha zona y para niveles de energía inferiores a 1,2 cal/cm², no existe riesgo de quemaduras de segundo grado.

Considerando todos los parámetros que influyen en el cálculo de la energía calorífica incidente sobre un trabajador, se observa que se puede disminuir dicha energía actuando sobre alguno de los siguientes elementos:

- Disminuir la tensión de la instalación.
- Disminuir la corriente del arco eléctrico.
- Disminuir la duración del arco eléctrico.
- Aumentar la distancia al arco eléctrico.

Parámetros	NFPA 70E		IEEE 1584	MÉTODO GÉNÉRICO
Tipo de Instalación ^(a)	Aparamenta eléctrica al aire o en caja	Líneas y cables eléctricos	Aparamenta eléctrica al aire o en caja. Líneas y cables eléctricos	Aparamenta eléctrica al aire
Nivel de Tensión	208 – 600 V	1 – 800 kV	208 V – 15 kV	Cualquiera
Distancia de Trabajo	≥ 457 mm	Varios ^(c)	≥ 457 mm	Cualquiera
Rango de corrientes de cortocircuito ^(b)	16 – 50 kA	Cualquiera	0,7 – 106 kA	Cualquiera
Tiempo de exposición	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera

Nota:

- (a): Se considera aparamenta eléctrica, a los aparatos de maniobra, protección, regulación y control, incluidos los accesorios de las canalizaciones eléctricas utilizadas en instalaciones de baja y alta tensión.
- (b): Se utiliza como corriente de cortocircuito, la corriente de falla franca (bolted fault, en inglés), cortocircuito que presenta una impedancia despreciable en la localización de la falla.
- (c): Para analizar las distancias de trabajo y distancia entre conductores que entran dentro del ámbito de aplicación de este método, se deben seguir las notas de las tablas D.8 (1) y D.8 (2) del Anexo D de la norma NFPA 70E-2009.

Tabla 1. Ámbito de aplicación de diferentes métodos de cálculo de la energía calorífica asociada a un arco eléctrico

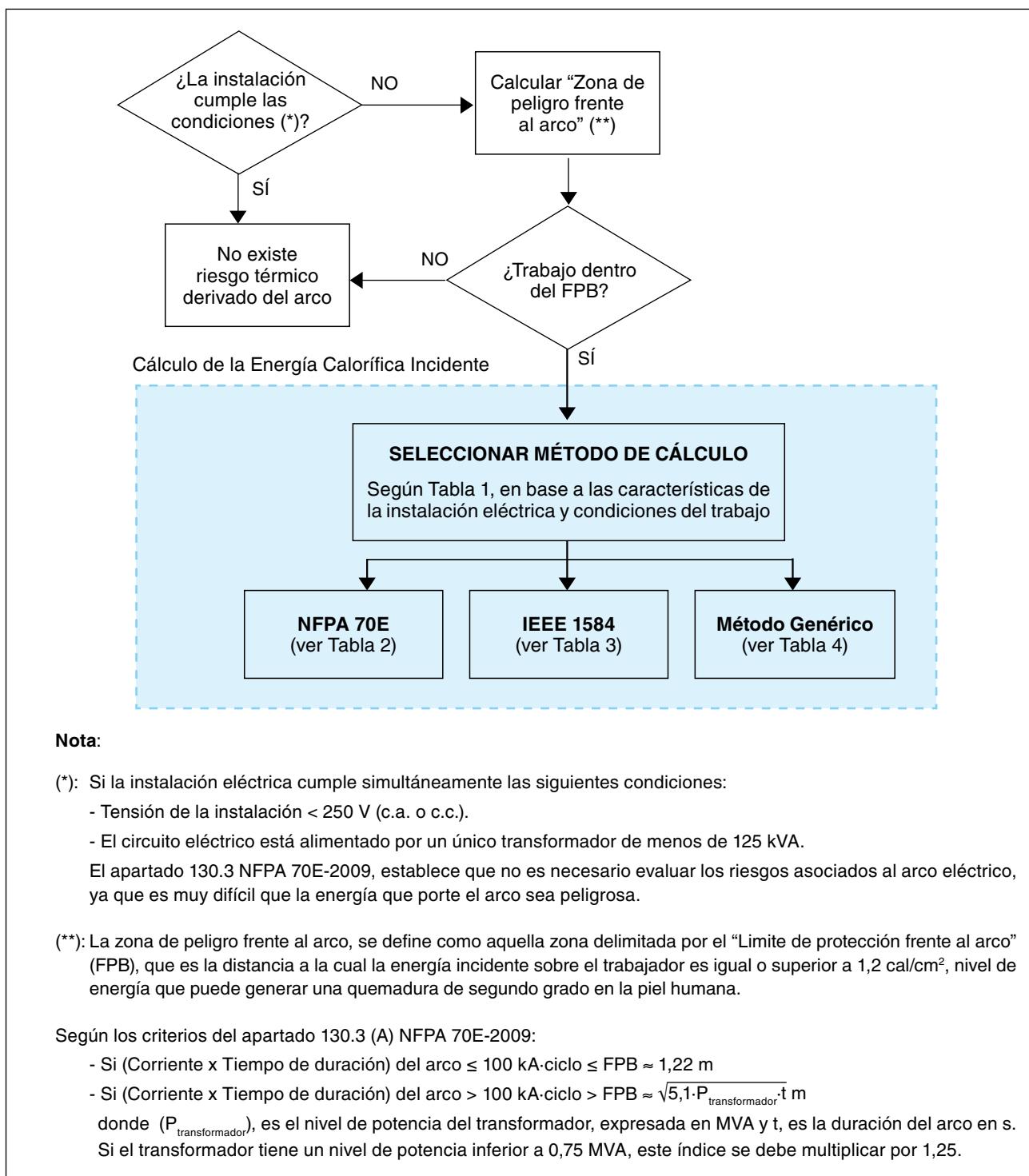


Figura 2. Procedimiento de estimación del riesgo térmico asociado al arco eléctrico

Excepto el primero de los parámetros (tensión de una instalación eléctrica), sobre el que es muy difícil actuar, existen dos categorías de medidas de prevención y de protección: las que intentan disminuir la energía del arco (actuando sobre la corriente o sobre la duración de éste) y las que intentan aumentar la distancia del trabajador a la fuente del arco.

Para la selección de dichas medidas frente a los riesgos asociados al arco eléctrico, se deben seguir los principios jerárquicos establecidos en el art. 15 de la LPRL⁽⁷⁾, debiendo primarse siempre las medidas en origen y de protección colectiva, frente a las individuales. En los fe-

nómenos de arco, es aún más importante seguir este proceso jerárquico, ya que existen muchos fenómenos asociados al arco, cuyo riesgo no se ha cuantificado, y sólo las medidas en origen, que eliminan la energía inicial del arco, pueden asegurar una adecuada protección de la salud y seguridad de los trabajadores expuestos a dichos fenómenos.

Medidas en origen y colectivas

Las medidas colectivas pueden estar orientadas a disminuir la energía del arco o a aumentar la distancia al mismo.

NFPA 70E	Arco libre	$E = 5271 \cdot D^{-1,9593} \cdot t \cdot [0,0016 \cdot I_{bf}^2 - 0,0076 \cdot I_{bf} + 0,8938]$
	Arco en Caja (Caja de 20'') ⁽¹⁾	$E = 1038,7 \cdot D^{-1,4738} \cdot t \cdot [0,0093 \cdot I_{bf}^2 - 0,3453 \cdot I_{bf} + 5,9675]$
	Línea o cables eléctricos (1 – 800 kV)	$E = \emptyset \cdot t$

E, energía calorífica incidente (cal/cm²)
D, distancia de trabajo (pulgadas)
I_{bf}, corriente de falla (kA)
t, tiempo de duración del arco (s). Para las líneas y cables eléctricos, este tiempo, se deriva del tiempo de corte de los dispositivos de protección de la línea.
Ø, flujo de calor radiado (cal/(cm²·s)). Este valor se obtiene a partir de las tablas D.8(1) y D.8(2), en base a la tensión de la línea, en kV y a la corriente de falla prevista, en kA.
⁽¹⁾, Cuando se tienen cuadros eléctricos y envolventes de tamaño superior a 20 pulgadas, su valor se situará entre el valor estimado a partir de un arco libre y del arco en caja.

Tabla 2. Método NFPA 70E

IEEE 1584	$E = C_f \cdot E_n \left(\frac{t}{0,2} \right) \left(\frac{610^x}{D^x} \right)$ $E_n = 10^{\log(E_n)}$ $\log(E_n) = K_1 + K_2 + 1,081 \cdot \log(I_a) + 0,0011 \cdot G$ $I_a = 10^{\log(I_a)}$	
	V < 1 kV	$\log(I_a) = K + 0,662 \cdot \log(I_{bf}) + 0,0966 \cdot V + 0,000526 \cdot G + 0,5588 \cdot V \cdot (\log(I_{bf})) - 0,00304 \cdot G \cdot \log(I_{bf})$
	1 kV < V < 15 kV	$\log(I_a) = 0,00402 + 0,983 \cdot \log(I_{bf})$

E, energía calorífica incidente (cal/cm²)
E_n, energía calorífica incidente normalizada (J/cm²)
G, distancia entre conductores (mm)
V, tensión nominal (kV)
I_{bf}, corriente de falla (kA)
D, distancia de trabajo (mm)
t, tiempo de duración del arco (s)
K, **K₁**, **K₂**, constantes dependientes de si es un sistema con tierra, sin tierra o con tierra de alta impedancia
 K: -0,153 (aire libre); -0,097 (en caja)
 K₁: -0,792 (aire libre); -0,555 (en caja)
 K₂: 0 (para sistemas sin tierra y con tierra de alta impedancia); -0,113 (para sistemas con tierra)
C_f, factor de cálculo
 1,0 para tensiones superiores a 1 kV
 1,5 para tensiones inferiores a 1 kV
x, factor de distancia

Tensión (kV)	Tipo de aparatura eléctrica	Distancia entre conductores (mm)	x, Factor de distancia
0,208 – 1	Aire libre	10 – 40	2,000
	Elementos de interrupción	32	1,473
	Cuadros generales y de control de motores (MCC)	25	1,641
	Cable	13	2,000
> 1 – 5	Aire libre	102	2,000
	Elementos de interrupción	13 – 102	0,973
	Cable	13	2,000
> 5 – 15	Aire libre	13 – 153	2,000
	Elementos de interrupción	153	0,973
	Cable	13	2,000

Tabla 3. Método IEEE 1584

Método genérico	$E = 5,12 \cdot 10^5 \cdot V \cdot I_{bf} \cdot \left(\frac{t}{D^2} \right)$
<p>E, energía calorífica incidente (cal/cm²) V, tensión nominal (kV) I_{bf}, corriente de falla (kA) D, distancia de trabajo (mm) t, tiempo de duración del arco (s)</p>	

Tabla 4. Método Genérico

Sistemas y medidas que disminuyen la energía del arco

- 1) Planificar la realización del trabajo sin tensión.
- 2) Ajustar las impedancias del sistema de tierra que afectará al trabajo.
- 3) Aumentar la impedancia del transformador de alimentación del circuito sobre el que se va a trabajar.
- 4) Ajustar la coordinación de los dispositivos de protección de la instalación sobre la que se va a trabajar.
- 5) Sustituir dispositivos de protección de alto rango por varios de inferior rango.

Sistemas y medidas que aumentan la distancia al arco

- 1) Realizar las maniobras de forma remota.
- 2) Situar los dispositivos de interrupción y control alejados de los elementos en tensión sobre los que actúan.

- 3) Utilizar aparamenta eléctrica que soporte los fenómenos y energías asociadas al arco.
- 4) Señalar adecuadamente los lugares de trabajo, para indicar la entrada dentro de los límites de la zona de seguridad frente al arco (FPB) y asimismo, señalizar y marcar la posible energía calorífica incidente en equipos sobre los que se suele realizar maniobras o realizar operaciones de mantenimiento en tensión.

Medidas de equipos de protección individual

Utilización de equipos de protección individual de protección térmica, que ofrezcan un nivel de protección adecuado a la energía calorífica incidente sobre el trabajador.

5. CONCLUSIONES

El arco eléctrico es uno de los principales riesgos a los que se ven expuestos los trabajadores de instalaciones eléctricas. Cuando se produce un arco, se desencadena una fuerte liberación de energía y se producen muchos fenómenos diferentes. Actualmente, el riesgo térmico asociado al arco, es el riesgo en el que más se ha avanzado y sobre el que se han planteado más medidas preventivas.

En la evaluación frente a los riesgos térmicos asociados al arco, es fundamental establecer dos elementos: la zona de peligro frente al arco, a través del "límite de seguridad frente al arco" (FPB) y una estimación de la energía calorífica incidente sobre los trabajadores dentro de dicha zona.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) R.H. LEE
The other electrical hazard: electric arc blast burns.
IEEE Transactions on Industry Applications. Vol. IA-18, No. 3, May/June 1982.
- (2) Apartado 130.3 de la norma NFPA 70E-2009 “Standard for Electrical Safety in the Workplace”.
- (3) T.M. CRNKO
Flash hazard and design considerations for its reduction.
Industry Applications Conference. Fourtieth IAS Annual Meeting. Vol. 3, October 2005.
- (4) MARY CAPELLI-SCHELLPFEFFER et al:
Correlation between electrical accident parameters and injury.
IEEE Industry Applications Magazine. March/April 1998.
- (5) T.E. NEAL Y R.F. PARRY:
Specialized ppe testing for electrical arc hazards beyond heat exposure.
Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference, pp. 50 - 54, May 2004.
- (6) EN 50110-1:2004,
Operation of electrical installation.
- (7) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPR).

Seguridad en trabajos con tuneladoras (I)

*Safety works in tunnel boring machines (tbm) (I)
Sécurité en travail avec tunnelier (I)*

Redactores:

José M^a Tamborero del Pino
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

David Quílez Puig
Geólogo

ACCIONA INGENIERÍA

Esta NTP es la primera de dos dedicadas a la seguridad en trabajos con tuneladoras. Trata de la maquinaria, el proceso constructivo de la excavación de un túnel y describe los riesgos y factores de riesgo asociados. Se complementa con un glosario de términos utilizados.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La excavación de túneles para la construcción de vías de comunicación y suministro de servicios es una solución cada vez más empleada por su escaso impacto paisajístico, aprovechamiento del espacio en núcleos urbanos y acortamiento de los trazados. Además, y teniendo en cuenta la complejidad técnica de la ejecución de túneles y su longitud y profundidad, el uso de tuneladoras permite mejorar los rendimientos técnicos y la seguridad de los trabajadores que participan en la obra.

Bajo la denominación de tuneladora se agrupan distintos modelos de maquinaria que dan respuesta al gran abanico de situaciones o escenarios posibles, derivados de la variabilidad geológica del subsuelo. El estudio detallado de este subsuelo antes de iniciar la perforación es de vital importancia para la elección del tipo de tuneladora y de los métodos auxiliares a aplicar.

En esta NTP se indican de forma general la tecnología que incorpora estas máquinas así como los procedimientos a emplear para controlar la exposición a los riesgos laborales que supone la excavación de un túnel.

2. MAQUINARIA Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA EXCAVACIÓN DE UN TÚNEL

La ejecución de un túnel reviste gran complejidad técnica por el tipo de maquinaria utilizada y por el medio en que se realiza, a menudo con importantes incertidumbres geológicas, y con riesgo de dañar estructuras y servicios que se hallan en superficie. Aunque no siempre es posible utilizar tuneladoras, por el tipo de materiales a excavar, longitud del túnel o disponibilidad y coste de la maquinaria, en términos generales suponen una mejora de la seguridad frente a los sistemas convencionales de excavación de túneles.

La tuneladora consiste básicamente en un gran disco

frontal de perforación de sección igual a la de la excavación, sobre el que se montan los útiles de corte y excavación del terreno (discos, picas, cuchillas u otros). En el espacio entre estos se dejan unos huecos para que, al mismo tiempo que se hace girar el disco frontal sobre su eje a la vez que se le empuja contra el terreno, penetre hacia el interior de la tuneladora el suelo excavado en el frente.

El avance de la tuneladora se logra gracias al empuje que ejercen una serie de potentes cilindros hidráulicos contra la cabeza de la tuneladora que a su vez reaccionan contra los hastiales del túnel, mediante unas zapatas apoyadas.

El conjunto finaliza con el tren de apoyo, que está constituido por una serie de plataformas que se mueven arrastradas por la máquina simultáneamente a su avance. Aquí se incorporan los transformadores, cables, ventiladores, bombas de inyección de mortero, el sistema de evacuación de escombro, y el resto de instalaciones auxiliares para el funcionamiento de la máquina, así como los servicios y medios de protección de los trabajadores. El tren de apoyo puede alcanzar varios centenares de metros.

En la figura 1 se ilustra una tuneladora en fase de excavación

Las tuneladoras se clasifican en tres tipos básicos:

- Tuneladoras para excavar roca.
- Tuneladoras para excavar suelos.
- Tuneladoras mixtas (roca y suelos).

En el primer grupo se pueden encontrar las de topo abierto, las de simple escudo y las de doble escudo. En el segundo grupo se encuentran los hidroescudos y los escudos de presión de tierras (designados habitualmente, estos últimos, por las siglas de su nombre en inglés: EPB *Earth Pressure Balance*).

Las tuneladoras mixtas participan de las características de los dos primeros tipos y resultan máquinas más versátiles pero de mayor coste económico.

Las tuneladoras abiertas (topo), sin escudos, presentan la misma problemática que los métodos por voladu-

ras o excavación con maquinaria convencional, es decir, la colocación del sostenimiento una vez se ha retirado el escombro, dejando esta parte del túnel desprotegida. Son utilizadas para terrenos rocosos de frente estable. En la figura 2 se muestra el esquema de una máquina de este tipo.

La ventaja de usar máquinas de escudo (simple o doble) es que ejecutan el sostenimiento del túnel con la colocación de las dovelas, quedando protegida la zona de la cabeza de la tuneladora con el escudo. En la figura 3 se puede ver un esquema de funcionamiento de la cabeza de una tuneladora de escudo con presión de tierras.

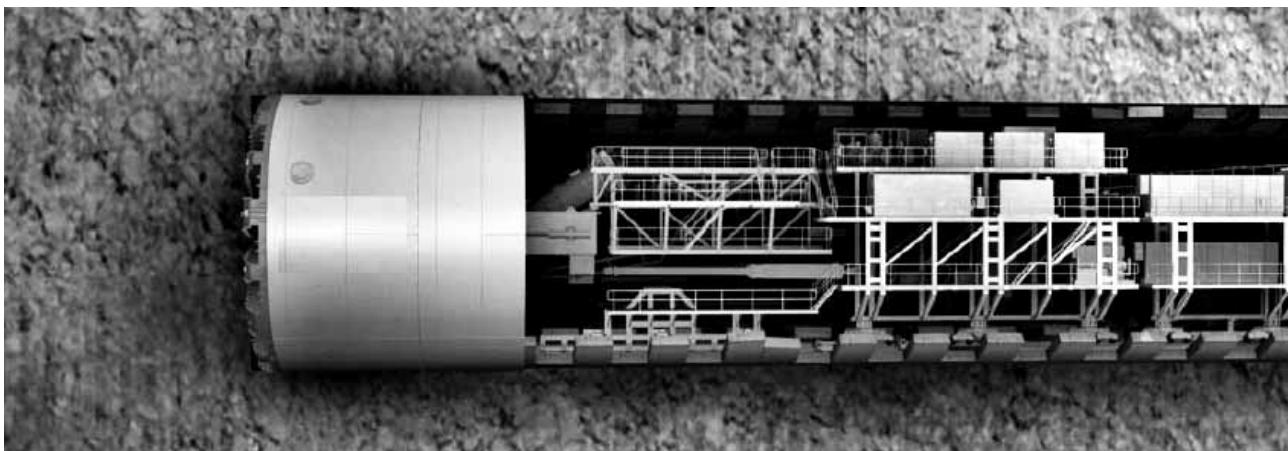
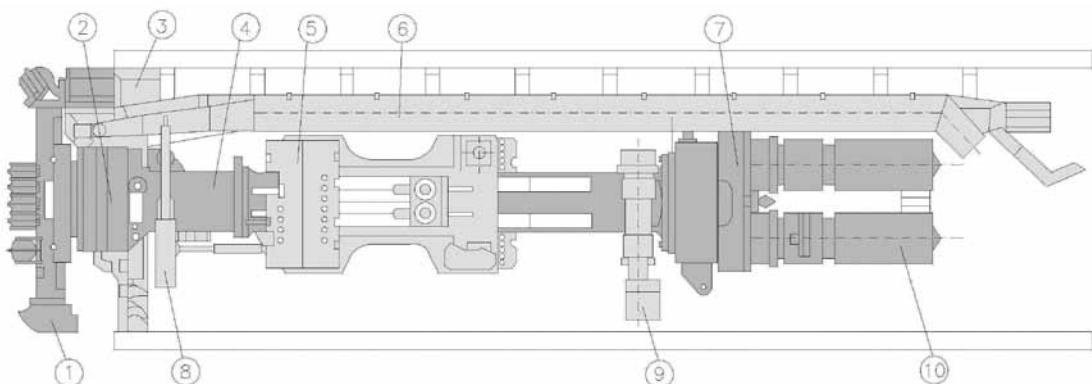
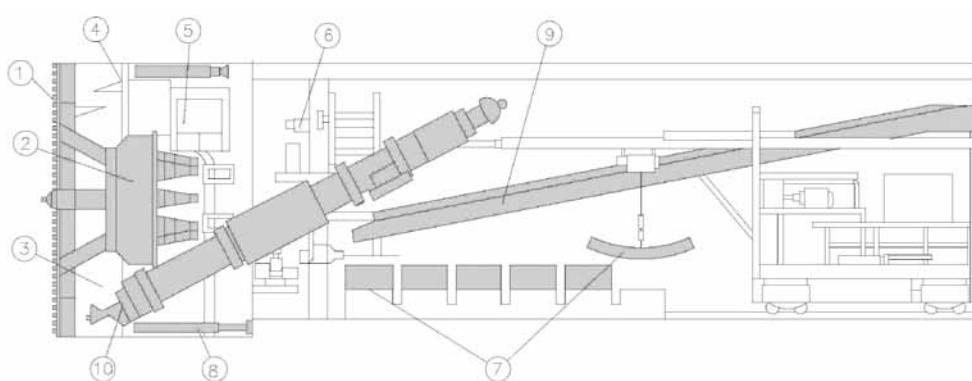


Figura 1. Sección de terreno donde se observa una tuneladora excavando. Se puede ver el disco de corte y la cabeza con el escudo que impide que el terreno ceda antes de colocar el sostenimiento. A continuación se observa el tren de apoyo que es arrastrado por la cabeza durante el avance, protegido, éste, por el sostenimiento del túnel en caso necesario.



(1) Rueda de corte para roca; (2) Rodamiento principal; (3) Escudo para la rueda de corte; (4) Mecanismo de empuje interior; (5) Mecanismo de empuje exterior; (6) Cinta transportadora; (7) Accionamiento rueda de corte; (8) Soporte delantero; (9) Soporte trasero; (10) Motor eléctrico

Figura 2. Esquema de una tuneladora abierta (topo)



(1) Rueda de corte; (2) Accionamiento; (3) Cámara de excavación; (4) Sensor de presión; (5) Esclusa de aire comprimido; (6) Erector de dovelas; (7) dovelas; (8) Cilindros de propulsión; (9) Cinta transportadora; (10) Sinfín de extracción de tierras

Figura 3. Esquema de la cabeza de la tuneladora de escudo con presión de tierras con el sistema de evacuación de tierras

Cada una de las diferentes tuneladoras tiene sus ventajas e inconvenientes, y sólo una buena caracterización geológica, geotécnica e hidrogeológica de los terrenos a excavar teniendo presente los servicios y edificios existentes en superficie, servirá para decidir el tipo de tuneladora a usar y las medidas correctoras del terreno a implementar, para el buen funcionamiento de la máquina escogida.

Además de la tuneladora, la maquinaria necesaria para la ejecución, sostenimiento y acabado del túnel, es, básicamente:

- Jumbo/bulonadora: usada para perforar taladros y colocar bulones de sostenimiento.
- Gunitadora y robot de gunitado: usada para proyectar hormigón.
- Camiones: para el transporte de materiales y extracción del material excavado.
- Locomotoras, vagones e instalaciones ferroviarias: usadas para el transporte de personal, suministro de materiales pesados y evacuación de material excavado.
- Cintas transportadoras de material excavado.
- Grúas de gran tonelaje para el montaje de las tuneladoras.
- Maquinaria común a cualquier otro tipo de obra de construcción.

Proceso constructivo

Como se puede comprender, la ejecución de un túnel, por la cantidad y variedad de equipos de trabajo y personal especializado que interviene, requiere un gran conocimiento del medio donde se trabaja y una gran organización durante su ejecución. El proceso constructivo en la ejecución de un túnel, en términos generales, consta de las siguientes fases:

- 1) Ejecución del emboquille.
- 2) Inicio del túnel.
- 3) Excavación del frente, en el caso de tuneladoras, a sección completa.
- 4) Retirada del escombro (camión, vagones o cintas transportadoras).
- 5) Colocación del sostenimiento (dovelas, cerchas, gunita, etc.).
- 6) Relleno de la sobreexcavación.
- 7) Colocación del revestimiento (que en algún caso puede no existir y en el caso del sostenimiento con dovelas ya constituye el revestimiento).

Dejar el túnel desprovisto de sostenimiento más tiempo de lo debido expone a riesgos de sepultamiento por derrumbes y caídas de bloques, además de poner en peligro la estabilidad de las edificaciones e infraestructuras superficiales.

3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO EN LA EJECUCIÓN DE TÚNELES CON TUNELADORA

En general, la ejecución de túneles presenta una serie de riesgos que se deben a diversos factores, entre los cuales destaca la naturaleza del subsuelo. Es de vital importancia conocer muy bien las propiedades geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas del terreno, para poder diseñar el método de excavación y el de sostenimiento más adecuado.

Ya se ha dicho que las tuneladoras frente a otras técnicas de excavación ofrecen mayores cotas de seguridad,

no obstante no eliminan todos los riesgos. A continuación se muestra un listado, no exhaustivo, de los riesgos más significativos que se pueden dar en la ejecución de un túnel con tuneladora.

Riesgos en la ejecución del emboquille y pozo de ataque

La zona de emboquille por tener, en general, menor recubrimiento de terreno y por lo tanto estar expuesta a mayor meteorización y alteración, la hace especialmente vulnerable y sensible a los desprendimientos y colapsos. Así pues los riesgos que se pueden dar en esta fase de la obra son:

- Sepultamiento por desprendimientos del frente y deslizamiento de laderas.
- Golpes por caída de bloques de rocas.
- Vuelco de maquinaria por circular por terreno irregular.
- Proyecciones en la perforación y excavación de macizos rocosos.
- Caídas a distinto nivel en el frente del talud de emboquille o en el pozo de ataque.

La ejecución de esta parte de la obra es idéntica para cualquier otro tipo de túnel, ya que en esta fase la tuneladora no interviene, debiéndose excavar con métodos convencionales: excavadoras, rozadoras o explosivos,

Riesgos en el montaje y desmontaje de la tuneladora

Los riesgos durante el montaje de la tuneladora, tal como se muestra en la figura 4, son los asociados al manejo de grandes cargas lo que puede provocar hundimientos o vuelcos de la maquinaria de elevación de carga debido a fallos en el terreno de apoyo, cimentaciones inadecuadas en las grúas torre o puentes grúa, elevación de cargas que superen la capacidad de la máquina, planificación errónea de la distribución de cargas y de las maniobras a realizar, mala elección de eslingas, cuerdas guía, etc., o falta de comprobación de sistemas y medios auxiliares a emplear. Finalmente, el ensamblado y montaje de las piezas que se realiza básicamente por soldadura y atornillado o bulonado de las diferentes piezas puede comportar los riesgos asociados a esta actividad. Así se pueden dar:

- Caídas a distinto nivel en el acceso al pozo de ataque y desde la maquinaria.
- Vuelco de maquinaria pesada (grúas de gran tonelaje, puente grúa, etc.).



Figura 4. Montaje de una tuneladora

- Desprendimiento de cargas por mal estrobado.
- Golpes y atrapamientos por mal guiado de la carga suspendida.
- Radiaciones y quemaduras por soldadura.

Riesgos en la excavación del túnel

La excavación del túnel constituye la actividad principal y de más larga duración. En esta actividad diferenciamos los riesgos debidos a la propia geología del terreno, y que por desconocimiento de su naturaleza pueden ocasionar accidentes de consecuencias muy graves, los riesgos debidos a la maquinaria e instalaciones de la obra en el túnel, y finalmente los riesgos provocados por las peculiares condiciones del ambiente de trabajo. Se debe tener especial cuidado en los primeros metros de excavación del túnel, ya que la tuneladora necesita contar con un apoyo suficiente para poder ejercer presión contra el frente, pudiendo haber apoyo deficiente de las zapatas por fallo del terreno, lo que puede provocar su hundimiento. También el menor recubrimiento, puede dar lugar a colapsos y desprendimientos.

Así pues, los riesgos que se pueden dar en esta fase, debidos a la geología del terreno, son:

- Ahogamientos por avenidas súbitas de agua (taponazos). El agua embalsada en los acuíferos cársticos, cuarcitas fracturadas o fallas arenizadas, puede irrumpir bruscamente en la excavación, provocando lo que se denomina taponazo y la inundación del túnel. Por otro lado el agua genera una mayor inestabilidad geotécnica en el terreno de manera que la probabilidad de fallo en el sostenimiento es superior que en los terrenos secos.
- Sepultamiento por desprendimientos y desmoronamientos del frente, la clave y hastiales del túnel por falta o débil sostenimiento, debido a empeoramiento o falta de estudio de la calidad del terreno o del macizo rocoso.
- Golpes por proyecciones y caída de bloques rocosos desde la clave del túnel.
- Asfixia por falta de oxígeno.
- Explosiones e incendios por presencia de metano.
- Carcinomas por inhalación de radón por exposición prolongada durante la vida laboral en túneles excavados en terrenos graníticos.

Los riesgos que pueden ocurrir por trabajos con maquinaria y en las instalaciones del túnel en esta fase son:

- Caídas a distinto nivel desde máquinas e instalaciones, en su acceso y permanencia.
- Desplome de materiales suspendidos.
- Lesiones musculoesqueléticas por posturas forzadas y manipulación de cargas (sobreesfuerzos).
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria.
- Atrapamiento por partes móviles de la maquinaria, en especial cintas de transporte.
- Riesgo eléctrico por deficiente estado y protección de la instalación eléctrica.
- Incendios por sobrecaleamiento de los motores de la maquinaria (locomotoras, camiones, etc.), por presencia de gases inflamables naturales, por operaciones de soldadura, y por una instalación eléctrica deficiente.
- Explosiones e incendios de motores y botellas de gases de soldadura.
- Exposición a vibraciones.
- Exposición a gases de combustión: Intoxicación aguda por monóxido de carbono.
- Atropellos por el desplazamiento de trenes, maquinaria y vehículos en general.

Finalmente, se pueden dar los siguientes riesgos relacionados con el ambiente de trabajo en el interior del túnel durante su ejecución:

- Caídas al mismo nivel por tropiezo con las instalaciones ferroviarias, cables, mangueras tendidas en el suelo.
- Caídas al mismo nivel por resbalar sobre suelo mojado o embarrado debido a la filtración de agua del subsuelo.
- Choques con objetos inmóviles por iluminación deficiente.
- Afecciones pulmonares por ambiente polvoriento (humos de motores, polvo de cemento, repicado de roca, corte de piezas de hormigón, etc.).
- Hipoacusia por ambiente muy ruidoso.
- Accidentes disbáricos y enfermedades decompresivas durante el cambio de las herramientas de corte y reparaciones de las tuneladoras que sostienen el frente de excavación con presión (túneles en suelos): Ambiente hiperbárico.

Riesgos en el sostenimiento y revestimiento del túnel

Para mantener estable la sección del túnel, este se debe sostener para impedir desprendimientos y colapsos. Si se excava el túnel en macizos de muy buena calidad puede que el sostenimiento no sea necesario, aunque son pocos estos casos. El sostenimiento puede ser ligero para macizos de buena calidad, a base de bulones, mallas de acero y gunitado, o bien más pesados, complementando lo anterior con perfiles metálicos que se ajustan a la sección del túnel y lo sostienen (cerchas). Gracias al empleo de las tuneladoras, el sostenimiento se puede realizar mediante piezas de hormigón armado, que se encajan entre sí formando un anillo continuo. Estas piezas se van colocando durante el avance de la tuneladora mediante los erectores de dovelas, haciendo aumentar mucho el nivel de seguridad. Si el túnel se sostiene con dovelas no hará falta un revestimiento o acabado posterior, para el resto de casos, y dependiendo del uso que vaya a tener el túnel, hará falta que se revista antes de que el túnel pueda entrar en servicio.

Durante las operaciones de sostenimiento con dovelas pueden existir los siguientes riesgos:

- Atrapamiento entre las dovelas y los erectores (en la figura 5 se observa un erector de dovelas sin la pieza).
- Desprendimiento de cargas transportadas por ser piezas pesadas y voluminosas.



Figura 5. Erector de dovelas de una tuneladora de presión de tierras

Para sostenimiento a base de bulones, mallas, cerchas y gunitado, así como para la fase de revestimiento, se pueden dar los riesgos siguientes:

- Sepultamiento por desprendimientos y colapsos de la bóveda o hastiales.
- Golpes por caída de bloques de rocas.
- Proyecciones en la perforación y el gunitado.
- Caídas a distinto nivel desde máquinas e instalaciones, en su acceso y permanencia.
- Desplome de materiales suspendidos.
- Lesiones musculoesqueléticas por posturas forzadas y manipulación de cargas (sobreesfuerzos).

- Atrapamiento por vuelco de maquinaria.
- Riesgo eléctrico por deficiencias en la instalación eléctrica.
- Explosiones e incendios de motores y botellas de gases de soldadura.
- Exposición a vibraciones.
- Asfixia y enfermedades por inhalación de gases de combustión.
- Atropellos por el desplazamiento de trenes, maquinaria y vehículos en general.

GLOSARIO

Accidente disbárico: Lesión originada por la actividad humana en medios ambientales líquidos o gaseosos sometidos a presión ambiental diferente a la atmosférica. Riesgo profesional u ocupacional del buceo o la aviación.

Alteración: Cualquier cambio en la composición mineralógica de una roca debido a procesos físicos o químicos.

Ambiente hiperbárico: Medio con una alta presión atmosférica, como la que hay bajo el agua.

Auscultación: Término utilizado para designar las técnicas empleadas en ingeniería y geotecnia para medir los movimientos en las estructuras enterradas debidos a cambios de las condiciones del terreno.

Berma: Rellano en un talud o muro para interrumpir su continuidad y aumentar su seguridad contra deslizamientos o desprendimientos, pueden tener una cuneta para canalizar las aguas de escorrentía y evitar la erosión o degradación del talud inferior.

Bóveda: Zona superior del interior del túnel. Obra de fábrica curvada, que sirve para cubrir el espacio comprendido entre dos muros.

Bulón: Elemento de sostenimiento consistente en una barra metálica que se instala, anclada, en taladros en las paredes de una excavación.

Carstificación: Alteración de las rocas carbonatadas debido a la disolución por las aguas meteóricas cargadas de gas carbónico, formando cuevas y simas.

Cercha: Armazón que sostiene un arco.

Clave: Dovelha central de un arco, o una bóveda. Suele ser de mayores dimensiones que las demás dovelas. La clave, al igual que las dovelas, se sustenta debido a la forma de éstas piezas, pues sus caras laterales, cortadas en ángulo, transmiten lateralmente parte de las tensiones, equilibrándolo, y evitando que se desplomen bajo una carga vertical. La tensión horizontal de la dovela inferior se transmite al muro o a otro arco, y la vertical se transmite al muro. La última pieza que se coloca en la construcción de un arco es la clave.

Cobertera: Espesor de terreno que queda entre la parte superior del túnel y la superficie.

Colapso: Caída instantánea de una estructura o parte de un macizo por fallo en el terreno de sustentación.

Coluvial: Acumulaciones laterales de sedimentos en un valle cuyo recorrido y transporte es reducido.

Derrumbe: Caída súbita de bloques rocosos.

Deslizamiento: Tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor.

Dovelha: Cada una de las piezas que conforman un anillo de sostenimiento de la sección de un túnel construidas con hormigón armado o pretensado. La tensión horizontal de la dovela inferior se transmite al muro o a otro arco, y la vertical se transmite al muro. La última pieza que se coloca en la construcción de un arco es la clave.

Estallido de roca: Fenómeno que se da cuando un macizo rocoso con características rígidas (duro y compacto) es sometido a altas presiones, que al no poder deformarse lo suficiente, comienza paulatinamente a almacenar energía de deformación. Este continuo almacenamiento de energía llega a un punto crítico donde se produce una liberación violenta de energía, originando el estallido de rocas.

Emboquilla: Boca o entrada del túnel. Intersección entre talud y túnel.

Falla: Superficie o superficies con espaciado apretado de una fractura en una roca, a lo largo de la cual ha habido desplazamiento, que puede variar desde unos pocos milímetros a muchos kilómetros. Un plano de falla es una superficie de falla que normalmente es más o menos plana.

Fluencia: Deformación lenta experimentada por un cuerpo sometido a una carga durante un cierto tiempo. A profundidades importantes, cuando se perfora un túnel, rocas con importante contenido en arcillas (pizarras, arcillitas...) o materia orgánica (grafito, carbón) pueden llegar a fluir cerrando la sección de la excavación.

Fracturación: Conjunto de roturas de un macizo rocoso formando planos con o sin desplazamiento entre sí.

Freático/a: Se dice de la parte del subsuelo saturada de agua, y de esta misma agua.

Gripper: Término inglés usado para denominar la zapata de apoyo.

Gunita: Hormigón proyectado a chorro sobre una superficie con una manga que transporta el material y lo empuja mediante una bomba de aire comprimido.

Hastial: Cara lateral de una excavación.

Inyección: Aplicación de mortero, lechada de cemento, bentonita u otro fluido viscoso para sellar juntas, huecos, grietas y conseguir su inmovilización en la excavación del túnel.

Meteorización: Término que agrupa todos los procesos por los que la roca y el suelo se alteran bajo la influencia directa de la hidrosfera y de la atmósfera.

Pase: Longitud de túnel sin sostenimiento entre dos avances de la máquina tuneladora.

Revestimiento: Cubierta de la superficie interior de la sección de un túnel para el acabado final sin función estructural.

Sepultamiento: Enterramiento por caída súbita de parte del terreno de una excavación o desprendimiento de bloques rocosos.

Sobreexcavación: Vacío dejado entre el escudo de la máquina tuneladora o entre las dovelas de sostenimiento y el terreno, debido al sobre ancho que genera la excavación de la sección del túnel con el disco de la tuneladora.

Sostenimiento: Refuerzo que se práctica contra el terreno de la superficie del túnel para evitar su colapso o desmoronamiento.

Subsidiencia: Hundimiento progresivo, durante un periodo bastante largo, de la superficie de un terreno siendo la componente vertical del desplazamiento claramente predominante sobre la horizontal.

Zapata de apoyo: Pieza colocada en las zonas laterales de la máquina tuneladora para soportar contra de la pared del túnel el empuje del disco de excavación frontal y ejercer la fuerza de reacción.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ORTUÑO, L Y URIEL, P (1998)
Emboquille de túneles.
Ingeotúneles, libro 1, capítulo 4. U.D. Proyectos, ETSI Minas- UPM- Madrid.
- (2) PELÁEZ, M (2005)
Seguridad en túneles.
Ingeotúneles, libro 10 capítulo 13. U.D. Proyectos, ETSI Minas- UPM- Madrid.
- (3) MENDAÑA, F (2006)
Riesgos con tuneladoras. Seminario sobre análisis de Riesgos en Túneles. STMR.
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
- (4) ITIG (2006)
A code of practice for risk management of tunnel works.
International Tunnelling Insurance Group.
- (5) JUSTA, R. (2009)
Curso de ejecución de túneles.
Acciona. Madrid.
- (6) MÁRMOL, L., GALLEGOS, R., DELGADO, J. (2008)
Curs de formació en prevenció de riscos en treballs hiperbàrics en les obres de túnels mitjançant tuneladores.
Edita Fundació Laboral de la Construcció de Catalunya en colaboración con la Generalitat de Catalunya.
- (7) **Formació per a la seguretat en cintes transportadores en explotacions mineres a Catalunya.**
Generalitat de Catalunya.
- (8) **La Arquitectura en la Ampliación de la Red del Metro de Madrid 2003-2007. Análisis preventivo de las principales unidades de obra.**
Comunidad de Madrid-Mintra.
- (9) ESCOBAR, E (2006)
La seguridad en tuneladoras.
Revista Trébol, número 41. MAPFRE.
- (10) SENER (2009)
Control de excavación de túneles con tuneladoras de presión de frente. Experiencias de SENER en el Metro de Lisboa, Oporto y Madrid.
Revista Obras Urbanas.

Fotografías: David Calvet Ruiz

Dibujos: Gemma Balaguer Viladrich

Empresa colaboradora: Acciona Ingeniería – Delegación de Barcelona.

Agradecimientos: ADIF: Dirección de Obra del túnel del tren de alta velocidad en Girona.

UTE IBERINSA-AEPO: Asistencia técnica a la Dirección de Obra del túnel del tren de alta velocidad en Girona.

Seguridad en trabajos con tuneladoras (II)

*Safety works in tunnel boring machines (tbm) (II)
Sécurité en travail avec tunnelier (II)*

Redactores:

José M^a Tamborero del Pino
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

David Quílez Puig
Geólogo

ACCIONA INGENIERÍA

Esta NTP complementa la NTP 905 y describe las medidas de prevención y protección referidas a la seguridad en trabajos con tuneladoras.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas preventivas y de protección a aplicar durante la ejecución del túnel deben idearse durante la fase de proyecto. La mejor medida preventiva es la que no necesita adoptar elementos de protección más allá de los que se derivan del propio método constructivo y necesarios para la ejecución de la obra. No obstante, y debido al dinamismo de la obra, pueden aparecer riesgos o situaciones de riesgo no previstas, que exijan la adopción de medidas preventivas complementarias.

Como ya se ha indicado, en la descripción básica de la tuneladora, ésta es una instalación industrial móvil que debe incorporar todos los elementos de seguridad como los necesarios para cualquier otro lugar o equipo de trabajo. Así, todas las plataformas de trabajo y zonas de paso deberán estar protegidas con barandillas, las escaleras de acceso deberán ser preferentemente con peldaños, evitando las escalas y escaleras de gato, tal como se muestra en la figura 1, las partes móviles de la máquina deberán estar protegidas o condensadas mediante barreras o cadenas, para evitar que los trabajadores entren en contacto durante su funcionamiento, como en el caso del erector de dovelas, cintas, motores, etc. Se puede ver un ejemplo de las protecciones de las cintas transportadoras en la figura 2. Los huecos al mismo nivel deberán ser eliminados, y se señalizarán los riesgos y los elementos de protección que obligatoriamente deben usar los trabajadores en cada zona de la tuneladora. Todos estos elementos deben estar contemplados en el diseño de la máquina y se debe controlar su incorporación durante el montaje de la tuneladora y su mantenimiento durante la ejecución de la obra.

A continuación se desarrollan las medidas preventivas y de protección describiendo las medidas preventivas de carácter general, las instalaciones de seguridad que debe incorporar el túnel durante su ejecución y la auscultación y prospección a la que se deberá someter el trazado del túnel y sus proximidades para prever riesgos de posible colapso o subsidencia del terreno.

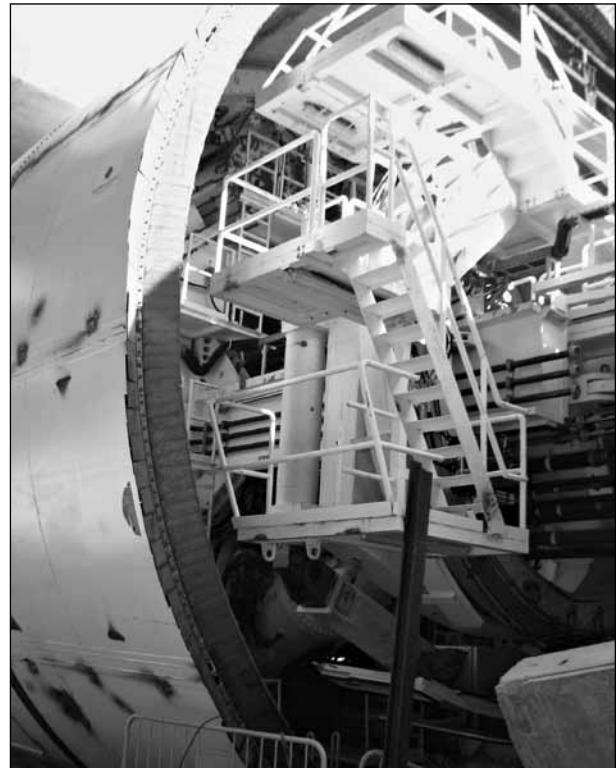


Figura 1. Imagen de las instalaciones del interior de la tuneladora de la parte trasera de la cabeza e inicio del tren de apoyo.

Al final de este apartado, y a modo de resumen, se adjuntan las tablas 1, 2 y 3, en las que se relacionan los riesgos y las medidas preventivas o constructivas a adoptar en la excavación de un túnel con tuneladora, asociando cada riesgo a la fase de obra y al agente causante. En la primera tabla se relacionarán los riesgos y medidas preventivas debidos a la geología del terreno, en la segunda, los debidos a la maquinaria e instalaciones de obra y, en la tercera, los debidos al ambiente de trabajo.



Figura 2. Cintas transportadoras de material excavado

Medidas preventivas de carácter general

Como ya se ha dicho al introducir este capítulo, las medidas preventivas deben ir ligadas a un adecuado proyecto constructivo en el que queden recogidos todos los aspectos que puedan comprometer la ejecución del túnel, además se debe incorporar una serie de medidas preventivas para aquellos riesgos que no quedan controlados por el sistema constructivo. A continuación se destacan las siguientes:

- Reconocimiento geológico, geotécnico e hidrogeológico exhaustivo en fase de proyecto para definir el método constructivo y el tipo de tuneladora más adecuado, la longitud de pase (longitud máxima de túnel sin sostenimiento), y elegir el punto de emboque del túnel en una zona suficientemente estable.
- Definición en fase de proyecto del sostenimiento que incluya, además, medidas para evitar pequeños desprendimientos o fallos del terreno que aunque no comprometan la estabilidad del túnel puedan afectar a los equipos de trabajo y trabajadores. Entre estas medidas pueden considerarse la colocación sistemática de malla de acero anclada con bulones simultáneamente a la excavación del túnel, sistemas de sostenimiento y protección de laderas inestables en la zona del emboque, viseras en el emboque para evitar caída de bloques en la boca del túnel o refuerzo del sostenimiento del emboque e incluso iniciar la excavación en falso túnel.
- Realización de las operaciones de mantenimiento de la tuneladora y cambio de útiles de corte antes de entrar en zonas con incertidumbres geotécnicas para ejecutar estas operaciones en zonas de frente estable.
- Estudio de las características tensionales de las rocas para evitar episodios de estallido de rocas o fluencia.
- Protección mediante apantallamiento de las partes móviles de la maquinaria como engranajes y rodamientos, para evitar el riesgo de atrapamiento. Además las máquinas se dotarán de freno de emergencia. Previamente a la realización de operaciones de mantenimiento se procederá a consignar las máquinas para evitar su accionamiento inesperado. Si la consignación no fuera posible, se tomarán las medidas alternativas pertinentes a fin de garantizar la seguridad de los operarios implicados.
- Establecimiento de perímetros de protección apartillados para evitar los riesgos de proyección de fragmentos de roca u otros materiales y radiaciones en operaciones de soldadura.
- Estudio y realización de proyecto de instalación de grúas, con un cálculo preciso de la cimentación en

función de su estructura y cargas a elevar para evitar los riesgos de vuelco de aparatos de elevación.

- Revisión del buen estado de las eslingas, cadenas y cables de guiado en las operaciones de izado y transporte de cargas suspendidas para evitar la caída de objetos. Además se señalizará un perímetro de seguridad para evitar el desplazamiento de cargas sobre los trabajadores de la obra.
- Colocación de durmientes adecuadas en las zapatillas de apoyo del sistema de empuje de la tuneladora contra los hastiales del túnel para evitar vuelcos de la máquina tuneladora por hundimiento del hastial.
- Revisión diaria y sistemática de los raíles de las vagonetas para evitar descarrilamientos. Como se puede observar en la figura 3, el sistema ferroviario de un túnel en construcción puede llegar a ser muy complejo.



Figura 3. Sistema ferroviario de un túnel para transporte de personal y material al frente de excavación

- Colocación de barandillas en todas aquellos lugares que puedan exponer al trabajador a riesgo de caída en altura.
- Uso de los equipos de protección individual necesarios en cada caso y zona de trabajo. Los EPI de uso general, y siempre bajo un estudio y planificación minuciosos de cada situación concreta, comprenderían calzado de protección, casco y protectores auditivos, complementándose con ropa de trabajo reflectante de alta visibilidad, mascarillas con filtro de partículas y gases dependiendo del ambiente de trabajo y guantes para manipulación de cargas y objetos.
- Finalmente, evitar cualquier comportamiento inseguro durante los trabajos, que pasa por una adecuada formación e información de los trabajadores y la vigilancia del cumplimiento de todas las instrucciones de trabajo.

Instalaciones de seguridad

Un túnel debe tener durante su ejecución una serie de instalaciones que garanticen la seguridad de los trabajadores:

- Instalaciones contra incendios
- Instalaciones para detección de gases
- Instalaciones de drenaje
- Instalaciones de ventilación
- Instalaciones eléctricas y de iluminación.
- Cámaras hiperbáricas, si se trabaja con escudos de presión de tierras
- Instalaciones de comunicación

Las características de cada una de estas instalaciones se detallan a continuación.

Instalaciones contra incendios

Para controlar el riesgo de incendio se deben usar preferentemente materiales ignífugos de revestimiento de cables y conducciones. Es preferente el uso de cinta transportadora para el transporte del escombro en lugar de trenes de vagones para evitar la presencia de motores de explosión, ya que la propagación de un incendio puede ser muy rápida a través de los materiales de revestimientos de cables, tuberías de ventilación, cintas transportadoras o maderas de encofrados. Las revisiones y el mantenimiento preventivo de motores de explosión y de la instalación eléctrica se deben hacer con frecuencia.

Para sofocar rápidamente un incendio, a medida que se avanza en la ejecución del túnel es necesario la instalación de sistemas fijos de extinción de incendios (extintores en toda la maquinaria, y extintores y bocas de incendio equipadas a lo largo del túnel). Además se debe formar un equipo de primera intervención en caso de emergencia preparado para sofocar el incendio o en su caso dar la alerta y evacuar el túnel.

Para prevenir los riesgos de inhalación de humos se debe disponer de equipos de protección individual (equipos autónomos con una autonomía mínima de 30 minutos) en el frente del túnel o en la tuneladora, en número suficiente para la plantilla máxima y con capacidad para proceder a su rescate. Se debe disponer de una cámara de supervivencia en uno de los remolques del tren de apoyo de la tuneladora con sistema de botellas de aire respirable con capacidad para 24 horas para toda la plantilla de la tuneladora. También se puede conectar dicha cámara con la red de aire comprimido intercalando un equipo purificador de aire. Como barrera para los humos se debe prever una instalación de agua nebulizada.

Si el proyecto incorpora la ejecución de galerías o pozos para evacuación de personas durante la fase de explotación, es conveniente realizarlas simultáneamente al avance del túnel para que puedan servir de evacuación, también, de los trabajadores de la obra.

Detección de gases

Se debe contar con una serie de detectores de gases para medir su concentración y dar la alarma, en caso de que ésta llegue a niveles peligrosos. Se dispondrán detectores automáticos de gas en toda la maquinaria, en las zonas próximas a puntos de alimentación de las máquinas (motores y transformadores), así como en las proximidades del frente de excavación. Se dotará al túnel de detectores de concentración de oxígeno, metano (grisú), monóxido de carbono, de sulfídrico y radón, en aquellos tramos que la geología de la zona así lo aconseje. Las formaciones geológicas susceptibles de contener metano, son los niveles de carbón, pizarras carboníferas, calizas, etc., las de contener radón los batolitos graníticos, y el desprendimiento de sulfídrico y metano puede deberse también a la filtración de aguas sulfurosas y lixiviados de vertederos y aguas residuales, que por filtración pueden llegar a la zona del túnel.

Drenaje

Para evitar la llegada de agua a la excavación o en caso contrario evacuarla convenientemente para que no llegue a inundar el túnel es fundamental disponer de un sistema de evacuación y drenaje de agua adecuado al caudal que pueda irrumpir durante la excavación del túnel.

El sistema de achique (bombas) tiene que estar dimensionado para el escenario más desfavorable en caso de que se dé una irrupción brusca de agua, además es aconsejable el ataque ascendente para favorecer el desagüe natural del túnel. Si el ataque tuviera que ser descendente y el estudio geológico e hidrogeológico realizado revelase la posibilidad de una entrada de agua con un caudal demasiado grande para ser evacuado, se aconseja la instalación de una pasarela en la bóveda del túnel para el rescate del personal.

Ventilación

La instalación de ventilación se debe diseñar con capacidad para reducir al máximo la concentración de gases y de materias en suspensión, garantizando una concentración de O₂ entre el 19 y el 23 %. El túnel debe tener una ventilación general forzada y si se realizan operaciones especiales como soldaduras se debe proveer de aspiración localizada.

Instalación eléctrica y de iluminación

La instalación eléctrica se dispondrá colgada de perchas o sobre soportes y se evitará que los cables estén sobre el suelo. Se instalarán cuadros eléctricos secundarios cuando sea necesario y no se realizarán empalmes siguiendo las prescripciones y buenas prácticas de las instalaciones de obra. El sistema de iluminación del túnel será preferentemente cruzado con el fin de mejorar la distribución y disminuir sombras. Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros. Al realizar el diseño de la iluminación se incluirá un sistema de alumbrado de emergencia.

Instalaciones para trabajos hiperbáricos

Los trabajos en ambiente hiperbárico sólo se darán en tuneladoras con presión de frente que se utilizan para la excavación de suelos blandos con poca cohesión y bajo el nivel freático, son las llamadas escudos EPB (Earth Pressure Balance). Para poder acceder al disco de la cabeza de corte y garantizar el sostenimiento del frente, se trabaja en condiciones hiperbáricas. Para ello es indispensable disponer de cámaras hiperbáricas para la aclimatación de los trabajadores, además de un tren o vehículo de evacuación y personal sanitario para asis-

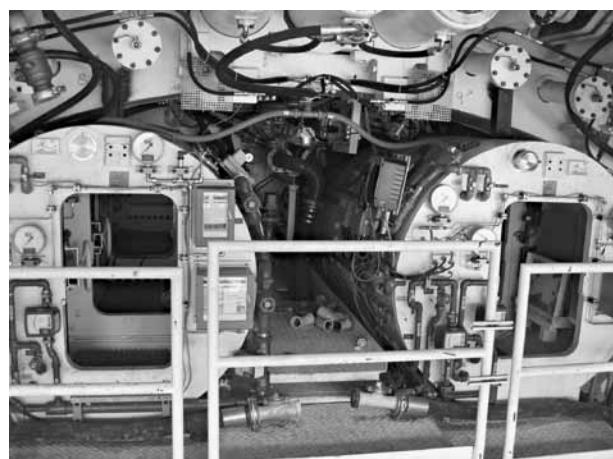


Figura 4. Cámaras de descompresión en una tuneladora de presión de tierras

tir a los trabajadores en caso de producirse accidentes disbáricos. En la figura 4 se observan las cámaras de descompresión de una tuneladora.

Comunicaciones

Se debe instalar un sistema de comunicaciones entre los trabajadores del interior del túnel y el exterior. Este sistema se puede establecer por radio y telefonía fija. También es conveniente disponer de cámaras de televisión en las diferentes zonas de trabajo para controlar desde el exterior que el túnel se ejecuta en condiciones seguras.

Auscultación y prospecciones de seguridad durante la ejecución de la obra

Para minimizar los riesgos sobre los trabajadores y edificios e infraestructuras colindantes es imprescindible llevar a término un sistema de auscultación que indique, antes de que se produzca un evento no deseado, su próxima producción, para llevar a cabo las medidas correctoras oportunas, o en casos muy graves, desalojar las zonas afectadas o interrumpir los servicios.

La medida de estos parámetros y su posterior análisis se debe realizar simultáneamente a la ejecución del túnel

RIESGO	FASE DE OBRA	CAUSA	MEDIDA PREVENTIVA /CONSTRUCTIVA
RIESGOS DEBIDOS A LA GEOLOGÍA DEL TERRENO	Sepultamiento por subsidencia	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución de emboquille Excavación del túnel en los primeros metros 	<ul style="list-style-type: none"> Reducido espesor de cobertura Presencia de agua Presencia de fallas Cruce de valles y zonas de menor cobertura <ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento geológico, geotécnico e hidrogeológico exhaustivo en fase de proyecto Definición de la longitud de pase y sostenimiento (dovelas, cerchas, inyecciones, etc.) en función de presencia de fallas, espesor del recubrimiento, zonas cársticas, etc. Refuerzo del sostenimiento del talud del frente de emboquille (paraguas, bulones, mallazo, hormigón proyectado, etc.) Auscultación del túnel en fase de ejecución
	Sepultamiento por deslizamiento superficial	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución de Emboquilles Excavación del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de depósitos coluviales Laderas inestables Paso a media ladera <ul style="list-style-type: none"> Estudio geológico y geomorfológico exhaustivo en fase de proyecto Elección de la zona de emboquille alejada de posibles movimientos de laderas Auscultación de las posibles laderas inestables durante la ejecución del túnel (inclinómetros, piezómetros, etc.)
	Sepultamiento por colapso de frente	<ul style="list-style-type: none"> Excavación del túnel en operaciones de mantenimiento de cortadores 	<ul style="list-style-type: none"> Fracturación importante Fallas Terrenos sin cohesión <ul style="list-style-type: none"> Elección del tipo de tuneladora en función de la geología del terreno Estabilización del frente con inyecciones previas a la excavación Campaña de reconocimiento del frente a excavar durante la ejecución del túnel Realización de las operaciones de mantenimiento antes de entrar en zonas con incertidumbres geotécnicas.
	Atrapamiento por caída de bloques	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del emboquille Excavación del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Fracturación importante Paso de fallas Falta de sostenimiento <ul style="list-style-type: none"> Sistemas de sostenimiento y protección de laderas inestables (drenajes, barreras dinámicas, mallas de contención, etc.) antes de la ejecución del emboquille Colocación sistemática de malla de protección anclada con bulones simultáneamente a la excavación del túnel
	Ahogamiento por inundación del túnel	<ul style="list-style-type: none"> Excavación del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de agua por infiltración, carbonatación, fallas, fracturación y zonas de diques <ul style="list-style-type: none"> Estudio hidrogeológico detallado en fase de proyecto Sondeos de reconocimiento durante la ejecución del túnel y medida de niveles freáticos Sondeos de drenaje en abanico Impermeabilización con inyecciones Sistema de drenaje con capacidad para el caudal máximo estimado Pasarela en la bóveda para resguardo y evacuación en el caso de ejecución del túnel a contra pendiente
	Golpes por caída de bloques de pequeña dimensión	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del emboquille Excavación del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Fracturación del macizo Fallas <ul style="list-style-type: none"> Colocación de malla de protección en el emboquille como complemento de otros sistemas de sostenimiento de rocas de más entidad si se considerase necesario. Ejecución de bermas con cunetas, y viseras de protección Colocación sistemática de malla de protección sostenida con bulones, simultáneamente al avance del frente
	Proyección de fragmentos o partículas	<ul style="list-style-type: none"> Excavación del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Estallido de rocas a grandes profundidades (rockburst) Ejecución de perforaciones para bulones e inyecciones Proyección de gunita para el sostenimiento <ul style="list-style-type: none"> Estudio de las características tensionales de las rocas a grandes profundidades en fase de proyecto Establecimiento de un perímetro de seguridad Uso de casco, ropa de trabajo y gafas antiproyecciones
	Incendios y explosiones	<ul style="list-style-type: none"> Excavación del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de gases inflamables (metano, etc.) <ul style="list-style-type: none"> Revisar las máquinas periódicamente Determinar la posible presencia de gases en fase de proyecto Protecciones antideflagrantes en las máquinas de avance del túnel Usar materiales ignífugos Implementar detectores de gases Instalación de cámaras de supervivencia con sistema de aire respirable Instalación de agua nebulizada como barrera para los humos Construcción simultánea del túnel y de las salidas de emergencia necesarias para la explotación (galerías de conexión en proyectos bitubo y pozos de evacuación en proyectos monotubo)

Tabla 1. Riesgos debidos a la geología del terreno, fase de obra en la que se produce el riesgo, causa del riesgo y medida preventiva y/o constructiva a adoptar

RIESGO	FASE DE OBRA	CAUSA	MEDIDA PREVENTIVA /CONSTRUCTIVA
RIESGOS DEBIDOS A LA MAQUINARÍA E INSTALACIONES DEL TÚNEL	Caídas a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del emboquillo Excavación del túnel Sostenimiento del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Acceso al pozo de ataque desde la maquinaria <ul style="list-style-type: none"> Usar protecciones colectivas contra caída a diferente nivel altura: barandillas Usar preferentemente plataformas elevadoras móviles de personal para trabajos en altura Usar sistema de arnés anticaídas anclado a un elemento seguro o línea de vida, cuando no sea posible la protección colectiva Usar andamios montados completamente y bien arrostrados, con elementos de protección colectiva (barandillas con rodapié) y acceso mediante escalera interior
	Caída de objetos desprendidos	<ul style="list-style-type: none"> Montaje y desmontaje de la tuneladora Ejecución del sostenimiento del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Izado y transporte de las piezas de la tuneladora Izado de las dovelas de hormigón armado o cerchas para sostenimiento del túnel <ul style="list-style-type: none"> Eslingas y cuerdas de guiado adecuadas al peso y tamaño de las piezas
	Atrapamiento entre partes móviles de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> Excavación del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Accesibilidad a órganos móviles en operaciones de cambio de cortadores o picas de la cabeza de la tuneladora Mantenimiento en cintas transportadoras en funcionamiento <ul style="list-style-type: none"> Enclavamiento de la cabeza de giro de la tuneladora mientras dura la operación de sustitución de las piezas Consignación de cintas transportadoras previamente a operaciones de mantenimiento Asegurarse que existe freno de emergencia de las cintas accesible
	Atrapamiento por vuelco de máquinas	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del emboquillo En el montaje y desmontaje de la tuneladora En la excavación del túnel Pozo de ataque Recorrido de las máquinas a lo largo del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Derrumbe de la grúa o puente grúa por cimentación inadecuada Vías de circulación de vagones en mal estado Fallo del terreno en el apoyo de las zapatas de la tuneladora Fallo del terreno de apoyo de los gatos de la maquinaria <ul style="list-style-type: none"> Proyectar la cimentación de la grúa de acuerdo a las cargas a suspender (piezas de la tuneladora con dimensiones y pesos inusuales, dovelas de los anillos de sostenimiento, etc.) Comprobación diaria del estado de los raíles y traviesas de las vías de ferrocarril instaladas Establecimiento del método de excavación y tipo de máquina a usar Reforzar mediante durmientes adecuadas los apoyos de las zapatas de la tuneladora
	Contactos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> Montaje y desmontaje de la tuneladora Excavación del túnel Colocación del sostenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> No comprobación de la instalación eléctrica del interior del túnel para alimentación de la tuneladora, del sistema de iluminación y de las bombas de drenaje y/o de los Grupos Electrógenos <ul style="list-style-type: none"> Comprobación periódica de la correcta instalación de la puesta a tierra Comprobación periódica de los elementos de seguridad de los cuadros eléctricos
	Atropellos	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del emboquillo Montaje y desmontaje de la tuneladora Excavación del túnel Colocación de la tuneladora 	<ul style="list-style-type: none"> Coexistencia de operarios y maquinaria durante su recorrido a lo largo del túnel <ul style="list-style-type: none"> Instalar la iluminación adecuada para los trabajos en el interior del túnel Circular a velocidad moderada Dotar a la maquinaria de avisadores acústicos y luminosos para advertir su presencia Uso de ropa reflectante por parte de los trabajadores
	Incendios y explosiones	<ul style="list-style-type: none"> Excavación del túnel 	<ul style="list-style-type: none"> Realentamiento de motores de máquinas y locomotoras Presencia de gases inflamables (metano, etc.) <ul style="list-style-type: none"> Revisar las máquinas periódicamente Determinar la posible presencia de gases en fase de proyecto Protecciones antideflagrantes en las máquinas de avance del túnel Usar materiales ignífugos Implementar detectores de gases Instalación de cámaras de supervivencia con sistema de aire respirable Instalación de agua nebulizada como barrera para los humos Construcción simultánea del túnel y de las salidas de emergencia necesarias para la explotación (galerías de conexión en proyectos bitubo y pozos de evacuación en proyectos monotubo)
	Radiaciones y quemaduras en la soldadura	<ul style="list-style-type: none"> Montaje de la tuneladora 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de protecciones <ul style="list-style-type: none"> Usar equipo de protección individual contra quemaduras y radiaciones: pantalla facial, botas, guantes, casco, traje de trabajo específico para soldador Aislamiento del proceso mediante apantallamiento que proteja al resto de trabajadores de la obra
	Sobreesfuerzos (Lesiones musculoesqueléticas)	<ul style="list-style-type: none"> Montaje y desmontaje de la tuneladora Colocación del sostenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Posturas forzadas Manipulación de cargas <ul style="list-style-type: none"> Usar equipos de trabajo para izado de cargas Usar equipos de elevación de personas y plataformas de trabajo para alcanzar la zona de trabajo sin adoptar posturas forzadas

Tabla 2. Riesgos debidos a la maquinaria e instalaciones del túnel, fase de obra en la que se produce el riesgo, causa del riesgo y medida preventiva y constructiva a adoptar

RIESGO	FASE DE OBRA	CAUSA	MEDIDA PREVENTIVA /CONSTRUCTIVA
RIESGOS DEBIDOS AL AMBIENTE DE TRABAJO	Ruido	• Excavación de túnel	• Emisión de ruido por motores eléctricos y neumáticos y su transmisión en la excavación del túnel • Dotar los motores de silenciadores • Uso de protectores auditivos parte de los trabajadores • Cabina de mandos de las máquinas aisladas acústicamente
	Vibraciones	• Excavación del túnel	• Manipulación de maquinaria • Manipulación de máquinas eléctricas y neumáticas • Usar máquinas con asientos que absorban las vibraciones y mangos protegidos con espumas absorbentes de las vibraciones • Usar guantes y muñequeras absorbentes de las vibraciones
	Caídas al mismo nivel	• Excavación del túnel • Colocación del sostenimiento	• Falta de iluminación • Mangueras tendidas en el suelo • Suelo mojado y resbaladizo • Iluminar el túnel adecuadamente • Colgar las mangueras y alargaderas de los hastiales • Colocar dovela base para mejorar la superficie de circulación • Orden y limpieza de los tajos • Drenaje adecuado del túnel para evitar encharcamientos
	Inhalación de polvo	• Excavación del túnel	• Corte mecánico y perforación de rocas y elementos de hormigón • Instalación de difusores de agua y de captadores de polvo
	Inhalación de gases tóxicos o gases asfixiantes	• Excavación del túnel	• Presencia de gases • Determinar la posible presencia de gases en fase de proyecto • Implementar detectores de gases y medidores de la concentración de oxígeno, metano, monóxido de carbono, etc. • Instalación de cámaras de supervivencia con sistema de aire respirable • Diseño amplio del sistema de ventilación para reducir al máximo el porcentaje de gases y materias en suspensión
	Choques contra objetos inmóviles	• Excavación del túnel • Colocación del sostenimiento	• Iluminación deficiente del túnel • Iluminar el túnel y las zonas de trabajo adecuadamente
	Accidentes disbáricos y enfermedades decompresivas	• Excavación del túnel	• Operaciones de mantenimiento en la cabeza de la tuneladora en ambiente hiperbárico (Escudos de presión de tierras, EPB) • Personal entrenado y formado para trabajar en ambientes hiperbáricos • Seguir el protocolo de descompresión en cámara hiperbárica • Estar asistido en todo momento por un equipo médico • Establecer un protocolo de trabajo en condiciones hiperbáricas

Tabla 3. Riesgos debidos al ambiente de trabajo, fase de obra en la que se produce el riesgo, causa del riesgo y medida preventiva y/o constructiva a adoptar

para la toma de decisiones tan pronto sea posible. En este sentido no se deben dejar tramos del túnel excavado sin sostenimiento más tiempo de lo estrictamente necesario. Se debe establecer un mecanismo de lectura, interpretación y alerta que obligue la paralización de los trabajos, refuerzo del sostenimiento o replanteo de la metodología de excavación.

Por otra parte se debe anticipar al avance del túnel los datos sobre la geología, geotecnia e hidrogeología del terreno que se está a punto de excavar para corroborar que las hipótesis de proyecto son correctas o por el contrario se encuentran diferencias que hagan replantear la

excavación y el sostenimiento como la presencia de agua, gases, cavidades u otros condicionantes no previstos.

También su importancia estriba en detectar con la antelación suficiente cambios en la naturaleza de los materiales geológicos que obligue a la sustitución de los elementos de corte en zonas geológicamente más estables o a la ejecución de un recinto estanco apantallado para poder acceder a la cabeza de corte, desde la superficie, sin riesgo de desprendimientos o colapsos. De esta manera se puede prescindir de trabajar en condiciones hiperbáricas, lo que elimina los riesgos derivados de estas condiciones de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Se relaciona en la NTP-905

Fotografías: David Calvet Ruiz
Dibujos: Gemma Balagué Viladrich

Empresa colaboradora: Acciona Ingeniería – Delegación de Barcelona.

Agradecimientos: ADIF: Dirección de Obra del túnel del tren de alta velocidad en Girona.

UTE IBERINSA-AEPO: Asistencia técnica a la Dirección de Obra del túnel del tren de alta velocidad en Girona.

Evaluación del riesgo por manipulación manual de pacientes: método MAPO

Risk assessment for manual handling of patients: Method MAPO
L'évaluation des dangers pour la manutention manuelle de patients: Méthode MAPO

Redactores:

Silvia Nogareda Cuixart
Lda. Medicina y Cirugía

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Enrique Álvarez Casado
Ingeniero Industrial

Aquiles Hernández Soto
Ldo. Kinesiología

CENTRO DE ERGONOMÍA APLICADA

Colaboradores:

Olga Menoni, Natale Battevi, Enrico Occhipinti

UNITÀ DI RICERCA ERGONOMIA DELLA POSTURA E DEL
 MOVIMENTO (EPM) FONDAZIONE IRCCS POLICLINICO
 É UNIVERSITÀ DI MILANO

Sonia Tello Sandoval

CENTRO DE ERGONOMÍA APLICADA

En esta NTP se presenta la metodología MAPO (Movilización Asistencial de Pacientes Hospitalizados), contemplada en la ISO/NP TR 12296 "Ergonomics -- Manual handling of people in the healthcare sector".

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la literatura científica evidencia, desde inicio de los años 70, la fuerte relación causal entre el riesgo de movilizar pacientes y la patología aguda y crónica del raquis lumbar.

Hasta la fecha, los principales criterios de evaluación de la exposición al riesgo se han basado en datos epidemiológicos y en el análisis de la sobrecarga biomecánica potencial del disco lumbar.

Los datos de estudios epidemiológicos indican de un modo inequívoco la relación entre la tipología y la cantidad de maniobras de transferencia manual de pacientes por un lado, y la ocurrencia de alguna patología aguda o crónica del raquis lumbar por otro.

Los estudios biomecánicos han evidenciado cómo la movilización manual de pacientes induce una carga disidual superior al valor definido como tolerable (cerca de 275 kg para mujeres y 400 kg para hombres), llamado "límite de acción", y algunas maniobras en situaciones reales pueden superar incluso el valor de rotura de la unidad disco-vertebral, que es cerca de 580 kg para hombres y 400 kg para mujeres.

Considerando las orientaciones proporcionadas en la bibliografía, se puede afirmar que para describir y evaluar el trabajo asistencial que potencialmente comporta una sobrecarga biomecánica para el raquis lumbar, se deben identificar los siguientes factores que, en su conjunto, caracterizan la exposición al riesgo:

- Carga asistencial debida a la presencia de pacientes no autónomos;

- Tipo/grado de discapacidad motora de los pacientes;
- Aspectos estructurales del entorno de trabajo;
- Equipos de ayuda disponibles;
- Formación de los trabajadores para una correcta transferencia de los pacientes.

Las propuestas metodológicas más extendidas para la evaluación del riesgo por movilizar pacientes están orientadas al análisis de una tarea concreta, sea a través del análisis postural (OWAS, PATE, DINO, REBA) o a través del análisis biomecánico (Método Dortmund). Estas metodologías comportan deficiencias en la aplicabilidad a este tipo de trabajo, dado que no es posible analizar todas las tareas diferentes de movilización que se llevan a cabo en un hospital.

En esta NTP se presenta la metodología MAPO (Movilización Asistencial de Pacientes Hospitalizados), contemplada en la ISO/NP TR 12296 "Ergonomics -- Manual handling of people in the healthcare sector". Esta metodología es el resultado del análisis organizativo y de la actividad en 200 salas de hospitalización durante el periodo 1994-1997.*

Este estudio ha permitido identificar el nivel de riesgo de una unidad o servicio hospitalario según el modelo del semáforo (verde, amarillo y rojo).

Para valores del Índice MAPO entre 0,01 y 1,5, el riesgo se puede considerar aceptable; para valores entre 1,51 y 5,00, el riesgo está presente en un nivel moderado; y para valores de Índice MAPO superior a 5, el nivel de riesgo se considera elevado.

* validada mediante el estudio epidemiológico de 419 unidades y de 6.900 trabajadores.

Esta metodología es la única disponible actualmente para cuantificar, de forma fiable y válida, el nivel de riesgo por movilización de pacientes en una unidad o servicio hospitalario, teniendo en cuenta los aspectos organizativos que determinan la frecuencia de manipulación por trabajador.

2. EVALUACIÓN DEL RIESGO

El procedimiento de evaluación está esquematizado mediante fichas en el Anexo 1. El procedimiento se compone de dos partes. La primera parte, que se rellena en una entrevista con la jefe de la sala o unidad de enfermería o supervisora del servicio, recoge toda la información relativa a los aspectos organizativos y formativos; la segunda parte, que se rellena mediante la observación directa de los lugares de trabajo, analiza los aspectos del entorno físico de trabajo y los equipos de ayuda auxiliares, además de verificar la congruencia de la información recogida a través de la entrevista.

Se estima necesario un tiempo de 90 minutos para llenar todas las fichas por cada unidad hospitalaria.

La información recogida tiene una doble finalidad:

- Calcular el nivel de exposición al riesgo (índice MAPO)
- Recopilar aspectos descriptivos útiles para diseñar un plan de mejora.

Aspectos organizativos y formativos (a obtener mediante entrevista con la jefe de enfermería)

Para caracterizar la *carga asistencial* se debe obtener la siguiente información:

- Número de camas,
- Número de trabajadores presentes para la manipulación manual de pacientes en cada uno de los turnos;
- Número medio de pacientes no autónomos presentes en la Unidad y maniobras de movilización realizadas habitualmente de forma manual y/o con equipamiento de ayuda en cada turno. De esta forma, se puede detallar el porcentaje de levantamientos totales y parciales efectuados habitualmente utilizando equipos de ayuda.

Es necesario categorizar a los pacientes no autónomos en "no colaborador (NC)" o "parcialmente colaborador" (PC)". Por no colaborador (NC) se entiende el paciente que debe ser completamente levantado. Por parcialmente colaborador (PC) se entiende el paciente que debe ser sólo parcialmente levantado (sostenido).

Si la jefe de enfermería no es capaz de cuantificar el número de pacientes que son NC y PC, se deberá facilitar una ficha para llenar un día a la semana durante varios meses sucesivos.

Para valorar la *formación del personal* se debe considerar si el personal ha recibido formación para manipular manualmente pacientes y cargas minimizando su carga biomecánica y el uso adecuado de equipos de ayuda. En concreto, la clasificación de la calidad de la formación se realizará teniendo en cuenta la presencia/ausencia de cursos, material informativo y verificación de la eficacia de la formación.

Aspectos del lugar de movilización (a obtener mediante la observación directa)

La *dotación de equipamiento* (equipos de ayuda) para ayudar en la operación de manipulación manual de pacientes y su grado de utilización se analiza a partir de la siguiente información:

- Silla de ruedas: suficiencia numérica y presencia/ausencia de requisitos ergonómicos.
- Elevador o grúa, manual o eléctrico: suficiencia numérica, el tipo de equipo y la presencia/ausencia de requisitos ergonómicos.
- Otras ayudas o ayudas menores: dotación de ayudas como sábanas de deslizamiento, cinturón ergonómico, tabla de deslizamiento o roller, útiles para ayudar en alguna operación de manipulación manual de pacientes.
- Cama regulable en altura: suficiencia numérica, el tipo de equipo y la presencia/ausencia de requisitos ergonómicos.

Se deben describir las *características del lugar de movilización* donde se realizan las operaciones de movilización de pacientes. En concreto, se asignará una puntuación de "Inadecuación ergonómica" a la presencia de características que pueden aumentar la frecuencia de manipulación o un incremento de la carga biomecánica (p. ej. debido a una postura forzada).

- *Baño*: en el local utilizado para las tareas de higiene del paciente (baño con ducha o bañera), se identificarán las características estructurales como la presencia de plato de ducha o bañera, la anchura de la puerta de acceso y recorrido de apertura, espacio libre o presencia de obstáculos para el uso de la silla de ruedas o equipos de ayuda. En los aseos para uso de inodoro se identificará la disponibilidad de espacio libre para el uso de equipos de ayuda, la anchura de la puerta y recorrido de apertura, la altura del inodoro y la presencia de asidero lateral.
- *Habitación*: se identificarán las características relativas al espacio operativo (espacio entre cama y cama o entre pie de cama y pared, espacio ocupado por el sillón de descanso, presencia de obstáculos móviles); las características de la cama (altura, presencia de ruedas, características de la barandilla, control de regulación, altura libre debajo de la cama para el acceso de los equipos de ayuda) y de la poltrona o sillón de descanso.

3. CÁLCULO DEL ÍNDICE MAPO

El índice sintético de exposición al riesgo MAPO permite valorar de forma integrada la contribución de cada uno de los principales factores de riesgo en la manipulación manual de pacientes, que son los siguientes:

- Factor **NC/Op + PC/Op**: proporción de pacientes no autónomos por trabajador
- Factor de elevación (**FS**)
- Factor ayudas menores (**FA**)
- Factor sillas de ruedas (**FC**)
- Factor lugar de movilización (**Famb**)
- Factor formación (**FF**)

El índice de riesgo MAPO se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{MAPO} = (\text{NC}/\text{Op} \times \text{FS} + \text{PC}/\text{Op} \times \text{FA}) \times \text{FC} \times \text{Famb} \times \text{FF}$$

La proporción de pacientes no autónomos por trabajador (NC/Op y PC/Op) representa un dato de primera importancia, siendo función de la frecuencia de levantamientos y/o movilizaciones requeridas a los trabajadores del servicio o unidad hospitalaria analizada.

Esta proporción está ponderada por el Factor de Elevación y el Factor Ayudas Menores para valorar el potencial de sobrecarga biomecánica inducida en cada operación de transferencia según la presencia/ausencia y adecuación de los equipos de ayuda considerados.

Los otros factores (sillas de ruedas, lugar de movilización y formación) son factores multiplicadores (en sentido positivo o negativo) del nivel general de exposición, debido al aumento/diminución de la frecuencia o de la carga biomecánica en la operación de manipulación manual de pacientes.

El proceso de cálculo se ha esquematizado en la figura 1.

	PROPORCIÓN ENTRE EL N° MEDIO DE PACIENTES TOTALMENTE NO COLABORADORES Y LOS TRABAJADORES PRESENTES EN LAS 24 HORAS (TRES TURNOS)
X	ADECUACIÓN ERGONÓMICA Y NUMÉRICA DE LOS EQUIPOS DE AYUDA (ELEVADORES O GRÚAS) ÚTILES PARA LEVANTAR PACIENTES NC
+	PROPORCIÓN ENTRE EL N° MEDIO DE PACIENTES PARCIALMENTE COLABORADORES Y LOS TRABAJADORES PRESENTES EN LAS 24 HORAS (TRES TURNOS)
X	ADECUACIÓN ERGONÓMICA Y NUMÉRICA DE LOS EQUIPOS DE AYUDA MENOR DURANTE LA MANIPULACIÓN DE PACIENTES PC
X	ADECUACIÓN ERGONÓMICA Y NUMÉRICA DE LAS SILLAS DE RUEDAS
X	ADECUACIÓN ERGONÓMICA DEL ENTORNO UTILIZADO POR LOS PACIENTES NO AUTÓNOMOS PARA DIVERSAS
=	ADECUACIÓN DE LA FORMACIÓN ESPECÍFICA SOBRE EL RIESGO REALIZADA
	= INDICE MAPO

Figura 1. Modelo de cálculo del índice MAPO en una sala de hospitalización

A continuación se define cómo describir y valorar cada uno de los factores de riesgo.

Factor de Elevación (FS)

Por *elevador* se considera cualquier equipo de ayuda utilizable para el levantamiento total del paciente.

La valoración de este factor comporta dos aspectos: la suficiencia numérica en relación al número de pacientes totalmente no colaboradores (NC) y su adecuación a las exigencias del Servicio.

La *suficiencia* numérica se define como:

- Al menos 1 elevador por cada 8 pacientes totalmente no colaboradores (NC); o
- Al menos 1 camilla regulable en altura por cada 8 pacientes totalmente no colaboradores (NC) donde se realiza habitualmente la movilización entre cama y camilla o viceversa; o

- Camas regulables en altura y con 3 nodos de articulaciones para el 100% de las camas de la sala.

La *adecuación* se define como que al menos el 90% de maniobras de levantamiento total del paciente se pueden realizar de forma auxiliada.

El valor del Factor de Elevación (FS) varía entre 0,5 y 4, como se muestra en la tabla 1.

FACTOR DE ELEVACIÓN (FS)	VALOR FS
AUSENCIA o INADECUACIÓN + INSUFICIENCIA	4
INSUFICIENCIA o INADECUACIÓN	2
PRESENTES y ADECUADOS y SUFICIENTES	0,5

Tabla 1: Criterios de valoración del Factor de Elevación

Factor ayudas menores (FA)

Se consideran *ayudas menores* los equipos que reducen el número de manipulaciones o la carga biomecánica inducida en alguna operación de manipulación parcial del peso del paciente (ej. sábana de deslizamiento, "transfer disc", roller, cinturón ergonómico).

A este factor se le atribuye un valor de 0,5, como se ve en la tabla 2, cuando las "ayudas menores" son adecuadas y suficientes.

Como en el factor *elevación*, se considera *adecuado* cuando al menos el 90% de manipulaciones parciales del paciente se realizan auxiliadas.

Se consideran *suficientes* cuando se dispone de:

- Sábana o tabla de deslizamiento + dos de las otras ayudas menores indicadas, o bien
- Sábana o tabla de deslizamiento + camas ergonómicas (el 100% de las camas de la sala)

FACTOR AYUDAS MENORES (FA)	VALOR FA
Ayudas menores AUSENTES o INSUFICIENTES	1
Ayudas menores SUFICIENTES y ADECUADAS	0,5

Tabla 2. Criterios de valoración del factor "ayudas menores"

Factor sillas de ruedas (FC)

Para obtener el valor del factor sillas de ruedas se debe calcular primero la PUNTUACIÓN MEDIA DE "INADECUACIÓN" (**PMSR**) y después ponderarlo por la suficiencia numérica de las sillas de ruedas, tal y como se indica en la tabla 3.

El valor de este factor está comprendido entre 0,75 y 2. La presencia de sillas de ruedas no adecuadas e insufi-

FACTOR SILLAS DE RUEDAS (FC)						
Puntuación media cualitativa observada (PMSr)	0,5-1,33		1,34-2,66		2,67-4	
Suficiencia numérica	NO	SI	NO	SI	NO	SI
VALOR FC	1	0,75	1,5	1,12	2	1,5

Tabla 3. Criterios de valoración del factor sillas de ruedas

cientes comporta como mínimo duplicar la frecuencia de operaciones de manipulación de pacientes que determinan la sobrecarga biomecánica del raquis lumbar.

Factor lugar de movilización (Famb)

El valor de este factor es la suma de los siguientes tres valores de inadecuación del entorno observado:

- PMB Puntuación media de inadecuación del baño para la higiene
- PMWC Puntuación media de la inadecuación del baño con wc
- PMH Puntuación media de inadecuación de la habitación

La suma de estos tres valores corresponde a la “puntuación media de inadecuación” (**PMamb**) de todos los lugares donde se realizan operaciones de movilización de pacientes. Este parámetro se valora en tres categorías equidistantes (expresando inadecuación baja, media o alta), tal y como se indica en la tabla 4.

Puntuación media cualitativa observada (PMamb)	0 - 5,8	5,9 - 11,6	11,7 - 17,5
VALOR FACTOR ENTORNO	0,75	1,25	1,5

Tabla 4: Criterios de valoración del factor entorno

El valor del factor entorno o lugar de movilización (**Famb**) está comprendido entre 0,75 y 1,5. Las observaciones preliminares han permitido establecer que la ausencia completa de requisitos ergonómicos en la estructura del lugar de movilización comporta un aumento cerca al 1,5 de las maniobras que se deben realizar y que determinan la sobrecarga biomecánica del raquis lumbar.

Factor formación (FF)

El conocimiento específico que tienen los trabajadores para minimizar la carga biomecánica en las operaciones de movilización de pacientes es el último factor que contribuye a definir el índice de exposición. A partir de la experiencia en verificar la eficacia de la formación, se han podido definir los requisitos mínimos de adecuación de la formación específica a partir de las siguientes características:

- CURSO DE FORMACIÓN = curso teórico/práctico con duración mínima de 6 horas, realizado en el propio hospital, con parte práctica dedicada a la utilización de los equipos de ayuda, y como mínimo, impartido al 75% de la plantilla del Servicio que realiza movilizaciones de pacientes.

Evidentemente, la formación debe llevarse a cabo con una periodicidad suficiente para garantizar la aplicación de la técnica correctamente.

En la tabla 5 se indican los valores de atribución del factor formación.

A este factor se le atribuye un valor divisorio (0,75) cuando la formación ha sido adecuada. Cuando la acción se limita al suministro de información (verbal o través de un folleto) no se suele observar una disminución substancial de la actividad de manipulación con sobrecarga biomecánica y, por tanto, al factor formación se le asigna un 1. En los casos en que no se ha realizado ningún tipo de formación o información, se estima que la frecuencia/

CARACTERÍSTICAS RELEVANTES	VALOR FF
Curso adecuado, realizado durante los dos años anteriores a la evaluación del riesgo al 75% de los trabajadores del Servicio.	0,75
Curso adecuado, realizado hace más de dos años anteriores a la evaluación del riesgo al 75% de los trabajadores del Servicio y se ha verificado su eficacia.	0,75
Curso adecuado, realizado durante los dos años anteriores a la evaluación del riesgo a un porcentaje de los trabajadores del Servicio comprendido entre el 50% y el 75%.	1
Únicamente distribución de material informativo al 90% de los trabajadores del Servicio y se ha verificado su eficacia.	1
No se ha realizado formación o la formación realizada no cumple las condiciones anteriores	2

Tabla 5. Criterios de valoración del factor formación

gravedad de las maniobras con sobrecarga biomecánica se duplica y, por tanto, al factor formación se le asigna un 2.

4. NIVEL DE EXPOSICIÓN Y CONSIDERACIONES APlicativas

Las investigaciones realizadas en las Salas de Hospitalización han permitido obtener el índice de exposición MAPO como una función del riesgo, y categorizarlo en el modelo del semáforo (verde, amarillo y rojo) según su valor operativo (tabla 6).

La franja verde corresponde a un nivel del índice comprendido entre 0,01 y 1,5, en la cual el riesgo es aceptable dado que la ocurrencia de la lumbalgia aguda tendrá una prevalencia no superior a la de la población general.

La franja amarilla corresponde a un nivel del índice comprendido entre 1,51 y 5, la cual requiere un nivel de atención, ya que se ha estimado que la lumbalgia aguda se puede presentar con una incidencia 2,4 veces superior a los casos de la franja verde.

ÍNDICE MAPO	EXPOSICIÓN
0 - 1,5	ACEPTABLE
1,51 - 5	Exposición MEDIA: necesidad de intervenir a medio/largo plazo <ul style="list-style-type: none"> • Dotación de equipos de ayuda • Vigilancia sanitaria • Formación
> 5	Exposición ELEVADA: necesidad de intervenir a corto plazo <ul style="list-style-type: none"> • Dotación de equipos de ayuda • Vigilancia sanitaria • Formación

Tabla 6. Valores del índice MAPO y su relación con la exposición

La franja roja, con un índice de exposición superior a 5, corresponde con un nivel de riesgo elevado, dado que la incidencia de lumbalgia aguda puede ser hasta 5,6 veces superior al de la población general.

Esta metodología y su índice de exposición están claramente orientados a promover la iniciativa de prevención, tanto en la elección de las prioridades como en lo que respecta al tipo de acción necesaria (organizativa, de

suministro de equipos, formativa, etc.), así como para guiar en la reubicación de trabajadores con restricciones a este tipo de tareas. Este proceso se ve facilitado por la posibilidad de interpretar no sólo el índice de exposición final, sino también por los resultados de la evaluación de cada uno de los factores que componen la fórmula.

La aplicación de esta metodología de evaluación del riesgo por manipulación manual de pacientes en algunos hospitales españoles no ha presentado ningún problema en particular. La única particularidad a tener en cuenta, respecto al modelo organizativo en el que se basa el método, es la figura del celador, como profesional disponible para realizar la manipulación manual de cargas en varios

Servicios o Unidades hospitalarias. Para la correcta aplicación de la metodología, estos profesionales se deberán considerar como parte de la plantilla del Servicio durante todas las horas que estén disponibles para realizar estas operaciones.

Por ejemplo, si un servicio utiliza normalmente 2 celadores durante las 24 horas (aunque sean compartidos por otros servicios del hospital), se deberán considerar en el cálculo del Op (suma de los trabajadores que realizan manipulación manual de pacientes durante las 24h). El índice MAPO resultante representará el riesgo del servicio, pero no el riesgo específico atribuible a estos trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BATTEVI, N., CONSONNI,D., RICCI, M.G., MENONI, O., OCCHIPINTI, E., COLOMBINI, D., 1999,
L'applicazione dell'indice sintetico di esposizione nella movimentazione manuale pazienti: prime esperienze di validazione.
La Medicina del Lavoro, 90 (2), 256-275.
- (2) BATTEVI, N., MENONI, O., MG RICCI, S. CAIROLI, 2006
MAPO index for risk assessment of patient manual handling in wards: a validation study.
Ergonomics Vol. 49, No. 7, , 671– 687
- (3) COLOMBINI, D., CIANCI, E., PANCIERA, D., MARTINELLI, M., VENTURI, E., GIANMARTINI, P., RICCI, M.G., MENONI, O., BATTEVI, N., 1999A,
La lombalgia acuta da movimentazione manuale nei reparti di degenza: dati di prevalenza e incidenza.
La Medicina del Lavoro, 90(2), 229-243.
- (4) MARRAS WILLIAM S.-
The working back – A System Review.
John Wiley & Sons Press 2008.
- (5) MENONI, O., RICCI, M.G., PANCIERA, D. AND BATTEVI, N., 2004,
Assessment of exposure to manual patient handling in hospital wards: MAPO index (Movement and Assistance of Hospital Patients).
In Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods, N. Stanton, A. Hedge, K. Brookhuis, E. Salas and H. Hendrick (Eds.), Chap. 16, pp. 1–11 (Boca Raton: CRC Press LLC).
- (6) DEPARTMENT OF DEFENSE USA - PATIENT SAFETY CENTER OF INQUIRY 2005.
"Patient care Ergonomics Resource Guide: safe patient handling and movement
- (7) OCCHIPINTI, E., 2008:
Patient Handling in Hospital.The contribution of ergonomics to worker's health protection and health quality.
6th International Conference on Occupational Risk Prevention
- (8) OSHA GUIDELINES FOR NURSING HOMES, 2003
Ergonomics for the Prevention of Musculoskeletal Disorders
- (9) ROYAL COLLEGE OF NURSING, 1996,
Manual Handling Assessment in Hospital Community. An RCN Guide
London: Royal College of Nursing.
- (10) MENONI, O., BATTEVI, N., CAIROLI, S., (2011)
Il metodo MAPO per l'analisi e la prevenzione del rischio da movimentazione dei pazienti.
Franco Angli ISBN 978-88-568-3042-2
- (11) ÁLVAREZ CASADO, E.; HERNÁNDEZ SOTO, A.; RAYO GARCÍA, V.
El riesgo asociado a la movilización de pacientes.
Gestión Práctica de Riesgos Laborales, n° 67, pág. 26, Editorial Wolters Kluwer España. Enero de 2010

Puede consultar más información sobre el método en los siguientes enlaces:
www.epmresearch.org (inglés e italiano)
www.epminternationaschool.org (castellano)

ANEXO 1
FICHAS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR MOVILIZACIÓN MANUAL DE PACIENTES EN SALA DE HOSPITALIZACIÓN

HOSPITAL :	SALA/UNIDAD :	Fecha:
Código sala :	Número camas:	Nº MEDIO DÍAS DE ESTANCIA:

1. ENTREVISTA

1.1. Nº TRABAJADORES QUE REALIZAN MMP: Indicar el número total de trabajadores **de planta** por cada grupo.

Enfermeras:	Aux. Enfermería:	Celadores:	Trabajadores con limitación para MMP:
-------------	------------------	------------	---------------------------------------

1.1.1. Nº TRABAJADORES QUE REALIZAN MMP DURANTE LOS 3 TURNO: Indicar el número de trabajadores presentes en toda la duración de cada turno.

TURNO	Mañana	Tarde	Noche
Nº Trabajadores/ Turno (A)			
Horario del turno: (de 00:00 hasta 00:00)	de _____ hasta _____	de _____ hasta _____	de _____ hasta _____

1.1.2. Nº TRABAJADORES QUE REALIZAN MMP A TIEMPO PARCIAL: Indicar en qué turno y desde qué hora hasta qué hora.

Nº Trabajadores a tiempo parcial (B)			
Horario presencia en la sala: (de 00:00 hasta 00:00)	de _____ hasta _____	de _____ hasta _____	de _____ hasta _____

En caso de que haya presencia de trabajadores a tiempo parcial en algún turno (B) , calcular como fracción de unidad en relación al número de horas efectuadas en el turno.

Fracción de unidad (C)= Horas de presencia en el turno/Horas del turno			
Fracción de unidad por trabajador (D) = C x B			

Nº TOTAL DE TRABAJADORES EN 24 HORAS (Op): Sumar el total de trabajadores/turno de todos los turnos (A) + Fracción de unidad por trabajador (D)

Op =

Nº Parejas/ turno que realizan MMP entre dos personas:	Turno mañana:_____	Turno tarde:_____	Turno noche:_____
--	--------------------	-------------------	-------------------

1.2. TIPOLOGIA DEL PACIENTE:

Paciente No Colaborador (NC) es el que en las operaciones de movilización debe ser completamente levantado.

Paciente Parcialmente Colaborador (PC) es el que debe que ser parcialmente levantado.

Paciente No Autónomo (NA) es el paciente que es NC o PC.

NÚMERO MEDIO DIARIO DE PACIENTES NO AUTÓNOMOS	NC	PC
Anciano con pluripatologías		
Hemipléjico		
Quirúrgico		
Traumático		
Demente/Psiquiátrico		
Otra patología neurológica		
Fractura		
Obeso		
Otros:_____		
TOTAL: Suma de NC y Suma de PC	NC =	PC =
Nº MEDIO DE PACIENTES NO AUTÓNOMOS (NA = NC+PC)	NA =	

1.3. CUESTIONARIO PRELIMINAR DE IDENTIFICACIÓN DEL PELIGROS COMPLEMENTARIOS

¿Se realiza, al menos una vez al día (por trabajador) actividades de empuje/arrastre con camilla, camas, equipamientos con ruedas, inadecuados y/o con aplicación de fuerza?	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI En caso afirmativo, Evaluar con el método adecuado (NORMA ISO 11228-2)
¿Se realiza, al menos una vez al día (por trabajador) levantamiento manual de cargas/objetos con un peso > 10 kg?	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI En caso afirmativo, Evaluar con el método adecuado (NORMA ISO 11228-1)

1.4. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

FORMACIÓN		INFORMACIÓN (uso de equipos o material informativo)			
¿Se ha realizado formación específica de MMP?	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	¿Se ha realizado entrenamiento en el uso de equipos?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
En caso afirmativo, ¿Hace cuántos meses?		¿Se ha realizado información mediante material informativo relativo a MMP?		<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
¿Cuántas horas por trabajador?		En caso afirmativo, ¿A cuántos trabajadores?			
¿A cuántos trabajadores?					
¿Se ha realizado la evaluación de la eficacia de la formación/información?				<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO

1.5. TAREAS DE MOVILIZACIÓN DE PACIENTES HABITUALMENTE REALIZADA EN UN TURNO

Según la organización del trabajo y la distribución de tareas en la sala/unidad, describir para cada turno las tareas de MOVILIZACIÓN habitualmente realizadas y la frecuencia de realización de las tareas en cada turno: Levantamiento Total (LTM), Levantamiento Parcial (LPM)

MOVILIZACIÓN MANUAL: Describir las tareas de MMP No Autónomos	Levantamiento Total (LTM)			Levantamiento Parcial (LPM)		
	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche
Indicar en cada celda LTM o LPM, la cantidad de veces que se puede presentar la tarea descrita en la columna de la izquierda en el turno.	A	B	C	D	E	F
Desplazamiento hacia la cabecera de la cama						
De la cama a la silla de ruedas						
De la silla de ruedas a la cama						
De la cama a la camilla						
De la camilla a la cama						
De la silla de ruedas al WC						
Del WC a la silla de ruedas						
Rotación en la cama y/o cambio postural						
Levantamiento de posición sentada a postura de pie						
Otros:						
TOTAL: Sumar el total de cada columna						
Sumar el total de LTM y el total de LPM	A+B+C = LTM		D+E+F = LPM			
Durante la movilización, ¿algunos pacientes NA no pueden adoptar algunas posturas?	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	¿Cuáles?			

MOVILIZACIÓN CON EQUIPAMIENTO DE AYUDA: Describir las tareas de MMP No Autónomos, que se realizan con equipamientos de ayuda.	Levantamiento Total (LTA)			Levantamiento Parcial (LPA)				
	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche		
Indicar en cada celda LTA o LPA, la cantidad de veces que se puede presentar la tarea descrita en la columna de la izquierda en el turno.	G	H	I	J	K	L		
Desplazamiento hacia la cabecera de la cama								
De la cama a la silla de ruedas								
De la silla de ruedas a la cama								
De la cama a la camilla								
De la camilla a la cama								
De la silla de ruedas al WC								
Del WC a la silla de ruedas								
Rotación en la cama y/o cambio postural								
Levantamiento de posición sentada a postura de pie								
De la cama al sillón								
Del sillón a la cama								
Otros:								
TOTAL: Sumar el total de cada columna								
Sumar el total de LTA y el total de LPA	G+H+I = LTA		J+K+L = LPA					
% LTA: Porcentaje de levantamientos TOTALES con equipamiento de ayuda	$\frac{LTA}{LTM + LTA} = \% LTA$							
% LPA: Porcentaje de levantamientos PARCIALES con equipamiento de ayuda	$\frac{LPA}{LPM + LPA} = \% LPA$							

2.INSPECCIÓN: EQUIPAMIENTO PARA LEVANTAMIENTO/TRANSFERENCIA DE PACIENTES NA

2.1. EQUIPOS DE AYUDA: Indicar los requisitos que no cumple cada uno de los equipos y el número de unidades por equipo que hay en la sala.					
Descripción del equipo de ayuda	Nº de equipos	Carenza de requisitos preliminares	Carenza de adaptabilidad al paciente	Carenza de adaptabilidad al ambiente	Carenza de mantenimiento
Elevador/Grúa tipo 1		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Elevador/Grúa tipo 2		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Elevador/Grúa tipo 3		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Camilla tipo 1		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Camilla tipo 2		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
¿Existe un lugar para almacenar el equipamiento?		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
¿Habrá espacio suficiente para almacenar equipos de nueva adquisición ?		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Especificas las dimensiones en m ² :		

2.2. AYUDAS MENORES: Indicar si en la sala hay alguna de estas ayudas menores y su número.

Ayuda	Presencia	Número
Sábana deslizante	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
Tabla deslizante	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
Cinturón ergonómico	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
ROLLBORD	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
ROLLER	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
Otro: Tipo:_____	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	

2.3. SILLAS DE RUEDAS : Indicar los diferentes tipos de sillas de ruedas que hay en la sala, y el número de sillas de cada tipo.

Características de inadecuación ergonómica: Señalar con una "X" las características que presenta cada tipo.	Tipos de sillas de ruedas presentes en la sala						
	Valor de "X"	A	B	C	D	E	F
Inadecuado funcionamiento de los frenos	1						
Reposabrazos no extraíbles o abatibles	1						
Respaldo inadecuado H > 90cm; Incl > 100°	1						
Anchura máxima inadecuada > 70 cm	1						
Reposapiés no extraíble o no reclinable	Descriptivo						
Mal estado de mantenimiento	Descriptivo						
Unidades: Número de sillas por cada tipo							Total de sillas (TSR)
Puntuación por tipo de sillas: multiplicar la suma de los valores de "X" por el nº de sillas de cada tipo.							Puntuación total
PMSR: Puntuación media de sillas de ruedas.	PMSR = $\frac{\text{Puntuación total}}{\text{Total de sillas}}$						

2.4. BAÑO PARA LA HIGIENE DEL PACIENTE : Indicar los tipos de baño central y/o baños de las habitaciones para el aseo del paciente y su nº.

Características de inadecuación ergonómica: Señalar con una "X" las características que presenta cada tipo.	Tipos de baño con ducha o bañera						
	A	B	C	D	E	F	G
Indicar si el baño es central colocando una (C) o si es de habitación colocando una (H)							
Valor de "X"							
Espacio insuficiente para el uso de ayudas	2						
Anchura de la puerta inferior a 85 cm (en tal caso, indicar medida)	1	cm: _____	cm: _____	cm: _____	cm: _____	cm: _____	cm: _____
Presencia de obstáculos fijos	1						
Apertura de la puerta hacia adentro	Descriptivo						
Ausencia ducha	Descriptivo						
Bañera fija	Descriptivo						
Unidades: Número de baños por cada tipo							Total de baños
Puntuación por tipo de baño: multiplicar la suma de la valoración de las características de inadecuación ergonómica por el nº de unidades de cada tipo.							Puntuación total
PMB: Puntuación media de baños para la higiene del paciente	PMB = $\frac{\text{Puntuación total}}{\text{Total de baños}}$						
¿Hay ayudas para la higiene del paciente?		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO					
¿Camilla para la ducha?	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Nº _____					
¿Bañera ergonómica (baño asistido) adecuada?	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Nº _____					
¿Ducha ergonómica (ducha asistida) adecuada?	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Nº _____					
¿Elevador para bañera fija?	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Nº _____					

2.5. BAÑO CON WC : Indicar los tipos de baño central y/o baños de las habitaciones con WC y su nº.		Tipos de baño con WC						
Características de inadecuación ergonómica: Señalar con una "X" las características que presenta cada tipo.		A	B	C	D	E	F	G
Indicar si el baño es central colocando una (C) o si es de habitación colocando una (H)								
	Valor de "X"							
Espacio insuficiente para el uso de silla de ruedas	2							
Altura del WC inadecuada (inf. a 50 cm)	1							
Ausencia o inadecuación de la barra de apoyo* lateral en el WC	1							
Apertura de la puerta interior a 85 cm	1							
Espacio lateral entre WC y pared < a 80 cm	1							
Apertura de la puerta hacia adentro	Descriptivo							Total de baños
Unidades: Número de baños con WC por cada tipo								
Puntuación por tipo de baño con WC: multiplicar la suma de los valores de "X" por el nº de unidades de cada tipo.								Puntuación total
PMWC: Puntuación media de baños con WC		PMWC = $\frac{\text{Puntuación total}}{\text{Total de baños}}$						

* Si existen barras de apoyo pero son inadecuadas, señalar cuál es el motivo de la inadecuación y considerarla como ausente.

2.7. CAMAS REGULABLES EN ALTURA: Señalar con una "X" las características que presenta cada tipo					
Descripción del tipo de cama	Nº de camas	Regulación eléctrica	Regulación mecánica a pedal	Nº de nodos	Elevación manual de cabecera o piecero
Cama A:		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Cama B:		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Cama C:		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Cama D:		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

PMamb : puntuación media entorno/ambiente **PMamb = PMB+ PMWC + PMH**

Técnico que realiza la inspección:

Residuos sólidos urbanos. Riesgos laborales en plantas de tratamiento de frigoríficos (I)

Municipal solid waste. Occupational risks in refrigerator treatment plants (I)
Déchets solides urbains. Risques du travail dans les plantes de traitement de réfrigérateurs (I)

Redactores:

Agustí Gil Armengol

Diplomado en Ingeniería Técnica Química Industrial

GRUPO FCC ÁMBITO S.A.

Eduard Márquez Bargalló

Licenciado en Ciencias Biológicas

AGÈNCIA DE RESIDUS DE CATALUNYA

Xavier Solans Lampurlanés

Licenciado en Ciencias Biológicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se describen el conjunto de las operaciones que se pueden realizar en una planta para el tratamiento de residuos de frigoríficos fuera de uso y los riesgos asociados a cada una de ellas. El objetivo de estas plantas es, por un lado, extraer los componentes peligrosos (CFC, aceites) de los frigoríficos y almacenarlos para su posterior tratamiento por un gestor autorizado y, por otro, el reciclado y la valorización de sus materiales.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Desde inicios del siglo XX, los clorofluorocarbonos (CFC) se habían utilizado en múltiples aplicaciones (refrigerantes, agentes extintores, disolventes, propelentes, etc.) ya que, aparte de su bajo coste, eran inocuos, no inflamables y relativamente inertes. Sin embargo, a finales de los años 60 se encontraron moléculas de CFC en las capas altas de la atmósfera y durante los años 70 se estudiaron sus efectos. En los años 80 se supo que estos gases eran los causantes de la destrucción de la capa de ozono y que, en consecuencia, se debería prevenir su difusión sin control. También se supo que los CFC son gases con efecto invernadero y que, por tanto, contribuyen al cambio climático. Finalmente, en los años 90 se empezó a regular y restringir su uso.

La mayor parte de los frigoríficos y congeladores (en adelante frigoríficos de forma conjunta) fabricados hasta mediados de los años 90 contienen CFC, tanto en el circuito de refrigeración como en las espumas aislantes de las paredes que los forman. En el circuito de refrigeración, los CFC, gracias a sus propiedades especiales, y a los cambios inducidos por el motor, absorben calor del interior de los frigoríficos, lo liberan al exterior y, por tanto, lo enfrián; además, estos gases también se encuentran en las espumas aislantes por haber sido utilizados para expandir el poliuretano que forma sus paredes.

El Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono es el instrumento legislativo de la Unión Europea que regula los CFC y que adopta el Protocolo de Montreal, tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo

la producción y el consumo de numerosas sustancias que se ha estudiado que reaccionan con el ozono y que son responsables del agotamiento de la capa de ozono.

La industria se vio obligada a cambiar la tecnología y sustituir la utilización de los CFC por la de gases inocuos para el medio ambiente. Los primeros sustitutos de los CFC fueron los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), que tenían un potencial destructor de la capa de ozono menor. Posteriormente fueron reemplazados por los hidrofluorocarbonos (HFC) e isobutano en el circuito de refrigeración, y por ciclopentano en las espumas aislantes. Estos últimos hidrocarburos, el isobutano y el ciclopentano, son compuestos orgánicos volátiles (COV) que no contribuyen a la destrucción de la capa de ozono y su efecto sobre el calentamiento global del planeta es muy pequeño; sin embargo, bajo determinadas condiciones pueden dar lugar a incendios o explosiones.

Debido a su contenido en CFC y aceites, los residuos de frigoríficos se han de considerar como residuos peligrosos (o especiales) y están incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, que traspone las Directivas 2002/96/CE y 2003/108/CE.

Este Real Decreto establece las medidas a aplicar tanto en la fabricación de los productos como en su gestión cuando se convierten en residuos. Entre las medidas para la gestión de estos residuos, se pueden señalar:

- Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que contengan materiales o elementos peligrosos, entre los que se incluyen los frigoríficos fuera de uso, han de ser descontaminados y los sistemas de tratamiento de estos residuos deben incluir como mínimo la extrac-

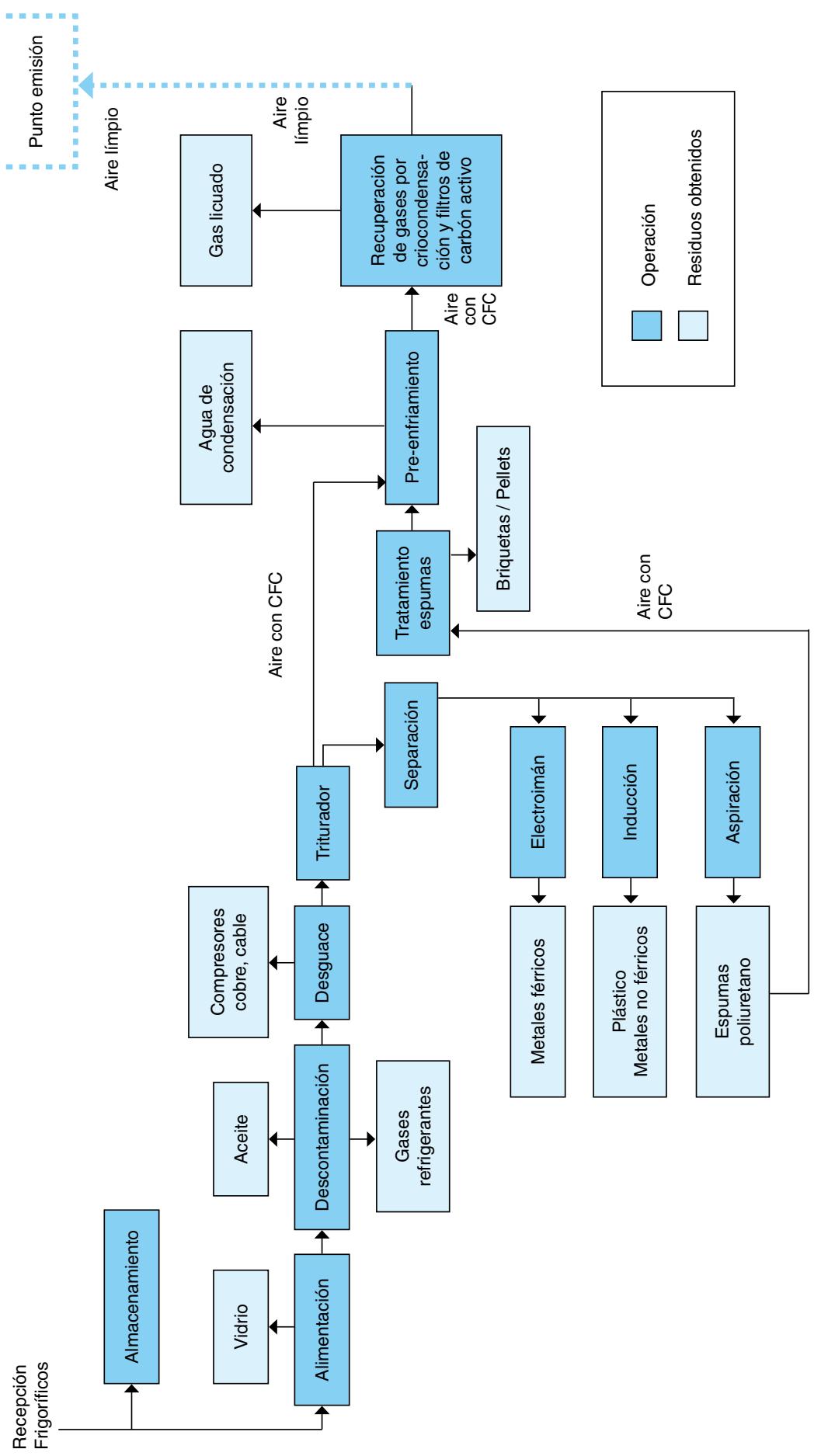


Figura 1. Operaciones en una planta para el tratamiento de los residuos de frigoríficos fuera de uso

ción de los CFC, HCFC o HFC para su eliminación o valorización de conformidad con lo estipulado en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

- El reciclado del 75%, en peso, de los componentes, materiales y sustancias que los forman.
- Adopción del principio «quien contamina paga» según el cual los fabricantes de los aparatos eléctricos y electrónicos, en general, y de los equipos frigoríficos en particular, están obligados a financiar los sistemas de gestión de estos residuos.

Gracias a este sistema de gestión, se consigue, por un lado, evitar la contaminación atmosférica con los gases contaminantes y, por otro, aprovechar para su valorización más del 80% de los componentes del frigorífico.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Las operaciones realizadas para el tratamiento de los residuos de frigoríficos son las siguientes (figura 1):

- Recepción de los frigoríficos.
- Retirada de los componentes no triturables.
- Descontaminación del circuito de refrigeración (extracción de gases y aceite).
- Retirada de los compresores, cables eléctricos, cobre y otros elementos no triturables.
- Trituración del frigorífico, con aspiración de gas.
- Separación de los materiales recuperables.
- Expedición de los materiales a valorización o tratamiento.

En resumen, las operaciones que se realizan en estas plantas tienen por objeto la extracción de los gases que contienen los frigoríficos (en el interior del circuito de frío y en las espumas aislantes de poliuretano de sus paredes) y la recuperación para su valorización de los distintos materiales (hierro, plástico, aluminio, cobre, aceite desgasificado, vidrio, cables eléctricos, fluorescentes y espumas aislantes) que forman parte del mismo.

Recepción de los frigoríficos

En primer lugar, se realiza el proceso de recepción de los frigoríficos, con el control de entrada y registro de los datos, pasando a continuación a la zona de descarga.

La descarga se realiza mediante una carretilla hidráulica equipada con unas pinzas especiales (figura 2), que permite manipular los frigoríficos sin dañar el circuito de frío ni las paredes del mismo, que lo traslada a la zona de almacenamiento. Este almacenamiento se realiza según tipología distinguiendo entre frigoríficos y congeladores.

Retirada de componentes no triturables

Mediante la carretilla se acercan los frigoríficos desde la zona de almacenamiento a la de proceso donde, de forma manual, se realiza la retirada de las bandejas de cristal y cualquier objeto que pueda interferir en el proceso posterior. Los elementos recuperables -piezas de aluminio, hierro y vidrio- son depositados en contenedores intermedios habilitados al efecto.

Posteriormente, el frigorífico se dirige a las siguientes fases del proceso (por ejemplo mediante un sistema de cinta o camino de rodillos).

Extracción del gas/aceite del compresor

Para realizar el vaciado del gas del circuito de refrigeración se utiliza un equipo de aspiración compacto, que



Figura 2. Carretilla para la manipulación de los frigoríficos

dispone de una mesa basculante que permite situar el frigorífico en la posición más favorable para la realización de esta operación.

La extracción se realiza mediante un cabezal con junta hermética. Se perfora el compresor y se aspira su contenido, compuesto por una mezcla de aceite y gases refrigerantes (en algunos casos también se pueden utilizar para esta operación unas pinzas especiales que perforan los tubos de circulación). Un sistema de ultrasonidos permite la separación del aceite y el gas; el aceite se envía a un contenedor donde se almacena, mientras que el gas se impulsa mediante un compresor a una trampa de frío.

En la trampa de frío, el gas extraído, que además puede contener aire, se enfriá hasta -40°C a una presión de 8 bares. En estas condiciones de temperatura y presión el gas se encuentra en estado líquido. Por otro lado, la trampa de frío también tiene la función de viento, que permite eliminar el aire que pudiera quedar.

Finalmente, los gases se recogen en botellas a presión, como gas licuado, que una vez llenas se almacenan hasta su envío a un gestor autorizado.

Desguace del frigorífico

Una vez extraído el gas y el aceite del circuito de refrigeración, un operario se encarga de retirar del frigorífico las partes recuperables; se separan el compresor descontaminado, los cables eléctricos y tubos de cobre del circuito. Estos materiales se depositan de forma selectiva en distintos contenedores. Para realizar estas operaciones se emplean destornilladores eléctricos, tenazas hidráulicas y neumáticas, u otras herramientas manuales.

Una vez retiradas las partes recuperables, se conduce el frigorífico a la máquina trituradora.

Trituración/Separación

La trituración de los frigoríficos y separación de sus materiales se realiza de uno en uno en una cámara cerrada

que se halla ligeramente en depresión, para minimizar la generación de polvo en el exterior y facilitar la aspiración del los gases refrigerantes liberados. Una vez triturado, la mezcla de materiales del frigorífico se ve forzada a pasar por un tamiz perforado, cayendo a una cinta transportadora, de la cual se irán separando los materiales que la componen. Mediante un sistema magnético (over-band) se extraen los metales férricos, que se recogen en un contenedor; la fracción que queda, constituida por metales no férricos (aluminio) y plásticos, es conducida a un separador por corrientes inducidas, y recogida también en un contenedor.

La extracción de los gases contenidos en las espumas aislantes del frigorífico es una tarea compleja, ya que éstos se encuentran de forma difusa en sus celdas de poliuretano o similar. La espuma procedente de la separación de la mezcla triturada del frigorífico es aspirada por un ventilador, que la arrastra hasta un silo para su almacenamiento intermedio, en espera de ser compactada. El aire aspirado pasa a través de un filtro de mangas y es devuelto a la unidad de trituración/separación. La espuma arrastrada y que no atraviesa este filtro cae también al silo.

Los trocitos de espuma almacenados en el silo, con ayuda de un agitador, son extraídos por una válvula rotativa y conducidos, por ejemplo mediante un tornillo sifón, a la unidad de briquetado o compactación, donde se convierten en briquetas (en algunos casos se puede utilizar un sistema de peletización en lugar de la briquetadora). Este proceso de compactación se lleva a cabo en cámaras cerradas, para facilitar la aspiración y recuperación de los gases refrigerantes que se generan en el proceso.

Extracción y recuperación de los gases refrigerantes

Tanto durante el proceso de trituración como en el de compactación, que se realizan en depresión, se liberan los gases que contienen las espumas en su interior. Para la recuperación del gas se pueden emplear tres sistemas distintos:

- a) El gas se capta por un circuito de aspiración y se hace pasar por un sistema de criocondensación mediante nitrógeno, donde se condensa dejando pasar el aire limpio. Finalmente, el gas ya licuado se recoge en botellas a presión.
- b) El aire con los gases refrigerantes se hace pasar por una batería de filtros de carbón activo en los que los gases quedan retenidos por adsorción, dejando pasar el aire limpio. Su recuperación se produce por el enfriamiento (-80°C) del aire caliente usado para la desorción de los gases en los filtros de carbón activo.
- c) Se emplea un sistema de compresión de la corriente gaseosa seguido de una criocondensación.

Las aguas de condensación del proceso se recogen y se envían, como residuo, a un gestor autorizado.

Gestión del gas y partes recuperables

Los gases extraídos de los frigoríficos se envían a un gestor autorizado, que procederá a su eliminación por incineración.

Por otro lado, los elementos recuperables del frigorífico (hierro, plástico, aluminio, cobre, aceite desgasificado, vidrio, cables eléctricos, fluorescentes y espumas aislantes) se envían de forma separada para su tratamiento a un gestor de residuos autorizado.

OPERACIONES	RIESGOS
Descarga de los frigoríficos	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de personas a distinto nivel. • Caída de objetos por derrumbe o desplome. • Caída de objetos en manipulación. • Caída de objetos desprendidos. • Golpes / cortes por objetos o herramientas. • Proyección de fragmentos o partículas. • Sobreesfuerzos. • Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
Retirada elementos móviles	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de objetos en manipulación. • Caída de objetos desprendidos. • Golpes / cortes por objetos o herramientas. • Proyección de fragmentos o partículas. • Sobreesfuerzos. • Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
Alimentación de la cinta o camino de rodillos	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de objetos en manipulación. • Caída de objetos desprendidos. • Choques contra objetos inmóviles. • Golpes / cortes por objetos o herramientas. • Proyección de fragmentos o partículas. • Sobreesfuerzos.
Carretilla elevadora	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de objetos en manipulación. • Caída de objetos desprendidos. • Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos. • Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
Extracción del gas del circuito de frío/aceite del compresor	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de objetos por derrumbe o desplome. • Golpes / cortes por objetos o herramientas. • Proyección de fragmentos o partículas. • Contactos térmicos. • Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (aceite, gas). • Explosiones. • Exposición a ruido.
Desguace del frigorífico	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de objetos en manipulación. • Golpes / cortes por objetos o herramientas. • Proyección de fragmentos o partículas. • Sobreesfuerzos. • Contactos eléctricos.
Trituración del frigorífico	<ul style="list-style-type: none"> • Explosiones. • Incendios.
Retirada de materiales recuperados	<ul style="list-style-type: none"> • Proyección de fragmentos o partículas. • Sobreesfuerzos. • Exposición a agentes químicos (polvo). • Exposición a ruido.
Operaciones de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de personas a distinto nivel. • Caída de personas al mismo nivel. • Caída de objetos en manipulación. • Choques contra objetos inmóviles. • Choque contra objetos móviles. • Golpes / cortes por objetos o herramientas. • Proyección de fragmentos o partículas. • Atrapamiento por o entre objetos. • Sobreesfuerzos. • Contactos térmicos. • Contactos eléctricos. • Exposición a sustancias nocivas o tóxicas. • Contato con sustancias cáusticas o corrosivas. • Exposición a ruido. • Exposición a agentes químicos.
Operaciones de limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de personas a distinto nivel. • Caída de objetos en manipulación. • Proyección de fragmentos o partículas. • Exposición a agentes químicos (polvo). • Sobreesfuerzos.
Inespecíficos	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de personas al mismo nivel. • Pisadas sobre objetos. • Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.

Tabla 1. Principales riesgos laborales identificados en una planta de tratamiento de residuos de frigoríficos

Operaciones de mantenimiento

Incluye, entre otros, la realización de los siguientes trabajos:

- Mantenimiento preventivo de los equipos de trabajo.
 - Reposición de aceites, engrases de partes móviles.
 - Equipos de cuchillas.
 - Equipo de peletizado y briquetadora.
 - Circuitos de refrigeración y compresor.
 - Iluminación, cuadros eléctricos y control de mediciones, seguimiento de parámetros, funcionamiento de las máquinas.
 - Comprobación de los sistemas de seguridad de los equipos de trabajo.
- Mantenimiento preventivo de la carretilla.
- Reparación de pequeñas averías.

Operaciones de limpieza

Los trabajos de limpieza que se pueden realizar en este tipo de plantas consisten en:

- Limpieza general de la planta.
- Limpieza de los equipos y lugares de trabajo.
- Limpieza de la zona de materiales.
- Limpieza diaria de la zona de separación de materiales.

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Una vez conocidas las distintas operaciones que se realizan en una planta de tratamiento de residuos de frigoríficos, se deben identificar los riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores en el desarrollo de estas

operaciones (tabla 1). La relación de riesgos en los lugares de trabajo considerados se describen de acuerdo con la guía “Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la PYME” publicada por el INSHT.

Esta identificación de riesgos pretende ser general, de forma que puedan hallarse en cualquier tipo de planta de tratamiento de frigoríficos; es evidente que atendiendo a las características propias de cada planta, y la forma cómo se realicen las distintas operaciones, puede haber variaciones de estos riesgos.

Asimismo, también se consideran aquellos riesgos que no se pueden asociar a un área u operación concreta, sino que pueden afectar al conjunto de la instalación de forma general (riesgos inespecíficos). Por lo tanto, se entiende que estos riesgos pueden presentarse independientemente de la operación que se realice y pueden afectar tanto al conjunto de los trabajadores de la planta como a cualquier otra persona (conductores, subcontratas, visitas, etc.) que pueda acceder a la misma. Además, debido a la presencia en este tipo de instalaciones de trabajadores de empresas externas (conductores de camiones) que circulan y realizan actividades concretas, es importante tener en cuenta la correspondiente coordinación de actividades empresariales (RD. 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales).

Finalmente, hay que indicar que no se hace referencia a los riesgos derivados de actividades no propias o específicas de este tipo de instalaciones, como por ejemplo: oficinas, operaciones concretas de mantenimiento como soldadura, etc., ni las operaciones en laboratorio; en este caso, los riesgos potenciales a considerar serían los típicos de estas operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- (2) Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- (3) Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- (4) Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Residuos sólidos urbanos. Riesgos laborales en plantas de tratamiento de frigoríficos (II)

Municipal solid waste. Occupational risks in refrigerator treatment plants (II)

Déchets solides urbains. Risques du travail dans les plantes de traitement de réfrigérateurs (II)

Redactores:

Agustí Gil Armengol

Diplomado en Ingeniería Técnica Química Industrial

GRUPO FCC ÁMBITO S.A.

Eduard Márquez Bargalló

Licenciado en Ciencias Biológicas

AGÈNCIA DE RESIDUS DE CATALUNYA

Xavier Solans Lampurlanés

Licenciado en Ciencias Biológicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES

DE TRABAJO

Una vez identificados los principales riesgos derivados de la actividad laboral en una planta de tratamiento de residuos de frigoríficos (véase NTP 908) se debe proceder, si es posible, a su eliminación; si no se pueden eliminar, se deben evaluar a fin de poder adoptar las medidas apropiadas para reducir y/o controlar estos riesgos.

En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se propone un conjunto de medidas preventivas a adoptar en las distintas operaciones que se pueden realizar en este tipo de instalaciones.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

A partir de los riesgos identificados en las distintas operaciones que se realizan en una planta de tratamiento de residuos de frigoríficos (véase NTP 908), en primer lugar se debe intentar su eliminación. Cuando esto no es posible, la realización de la evaluación de riesgos laborales permite estimar la magnitud de estos riesgos y obtener la información necesaria sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas.

A continuación se propone un conjunto de medidas preventivas para la reducción y/o control de los riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores de las plantas de tratamiento de frigoríficos, según las distintas operaciones que se realizan.

Para los riesgos asociados a las operaciones de mantenimiento, limpieza y trabajo con carretilla elevadora se pueden revisar las medidas preventivas indicadas para otras plantas de tratamiento de residuos (NTP nºs: 711, 717 y 806).

Si se desea ampliar la información acerca de alguno de los riesgos tratados, se recomienda acceder al conjunto de Notas Técnicas de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (<http://www.insht.es/portal/site/Insht/>), donde se pueden hallar, de forma monográfica y exhaustiva, las medidas preventivas a adoptar frente a factores de riesgo concretos (herramientas manuales, carretillas elevadoras, plataformas elevadoras, palas cargadoras, almacenamiento en estanterías, máquinas, prensas, escaleras manuales, cintas transportadoras, etc.), los dispositivos de seguridad de los que deben disponer los equipos de trabajo (enclavamientos,

dispositivos de parada de emergencia, resguardos, etc.) y los equipos de protección individual a utilizar por los trabajadores (cinturones de seguridad, guantes y gafas de protección, etc.).

Operaciones de descarga de los frigoríficos

Los principales riesgos en estas operaciones los constituyen las caídas de personas a distinto nivel, las caídas de objetos por derrumbe o desplome, las caídas de objetos en manipulación, las caídas de objetos desprendidos, los golpes/cortes por objetos o herramientas, la proyección de fragmentos o partículas, los sobreesfuerzos, y los atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.

Caída de personas a distinto nivel

Al subir o bajar de los vehículos así como al aproximarse los frigoríficos al borde de la caja del camión.

- Subir y bajar del vehículo siempre de cara a la cabina, asiéndose con ambas manos y utilizando los estribos y asideros dispuestos para tal fin.
- Mantener en buen estado de conservación los asideros y estribos.
- Evitar saltos desde la cabina y movimientos bruscos.
- No acceder a los vehículos encaramándose a través de las ruedas, paragolpes o laterales de los equipos.
- Establecer la prohibición de subir o bajar de los vehículos cuando se encuentren en movimiento.
- Utilizar calzado de seguridad con suela antideslizante debidamente certificado.

Caída de objetos por derrumbe o desplome

Por la caída de los frigoríficos apilados en el almacén.

- Almacenar los frigoríficos a una sola altura y en posición vertical (recomendado).
- Señalar este riesgo en la zona.

Caída de objetos en manipulación

Por la manipulación manual de los frigoríficos al aproximarse al borde de la caja del camión.

- Utilizar guantes de protección contra riesgos mecánicos debidamente certificados.
- Utilizar calzado de seguridad con puntera reforzada debidamente certificado.

Caída de objetos desprendidos

Por la caída de los frigoríficos desde la caja del camión durante las operaciones de descarga así como durante las operaciones de almacenamiento.

- Establecer la prohibición de aproximarse a los camiones durante las operaciones de descarga de los frigoríficos.
- Limitar el acceso a la zona de descarga y almacenamiento.
- Señalar este riesgo en la zona.

Golpes/cortes por objetos o herramientas.

Derivado de la manipulación manual de los frigoríficos al aproximarse al borde de la caja del camión.

- Utilizar guantes de protección contra riesgos mecánicos debidamente certificados.
- Utilizar ropa de trabajo que cubra las extremidades.
- Formación de los trabajadores en la correcta manipulación de frigoríficos, los riesgos que comporta y las medidas preventivas a adoptar en cada momento.

Proyección de fragmentos o partículas

Provocado por la fragmentación de residuos durante la operación de descarga.

- Evitar situarse cerca de los puntos de descarga.
- Limitar el acceso a la zona de descarga y almacenamiento.

Sobreesfuerzos

Derivado de la manipulación manual de los frigoríficos al adoptar posturas incorrectas o realizar estiramientos musculares.

- Formación de los trabajadores en la correcta manipulación manual de cargas, la adopción de posturas de trabajo adecuadas y la eliminación de movimientos innecesarios.

Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos

Derivado de la circulación de personas y vehículos.

- Las operaciones de aproximación y descarga de los camiones deberá ser controlada en todo momento por un trabajador (que se situará siempre en un lugar visible para el conductor) impidiendo el inicio de la maniobra de acercamiento al punto de descarga o la propia descarga, en caso de hallarse otros trabajadores próximos.
- Establecer la prohibición de acercarse a los vehículos

cuando estén realizando operaciones de aproximación o de descarga.

- Habilitar zonas de paso para peatones, claramente delimitadas y señalizadas.
- Establecer la obligatoriedad de utilizar en todo momento ropa de alta visibilidad.
- Es aconsejable que los vehículos dispongan de avisadores acústicos y luminosos de marcha atrás.
- Evitar la circulación simultánea de camiones y carretillas elevadoras en las zonas de descarga y almacenamiento de los frigoríficos.

Operaciones de retirada de los elementos móviles del frigorífico

Los principales riesgos en estas operaciones los constituyen las caídas de objetos en manipulación, las caídas de objetos desprendidos, los golpes/cortes por objetos o herramientas, la proyección de fragmentos o partículas, los sobreesfuerzos, y la exposición a sustancias nocivas o tóxicas.

Caída de objetos en manipulación

Por la manipulación manual de los frigoríficos que en ocasiones pueden presentar dificultad de agarre.

- Utilizar guantes de protección (contra riesgos mecánicos y/o químicos) adecuados y debidamente certificados.
- Utilizar calzado de seguridad con puntera reforzada debidamente certificado.

Caída de objetos desprendidos

Derivado del estado en que se reciben los residuos frigoríficos.

- Utilizar calzado de seguridad con puntera reforzada debidamente certificado.

Golpes / cortes por objetos o herramientas

Provocado por la retirada manual de cristales y otros elementos móviles del frigorífico.

- Utilizar guantes de protección contra riesgos mecánicos debidamente certificados.
- Utilizar ropa de trabajo que cubra las extremidades.
- Formación de los trabajadores en la correcta manipulación de residuos, los riesgos que comporta y las medidas preventivas a adoptar.

Proyección de fragmentos o partículas

Derivado de la manipulación de las partes móviles de los residuos.

- Utilizar gafas de protección adecuadas y debidamente certificadas.

Sobreesfuerzos

Por la manipulación manual de los frigoríficos en las operaciones de retirada de los elementos móviles.

- Minimizar la manipulación manual de los frigoríficos.
- Disponer de herramientas mecánicas para poder minimizar el movimiento de los frigoríficos.
- Formación de los trabajadores en la correcta manipulación manual de cargas, la adopción de posturas de trabajo adecuadas y la eliminación de movimientos innecesarios.

Exposición a sustancias nocivas o tóxicas

Por la posibilidad de contacto con residuos de agentes químicos en forma líquida que puedan haber en el interior del frigorífico.

- Utilizar guantes de protección adecuados debidamente certificados.

Operaciones de alimentación de la cinta o camino de rodillos

Los principales riesgos en estas operaciones los constituyen las caídas de objetos en manipulación, las caídas de objetos desprendidos, los choques contra objetos inmóviles, los golpes/cortes por objetos o herramientas, la proyección de fragmentos o partículas y los sobreesfuerzos.

Caída de objetos en manipulación

Por la manipulación manual de los frigoríficos en el momento de su colocación en la cinta.

- Alimentar correctamente la cinta, de forma que se impida la caída del frigorífico.
- Utilizar calzado de seguridad con puntera reforzada debidamente certificado.

Caída de objetos desprendidos

Por la manipulación manual de los frigoríficos en el momento de su colocación en la cinta.

- Alimentar correctamente la cinta, de forma que se impida la caída del frigorífico.
- Utilizar calzado de seguridad con puntera reforzada debidamente certificado.

Choques contra objetos inmóviles

Derivado de la acumulación de frigoríficos en la zona de alimentación de la cinta de rodillos.

- Delimitar una zona específica para los frigoríficos que se hallan a la espera de entrar en proceso de alimentar la cinta.

Golpes / cortes por objetos o herramientas

Por la manipulación manual de los frigoríficos en el momento de su colocación en la cinta.

- Utilizar guantes de protección contra riesgos mecánicos debidamente certificados.



Figura 1. Frigoríficos en la cinta de rodillos para su movimiento por las distintas operaciones

- Utilizar manguitos de protección para proteger los antebrazos (recomendado).

Proyección de fragmentos o partículas

Por la manipulación manual de los frigoríficos y por la posibilidad de proyección de fragmentos sueltos que pudieran haber en el suelo al paso de la carretilla.

- Utilizar gafas de protección debidamente certificadas.
- Mantener el orden y la limpieza en la zona de trabajo.

Sobreesfuerzos

Derivado de la manipulación manual de los frigoríficos en el momento de ayudar a su colocación en la cinta.

- Establecer la rotación de los trabajadores en la realización de esta operación.
- Formación de los trabajadores en la correcta manipulación manual de cargas, la adopción de posturas de trabajo adecuadas y la eliminación de movimientos innecesarios.

Operaciones de extracción del gas del circuito de frío / aceite del compresor

Los principales riesgos en estas operaciones los constituyen las caídas de objetos por derrumbe o desplome, los golpes/cortes por objetos o herramientas, la proyección de fragmentos o partículas, la exposición a sustancias nocivas o tóxicas, las explosiones y la exposición al ruido.

Caída de objetos por derrumbe o desplome

Por la posibilidad de caída del frigorífico de la cinta cuando éste bascula para facilitar el acceso por parte del trabajador al compresor.

- Disponer de un sistema de seguridad (por ejemplo, sistema distanciador) que no permita al trabajador situarse en la zona de volteo del frigorífico.

Golpes / cortes por objetos o herramientas

Por la manipulación de herramientas en estas operaciones.

- Utilizar guantes de protección mecánica y manguitos debidamente certificados.

Proyección de fragmentos o partículas

Por la manipulación de herramientas en estas operaciones.

- Utilizar gafas de protección frente a impactos y salpicaduras debidamente certificadas.

Contactos térmicos

Por la posibilidad que se produzcan escapes del gas del frigorífico en el momento de su extracción del circuito de frío.

- Utilizar guantes de protección adecuados y debidamente certificados.

Exposición a sustancias nocivas o tóxicas

Por la posibilidad de contacto con el gas del circuito de frío o del aceite del motor del frigorífico.

- Disponer de las fichas de datos de seguridad (FDS) de los distintos gases de refrigeración (CFC, HCFC, isobutano o ciclopentano).

- Utilizar guantes de protección química adecuados y debidamente certificados.
- Utilizar gafas de protección adecuadas y debidamente certificadas.

Explosiones

En el proceso de extracción del gas del circuito de frío.

- Realizar una evaluación específica sobre atmósferas explosivas y, en función de los resultados obtenidos, establecer las medidas de prevención y protección necesarias.

Exposición a ruido

Producido por las herramientas utilizadas en estas operaciones.

- Realizar una evaluación específica del riesgo de exposición a ruido y, en función de los resultados obtenidos, establecer las medidas de prevención y protección necesarias según el Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido.

Operaciones de desguace del frigorífico

Los principales riesgos en estas operaciones los constituyen las caídas de objetos en manipulación, los golpes/cortes por objetos o herramientas, la proyección de fragmentos o partículas, los sobreesfuerzos, y los contactos eléctricos.

Caída de objetos en manipulación

Durante las operaciones de extracción del compresor y otros elementos.

- Utilizar guantes de protección contra riesgos mecánicos debidamente certificados.
- Utilizar calzado de seguridad con puntera reforzada debidamente certificado.
- Formación específica en la manipulación de cargas.

Golpes / cortes por objetos o herramientas

Durante las operaciones de extracción del compresor y otros elementos, derivado de la utilización de herramientas manuales.

- Utilizar guantes de protección adecuados y debidamente certificados.
- Utilizar ropa de trabajo que cubra las extremidades.

Proyección de fragmentos o partículas

Durante las operaciones de extracción del compresor y otros elementos, por la utilización de herramientas manuales.

- Utilizar gafas de protección adecuadas y debidamente certificadas.
- Instalar fuente lavaojos.

Sobreesfuerzos

En el momento de la manipulación de elementos pesados o de difícil agarre extraídos del frigorífico para depositar en su contenedor correspondiente (p.e. motor del frigorífico).

- Formación de los trabajadores en la correcta manipulación manual de cargas, la adopción de posturas

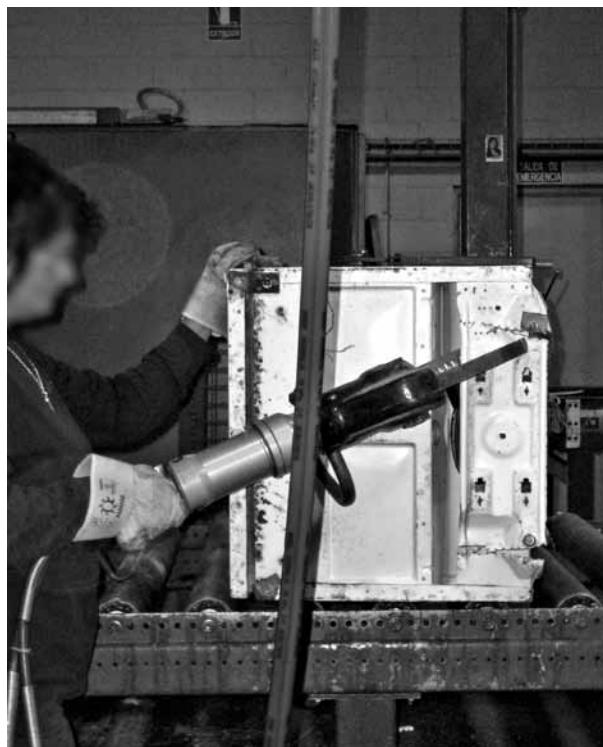


Figura 2. Operación de extracción del compresor de los frigoríficos

de trabajo adecuadas y la eliminación de movimientos innecesarios.

Contactos eléctricos

Por la manipulación de herramientas.

- Disponer de herramientas portátiles con protección eléctrica (doble carcasa) o continuidad en tierra.

Operaciones de trituración

Debido a que algunos sustitutos de los CFC (p.e. ciclopentano) son inflamables, los equipos para la trituración de los frigoríficos que contienen estos gases deben estar preparados para trabajar en atmósferas explosivas, según se establece en el Real Decreto 400/1996, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Asimismo, también debe tenerse en cuenta el Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, que transpone la Directiva 1999/92/CE, relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.

Explosiones

Debido a los gases que se pueden generar en el triturador y en el equipo de separación de los materiales durante la trituración de los frigoríficos.

- Disponer de sistemas de seguridad (p.e. detectores de gas pentano) para que, en el caso de llegar a concentraciones críticas, inertizar de forma automática la cámara de trituración mediante la inyección de nitrógeno y evitar posibles explosiones debido a la generación de

- atmósferas explosivas en los equipos de trabajo donde se realiza la trituración de los frigoríficos.
- Señalar la zona según la normativa de atmósferas explosivas (ATEX).
- Informar y formar a los trabajadores frente a este riesgo.

Incendios

Debido a los gases que se pueden generar en el triturador y en el equipo de separación de los materiales durante la trituración de los frigoríficos.

- Evitar la acumulación de polvo, mediante la limpieza periódica en el interior de los trituradores y en la zona de la separación de los materiales.
- Disponer de dispositivos para la detección de humo y fuego.
- Disponer de equipos de extinción automáticos en el interior de la cámara de trituración.
- Disponer de un equipo de inertización (p.e. nitrógeno) en la cámara de trituración de los residuos de frigoríficos que contengan ciclopentano.
- Calibrar los sensores de butano y oxígeno.
- Formación de los trabajadores en la utilización de los equipos de extinción (extintores, BIEs).

Operaciones de retirada de los materiales recuperados

Los principales riesgos en estas operaciones los constituyen la proyección de fragmentos o partículas, los sobreesfuerzos, la exposición a agentes químicos y la exposición al ruido.

Proyección de fragmentos o partículas

En el momento de recuperación de los distintos materiales del frigorífico, por la caída de los elementos recuperados a su contenedor específico.

- Evitar que los trabajadores se sitúen cerca de los puntos de caída de los elementos recuperados.
- Utilizar gafas de protección debidamente certificadas.
- Instalar fuentes lavaojos.

Sobreesfuerzos

Durante la operación de movimiento de los “big-bags” con los materiales recuperados.

- Pedir ayuda a un compañero cuando sea necesario.
- Formación de los trabajadores en la correcta manipulación manual de cargas, la adopción de posturas de trabajo adecuadas y la eliminación de movimientos innecesarios.

Exposición a agentes químicos (polvo)

Tras la operación de trituración del frigorífico y recogida de los materiales seleccionados en la zona de almacenamiento puede generarse polvo.

- Tapar los contenedores de las espumas de poliuretano, a fin de minimizar el paso de polvo al ambiente.
- Luminar la zona de trabajo para evitar la acumulación de polvo.
- Realizar un correcto mantenimiento preventivo de los equipos, a fin de garantizar el briquetado de las espumas de poliuretano.
- Utilizar un equipo de protección respiratoria frente a partículas adecuado y debidamente certificado, atendiendo a los resultados de la evaluación de riesgos.

- Realizar una evaluación específica del riesgo de exposición a agentes químicos y, en función de los resultados obtenidos, establecer las medidas de prevención y protección necesarias según el Real Decreto 374/2001, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Exposición a ruido

Producido por los equipos de trabajo (equipo compactador de briquetas y equipo para la recuperación de los gases).

- Realizar una evaluación específica del riesgo de exposición a ruido y, en función de los resultados obtenidos, establecer las medidas de prevención y protección necesarias según el Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido.

Riesgos inespecíficos

Se incluyen en este punto aquellos riesgos que no se pueden asociar a un área u operación concreta, sino que pueden afectar al conjunto de la instalación de forma general. Por lo tanto, se entiende que estos riesgos pueden presentarse independientemente de la operación que se realice y afectar tanto al conjunto de los trabajadores de la planta como a cualquier otra persona (conductores, subcontratas, etc.) que pueda acceder a la misma.

Caída de personas al mismo nivel

Derivado de la presencia de líquidos y/o acumulación de residuos en las zonas de paso, que pueden provocar tropiezos o resbalones.

- Mantener limpias y libres de obstáculos las zonas de paso.
- Establecer la prohibición de caminar encima de los residuos.
- Delimitar y señalizar las zonas de circulación de peatones.
- Luminar inmediatamente los posibles derrames o vertidos.
- Utilizar calzado de seguridad con suela antideslizante debidamente certificado.

Pisadas sobre objetos

Por la posible acumulación de materiales en el suelo.

- Utilizar calzado de seguridad con plantilla reforzada debidamente certificado.
- Señalar de la obligación de utilizar calzado de seguridad en toda la instalación.
- Mantener el orden y la limpieza en toda la instalación.

Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos

Por la circulación de la carretilla en la zona de almacenamiento y alimentación de la cinta de rodillos y de camiones en la zona de descarga.

- Limitar y señalizar la velocidad de circulación de los vehículos en función de las zonas.
- Habilitar vías específicas para la circulación de peatones claramente delimitadas y señalizadas.
- Evitar la circulación simultánea de camiones y de la carretilla en la zona de descarga.
- Utilizar en todo momento ropa de alta visibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- (2) Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- (3) Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- (4) Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- (5) Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- (6) 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.

Referencias bibliográficas: documentos electrónicos

*Bibliographic references: electronic documents
Références bibliographiques: documents électroniques*

Redactoras:

Mercè Forasté Cuadrench
Diplomada en Biblioteconomía y Documentación
Mª Dolors Montfort Sivilla
Diplomada en Biblioteconomía y Documentación
**CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO**

En los trabajos de investigación, informes, artículos, etc., se hace referencia habitualmente a documentos impresos y a otros recursos de información en formato electrónico. Esta Nota Técnica de Prevención complementa a la anteriormente publicada NTP 671 dedicada a referencias bibliográficas de documentos de material impreso y con ella se pretende facilitar la elaboración de las referencias bibliográficas de dichos recursos electrónicos según las normas internacionales vigentes.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El término “recursos electrónicos” se utiliza para nombrar al conjunto de fuentes digitales susceptibles de formar parte de una bibliografía o de una lista de referencias bibliográficas, incluidos los servicios en línea. Los documentos electrónicos son los que aparecen en formato electrónico y están creados, almacenados y difundidos por un sistema informático. Pueden ser definitivos y no modificables, pero también pueden ser modificables tanto en la forma como en el contenido.

Es indispensable que al citar un documento en formato electrónico sea identificable y recuperable fácilmente a través de los datos bibliográficos anotados y sea coherente con los otros documentos tradicionales incluidos en la lista. Por lo tanto, todas las referencias deben seguir un mismo modelo.

Bajo la denominación recursos electrónicos se encuentran:

- Páginas Web (www: World Wide web)
- Sitios FTP (File Transfer Protocol)
- Libros electrónicos
- Artículos de revistas electrónicas
- Mensajes de correo electrónico
- Mensajes de listas de discusión
- Bases de datos en línea y CD-ROM
- Programas informáticos tanto en línea como en disquete, cinta magnética, CD-ROM, etc.

Los recursos electrónicos y los no electrónicos tienen muchas características comunes. Si se comparan los elementos descriptivos que sirven para identificar monografías, artículos etc., no siempre se pueden aplicar sin matices a los materiales electrónicos. Estos recursos disponibles en red tienen unas particularidades que los diferencian de cualquier otro tipo de documento. Su movilidad, cambios de localización, y la facilidad con que pueden ser modificados sin que queden vestigios de

su contenido previo son características que los hacen especiales.

La norma ISO 690:2010 sobre referencias bibliográficas establece los elementos obligatorios y opcionales de la referencia y les asigna un orden. Cuando se quiere aplicar un sistema consistente de referencias en un trabajo de investigación, contribuciones en revistas o trabajos destinados a un ámbito profesional determinado, es necesario establecer, claramente y sin ambigüedades, unas pautas de puntuación y tipografía. Por ejemplo, entrecorbillados, cursivas, o subrayado.

2. FUENTES DE INFORMACIÓN

La fuente principal de información se obtendrá del propio documento electrónico, siempre que sea posible, y los datos recogidos en la referencia se referirán al ejemplar específico que se vio o se utilizó. Para los documentos en línea que están sujetos a cambios, la información incluirá la ubicación en la red de la versión particular que se ha utilizado y la fecha en que se ha tenido acceso al documento. Cuando los datos se han tomado de una fuente distinta que el propio documento deberán ir entre corchetes.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS BIBLIOGRÁFICOS

Los principales elementos bibliográficos de un documento son el responsable principal, el título, el tipo de soporte, la edición, la designación de los números, el lugar de publicación y el editor, la fecha de publicación y/o actualización, las partes componentes y las contribuciones, la disponibilidad y acceso de los documentos en línea, la fecha de consulta de los documentos en línea y el número normalizado.

Responsable principal

Es la persona o personas autoras del contenido intelectual de un recurso. También lo son las entidades cuando el contenido del recurso refleja su actividad colectiva o su pensamiento o cuando son de naturaleza administrativa. Cuando no hay un responsable principal o cuando el recurso incluye documentos de diversa procedencia el primer elemento de la referencia será el título.

Título

El título que da nombre al recurso electrónico debe obtenerse de la pantalla inicial o, en su defecto, se obtiene del soporte físico, de la documentación escrita o del envoltorio. En los recursos web, cuando en la pantalla inicial no hay un título significativo destacado, se anota el título que figura en la cabecera del recurso en formato html. En los mensajes electrónicos el título lo constituye el texto de la línea "Asunto" del mensaje. En el elemento título se puede incluir un subtítulo precedido de dos puntos.

Tipo de soporte

Cuando se trata de documentos electrónicos es imprescindible mencionar el tipo de soporte. Este elemento ocupa siempre la misma posición, a continuación del título, antes del subtítulo o de cualquier otra información. Aparecerá siempre entre corchetes []:

- [en línea]
- [CD-ROM]
- [cinta magnética]
- [disquete]
- [base de datos en línea]
- [monografía en CD-ROM]
- [publicación seriada en línea]
- [programa informático en disquete]
- [boletín electrónico en línea]
- [correo electrónico]
- etc.

Edición

Este elemento contiene información referente a una nueva edición, revisada o actualizada, o a una versión del recurso electrónico. Las palabras edición, revisión, versión, etc., pueden abreviarse (ed., rev., vers.).

Designación de los números (publicaciones seriadas)

Este elemento consiste en la designación numérica y/o cronológica del primer número de la publicación seriada. Cuando la revista ha dejado de publicarse, también se anota la designación del último número.

Lugar de publicación y editor

Es la localidad donde se publica y/o distribuye el recurso y el nombre del editor y/o distribuidor. Estos elementos hacen referencia a los datos contenidos en el producto y no al software usado para recuperarlos o visualizarlos. En los recursos publicados en internet u otras redes no siempre es fácil deducir los datos de publicación; cuando no son evidentes, aún siendo obligatorios, no se anotan en la referencia ni se señala su ausencia. Si el recurso citado es un texto electrónico que reproduce exactamente una edición impresa, los datos de publicación (lugar, editor, fecha de

publicación) son los de la reproducción electrónica; los datos de publicación de la edición original se dan en nota.

Fecha de publicación y/o actualización

Siempre que sea posible se anota la fecha de publicación tal y como figura en el recurso, (por ejemplo, 19 Apr. 2010). Si se sabe la fecha de publicación y el recurso se actualiza con frecuencia, la fecha se puede dejar abierta (por ejemplo, 2000-), a no ser que se cite una versión concreta del recurso. En este caso, se pueden citar las dos fechas: la de actualización irá precedida del término "actualización" o similar (por ejemplo, 2003. Actualización 15 ene. 2005). Si la única fecha que consta en el recurso es la de la última revisión/actualización se anota esta fecha en lugar de la de publicación (por ejemplo, 15 abr. 2007). En el caso de los recursos en línea, si no consta la fecha de publicación ni la de actualización, se anota únicamente la fecha de consulta.

Partes componentes y contribuciones

En las referencias a una parte de un texto electrónico, los datos concretos de la parte (su designación y título), la numeración y localización de la parte dentro del documento fuente, van a continuación de los datos bibliográficos del documento fuente y antes de las notas.

Por el contrario, en el caso de referencias a contribuciones independientes en textos y publicaciones seriadas electrónicos, los datos de la contribución (responsable, título) son los elementos iniciales de la referencia y deben estar topográficamente diferenciados del documento fuente. En las contribuciones, los datos del documento fuente van precedidos de: "En:". La numeración y localización de la contribución dentro del documento fuente se anotan después de los datos bibliográficos de éste último.

Disponibilidad y acceso de los documentos en línea

Este elemento permite identificar y localizar el recurso citado. La localización se puede limitar al URL del recurso, pero la recomendación es anotar la dirección electrónica completa, precedida por la palabra "Disponibilidad: o "Disponible en:" El URL se debe anotar respetando las mayúsculas y minúsculas que figuren en la dirección, así como los signos no alfabéticos o no numéricos. Si hay que partir alguna dirección se recomienda hacerlo después de una barra inclinada, sin que en ningún caso se use el guión para señalar la división. Se sugiere que se utilicen expresiones para cada tipo de protocolos de acceso a la red.

Fecha de consulta de los documentos en línea

Debido a la facilidad con que los recursos electrónicos en línea se modifican, revisan o actualizan, y la frecuente ausencia de fechas de publicación, revisión o actualización, la única fórmula precisa para hacer referencia a su contenido, que quizás ya no existe, es mediante la fecha en que se ha efectuado la consulta. Esta fecha se anota en forma abreviada entre corchetes y precedida de la palabra "[consulta]".

Número normalizado

Se refiere al ISBN y el ISSN. Cuando se conoce, es obligatorio consignarlo. (ISO 690:2010).

Notas

Se refiere a cualquier información general adicional y es un elemento opcional. Se pueden anotar datos que se consideren interesantes para facilitar la identificación de la cita bibliográfica y que no se hayan mencionado antes.

4. TEXTOS ELECTRÓNICOS, BASES DE DATOS Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Se incluyen textos electrónicos monográficos, bases de datos y programas informáticos, tanto si son accesibles en línea, como si están en un soporte informático tangible (disquete, cinta magnética, cd-rom, etc.)

Los elementos a considerar son los siguientes.

- Autor principal (obligatorio)
- Título (obligatorio)
- Tipo de soporte (obligatorio)
- Edición (obligatorio si no es primera edición)
- Autor secundario (opcional)
- Lugar de publicación y editor (obligatorio)
- Fecha de publicación (obligatorio)
- Fecha de actualización / revisión (obligatorio)
- Fecha de consulta (obligatorio en los documentos en línea)
- Título y número de la colección (obligatorio)
- Número normalizado (ISBN, etc) (obligatorio)
- Disponibilidad y acceso (obligatorio en los documentos en línea)
- Notas (opcional)

Modelo

Autor principal. *Título* [tipo de soporte]. Edición. Autor(es) secundario(s). Lugar de publicación: editor, fecha de publicación, fecha de actualización / revisión. [Fecha de consulta] (Colección). Número normalizado. Disponibilidad y acceso. Notas.

Ejemplos

- EUROPEAN COUNCIL OF INFORMATION ASSOCIATION. *Euroreferencial en información y documentación* [en línea]. 2^a ed. rev. Madrid, SEDIC: 2004. [Consulta 30/07/10] Disponible en: <http://www.certidoc.net/es1/euref1-espanol.pdf>
- *Micro CDS/ISIS* [disquete]. Ver. 3.071. [París]: UNESCO, c 1995. 1 disquete; 9 cm. Programa informático

5. COLABORACIONES EN TEXTOS ELECTRÓNICOS, BASES DE DATOS Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Se consideran contribuciones o colaboraciones, aquellas partes del documento que tienen un contenido unitario e independiente de las otras partes del documento que las contiene.

En este caso los elementos que deben formar parte de dicha referencia son los siguientes.

- Autor principal (de la colaboración) (obligatorio)
- Título (de la colaboración) (obligatorio)
- En: (obligatorio)
- Autor principal (del documento fuente) (obligatorio)
- Título (del documento fuente) (obligatorio)
- Tipo de soporte (obligatorio)
- Edición (obligatorio si no es primera edición)

- Autor secundario (del documento fuente) (opcional)
- Lugar de publicación y editor (obligatorio)
- Fecha de publicación (obligatorio)
- Numeración dentro del documento fuente (obligatorio)
- Localización dentro del documento fuente (obligatorio)
- Fecha de actualización / revisión (obligatorio)
- Fecha de consulta (obligatorio en los documentos en línea)
- Título y número de la colección (obligatorio)
- Número normalizado (ISBN, etc) (obligatorio)
- Disponibilidad y acceso (obligatorio en los documentos en línea)
- Notas (opcional)

Modelo

Autor principal (de la colaboración). “Título” (de la colaboración). En: Autor principal (del documento fuente). *Título* (del documento fuente). [Tipo de soporte]. Edición. Autor secundario (del documento fuente). Lugar de publicación: editor, fecha de publicación. Numeración y/o localización de la colaboración dentro del documento fuente. Fecha de actualización / revisión. [Fecha de consulta]. Número normalizado. Disponibilidad y acceso. Notas.

Ejemplos

- MARGAIX ARNAL, D. “El Opac 2.0: las tecnologías de la Web 2.0 aplicadas a los catálogos bibliográficos”. En: *Actas del VI Workshop* [en línea] CALSI, 2007. [Consulta 13/03/2009]. Disponible en: http://www.calsi.org/2007/wpcontent/uploads/2007/11/didac_margaix.pdf
- McCONNELL, W. H. “Constitucional history” En: *The Canadian Encyclopedia* [CD ROM]. Versión Macintosh 1.1. Toronto: McClelland & Stewart, 1993. ISBN 0-7710-1932-7
- SVENONIUS, Elaine. “Referentes vs.added entries” En: Authority Control in the 21st Century (1996: Dublín, Ohio). *Authority Control in the 21st Century: an invitational conference: March 31 April 1, 1996*. [En línea] Dublin, Ohio: OCLC, 1996. [Consulta 27 abril 1997]. Disponible en: <http://www.oclc.org/oclc/man/authconf/svenouiu.htm>

6. PUBLICACIONES SERIADAS ELECTRÓNICAS. SERIE COMPLETA O EJEMPLAR ENTERO DE UNA SERIE

Se consideran como tales las publicaciones electrónicas que se publican en parte sucesivas que van designadas numérica y/o cronológicamente y que están pensadas para que se publiquen de manera indefinida.

Los elementos a considerar son los siguientes.

- Título de la publicación (obligatorio)
- Tipo de soporte (obligatorio)
- Edición (obligatorio)
- Lugar de publicación y editor (obligatorio)
- Fecha de publicación (obligatorio)
- Numeración (obligatorio si no se cita la publicación entera en general)
- Fecha de consulta (obligatorio)
- Número normalizado (ISSN) (obligatorio)
- Disponibilidad y acceso (obligatorio en los documentos en línea)
- Notas (opcional)

Modelo

Título [tipo de soporte]. Edición. Lugar de publicación: editor, fecha de publicación. [Fecha de consulta] (Colección). Número normalizado. Disponibilidad y acceso. Notas.

Ejemplos

- *Journal of Technology Education* [en línea]. Blacksburg (Va.): Virginia Polytechnic Institute and State University, 1989-. [Consulta 15 marzo 1995]. Semi annual. ISSN 1045-1064. Disponible en: Gopher://borg.lib.vt.edu:70/1/jte
- *ERGA Bibliográfico* [en línea]. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006- [Consulta 09/05/2011]. ISSN: 0213-943X. Disponible en: <http://www.insht.es/ergab>

7. PUBLICACIONES SERIADAS ELECTRÓNICAS. ARTÍCULOS Y CONTRIBUCIONES EN PUBLICACIONES SERIADAS

Se consideran como tales los artículos y otras contribuciones en publicaciones seriadas electrónicas que tienen un contenido unitario e independiente del contenido de las otras partes del documento fuente.

Los elementos a considerar en este caso son los siguientes.

- Autor principal (de la colaboración) (obligatorio)
- Título (de la colaboración) (obligatorio)
- En: (opcional)
- Título (de la serie) (obligatorio)
- Tipo de soporte (obligatorio)
- Edición (obligatorio)
- Lugar de publicación y editor (obligatorio)
- Fecha de publicación (obligatorio)
- Numeración (del fascículo) (obligatorio)
- Localización dentro del documento fuente (obligatorio)
- Fecha de consulta (obligatorio en los documentos en línea)
- Número normalizado (obligatorio)
- Disponibilidad y acceso (obligatorio en los documentos en línea)
- Fecha de actualización / revisión (obligatorio)
- Notas (opcional)

Modelo

Autor principal (de la colaboración). "Título (de la colaboración)". *Título* (de la publicación en serie). [Tipo de soporte]. Edición. Lugar de publicación: Editorial, fecha de publicación. Número del fascículo. Localización de la parte dentro del documento fuente. [Fecha de consulta]. Número normalizado Disponibilidad y acceso. Notas.

Ejemplos

- ANGLADA, Lluís M. "Working together, learning to-

gether: the Consortium of academic Libraries of Catalonia" [en línea]. *Information technology and libraries*, vol. 18, nº 3. (September 1999), p. 139-144. [Consulta 13/01/2010]. Disponible en: <http://www.recercat.net/bistream/2072/4284/3/1-46.pdf>

- PRICE-WILKIN, John. Using the World-Wide Web to deliver complex electronic documents: implications for libraries. *The Public-Access Computer Systems Review* [en línea]. 1994, vol. 5 nº 3 p. 5-21. [Consulta 28/07/1994] Disponible en: <gopher://info.lib.uh.edu:70/00/articles/e-journals/uhlibrary/pacsreview/v5/n3/pricewill.5n3>

8. BOLETINES ELECTRÓNICOS, LISTAS DE DISCUSIÓN Y MENSAJES ELECTRÓNICOS

Se consideran como tales los sistemas completos de boletines de noticias, de listas de discusión y de mensajes electrónicos y los mensajes concretos que se publican en estos sistemas.

Los elementos son los siguientes.

- Autor del mensaje (obligatorio cuando se refiere a un mensaje específico)
- Título del mensaje (obligatorio) (se suele usar el título que se expresa en la línea "asunto" del correo electrónico)
- Título del sistema de mensajería (obligatorio si es pertinente)
- Tipo de soporte (obligatorio)
- Fecha en que fue enviado el mensaje (obligatorio) (Incluye año, mes y día)
- Hora en que fue enviado el mensaje (opcional)
- Fecha de consulta
- Disponibilidad y acceso (obligatorio)
- Notas (opcional)

Modelo

Autor del mensaje *Título del mensaje Título del sistema de mensajería* [tipo de soporte]. Fecha del mensaje. Hora del mensaje. [Fecha de consulta]. Disponibilidad y acceso.

Ejemplos

- PARKER, Elliot. Re: Citing electronic journals. In: *PACS-L (Public Access Computer Systems Forum)* [en línea]. Houston (Tex.): University of Houston Libraries, 24 November 1989; 13:29:35 CST [consulta 1 enero 1995; 16:15 EST]. Disponible en: <telnet://brsuser@acni.org>
- PRITCHARD, Sarah. *Your request for information about ISO Standards* [en línea]. Mensaje para: Margaret Morrison. 18 February 1995. [Consulta 3 marzo 1995]. Comunicación personal
- KLEPPINGER, E. "How to cite information from the Web" [en línea]. Mensaje para Andrew Harnack [Consulta 10 enero 1999]

BIBLIOGRAFÍA

(1) ESTIVILL, A., URBANO, C.

Cómo citar recursos electrónicos. En: *Information World en español*, [en línea]. Versión 1.0. 1997. Vol. 6, nº 9, p. 16-26 [Consulta 18.05.2011] Disponible en: <http://www.ub.edu/biblio/citae-e.htm>

- (2) ESTIVILL, A. URBANO, C.
Cómo citar recursos electrónicos: del uso a la norma y de la norma al uso. Análisis de prácticas de citación en revistas españolas de biblioteconomía. En: *Fesabid 98 VI Jornadas Españolas de Documentación* [en línea]. 1998. [Consulta 18.05.2011]. Disponible en: http://www.ciepi.org/fesabid98/Comunicaciones/a_estevill.htm
- (3) ISO 690:2010
Information and documentation. Guidelines for bibliographic references and citations to information resources. 3rd ed. Geneva: ISO, 2010.
- (4) UNIVERSIDAD DE CHILE. SISTEMA DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN Y BIBLIOTECAS
Guía para la redacción de referencias bibliográficas [en línea]. Santiago de Chile: Universidad, 2009. [Consulta 18.05.2011]. Disponible en: <http://www.cyberesis.uchile.cl/documentos/referencias-bibliograficas.pdf>

Productividad y condiciones de trabajo (I): bases conceptuales para su medición

*Productivity and working conditions (I): conceptual basis for its measurement
Productivité et conditions du travail (I): bases conceptuelles pour les mesurer*

Redactor:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial y Arquitecto

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Esta NTP es la primera de una serie de tres dedicadas al análisis de la interrelación existente entre Productividad y Condiciones de trabajo, y la necesidad de su medición. En esta primera se exponen conceptos esenciales extraídos de la investigación y la propia experiencia para entender la contribución de las personas y sus condiciones de trabajo a la eficiencia y a la mejora de la productividad. En la siguiente, se exponen un conjunto de indicadores con una propuesta metodológica para evaluar la rentabilidad de las acciones de mejora en los procesos / procedimientos. En la tercera y última, se expone de manera sintetizada el modelo SIMAPRO sobre "Sistema de Medición de la Mejora de la Productividad y las Condiciones de trabajo", de la Organización Internacional del Trabajo.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. EL CONCEPTO DE PRODUCTIVIDAD

La productividad es algo constantemente planteado y debatido tanto en la esfera empresarial como en el marco macroeconómico. Su significado más común va asociado al rendimiento de una actividad. Se expresa en términos cuantitativos, sean de unidades o magnitudes diversas producidas en un periodo de tiempo y por unidad de referencia que la ha generado, ya sea el trabajador o unidad de inversión realizada. También se suele expresar en términos de coste por unidad producida. El incremento de la productividad es demandado en términos económicos para mantener la competitividad de una empresa y país ante la globalización de los mercados que demandan continuamente productos nuevos, de mejores prestaciones y a costes decrecientes.

Pero el término productividad queda empobrecido cuando se aísلا de factores cualitativos que la determinan y de la propia eficiencia en el trabajo que debería estar implícita. Erróneamente podría pensarse que la productividad podría mejorar, tan solo intensificando los esfuerzos del trabajo, con salarios más bajos. Escuchamos decir cómo nuestra productividad ha mejorado en plena recesión por el mero hecho de haber expulsado del sistema productivo a más de cuatro millones de trabajadores, con una producción sustentada fundamentalmente por nuestro sector exterior (18% del PIB) que compensa nuestro débil consumo interno; y que seguirá haciéndolo ante la presión a la baja de los salarios. Tal planteamiento considera lamentablemente la fuerza del trabajo como un instrumento más del sistema productivo, reflejo de una sociedad “mercantilista” en la que pudiera parecer que casi todo vale; desatendiendo aspectos esenciales, como la dignidad de las personas y del propio trabajo con todo su aporte creativo, artífices del verdadero incremento de

la productividad. A ello se une el planteamiento también equívoco de considerar que el talento pueda llegar a tenerse sin unas condiciones de trabajo excelentes y con salarios a la baja.

Es cierto que la tecnología ha permitido que la productividad haya aumentado considerablemente en las últimas décadas, liberando a mucha mano de obra que ha podido dedicarse a nuevos menesteres, pero en la sociedad del conocimiento en donde la mayoría de la población laboral está en el sector servicios, es la competencia de las personas lo que hace posible el necesario avance tecnológico y su mejor aprovechamiento, y lo más importante, la generación de capital intelectual, el principal activo de las organizaciones.

La innovación tecnológica en los lugares de trabajo es necesaria para alcanzar cotas de productividad aceptables, pero es la innovación organizativa y personal la que resulta imprescindible para que la productividad ofrezca el valor diferencial que garantice la competitividad. La tecnología es un activo generador de valor, pero es “pasivo” -valga la contradicción-, en términos de resultados previsiblemente limitados. En cambio, la capacidad de aporte creativo de una organización es realmente un activo, intangible y de rentabilidad a veces incierta, que bien gestionado puede ofrecer resultados extraordinarios, incluso ilimitados.

Nuestro país vivió hasta el año 2007 un alto crecimiento económico y del empleo por encima del promedio europeo, pero con un deterioro considerable de su productividad, debido a una alta ocupación de mano de obra poca cualificada, mucha de ella procedente de la inmigración, atraída por la demanda que generaba el propio crecimiento, y a una contratación laboral basada excesivamente en la temporalidad. Del estudio comparativo de la evolución en otros países europeos del nivel

de productividad en relación con la tasa de empleo, se concluye que éstos no son dos factores incompatibles. A su vez, la contratación temporal abusiva, por la inestabilidad en el empleo que comporta, no favorece en absoluto la productividad. También una de las causas de pérdida de productividad y competitividad en España, y en general en Europa frente a otras economías, ha sido debida a que los salarios, en particular de los trabajadores con contratos fijos se fueron incrementando ligeramente por encima de la inflación, sin contrapartida de incrementos de productividad. Así en la industria transformadora española el incremento de costes salariales en la última década ha sido del 4,3%, cuando el incremento de nuestra productividad ha sido solo del 1,6%. Todo ello repercute desfavorablemente en la recuperación económica, iniciada más rápidamente por algunos países europeos con mejor posicionamiento.

Pero son realmente las actividades de I+D+i, Investigación, Desarrollo e Innovación, las que generan un considerable valor añadido a la actividad económica para que la productividad se sitúe en cotas aceptables que hagan posible el mantenimiento de la competitividad empresarial. El apoyo a la Investigación debe ser realizado tanto por la Administración como por el sector empresarial. En el caso español, el nivel de inversión en I+D se situaba en estos últimos años entorno al 1,4 %, casi un punto inferior al promedio europeo, y además, el peso mayor recae en la Administración, lo que no sucede en los países más avanzados de nuestro contexto con un peso mayor del sector empresarial. De ahí que, más allá de la necesaria disponibilidad de recursos financieros para la inversión en proyectos de interés, esté la insoslayable necesidad de asociar el crecimiento económico estable a la reducción drástica de gastos innecesarios y al incremento de las capacidades de innovación de la sociedad y sobre todo de la empresa a todos los niveles.

La productividad ha de conseguirse, no exclusivamente trabajando más, sino trabajando mejor para producir más valor; sin desmerecer el esfuerzo individual y colectivo que la sociedad precisa para sortear la gravedad de la crisis generada en este nuevo milenio, que obliga a profundos cambios culturales y estructurales, también en el mundo empresarial. La educación en la familia, en la escuela y en el trabajo, es y seguirá siendo un de los pilares de la sociedad para que puedan alcanzarse las necesarias competencias de las personas en el trabajo. Todo ello debe ir asociado a la necesaria revalorización de la cultura del esfuerzo y del espíritu emprendedor, abandonándose el miedo al fracaso, y que lamentablemente el sistema educativo no ha favorecido debidamente.

En tal sentido, en estas Notas Técnicas se aborda el análisis de la interrelación y sinergia existente entre la productividad, la innovación y la formación, determinantes de la competitividad empresarial, y que solo las personas pueden hacer posible. Para ello es preciso disponer de los adecuados instrumentos de medición que orienten el cambio cultural y la mejora de la calidad de los procesos productivos en pro de su eficiencia y respetando la dignidad del trabajo, no a su costa. Es necesario avanzar en el conocimiento y aplicación de indicadores para la medición y gestión del capital intelectual, ya que sin unas condiciones saludables de trabajo, el trabajador no puede ser productivo, en el sentido que su creatividad y sus capacidades latentes de aporte están adormecidas.

La propia Estrategia comunitaria de salud y seguridad en el trabajo 2007-2012 al plantearse como lema "Mejorar la calidad y la productividad en el trabajo", nos trasladó

una inquietud cuyo logro en términos de productividad cuesta alcanzar, sin que la crisis económica internacional sea la única responsable de ello.

2. LA PERSONA Y SUS COMPETENCIAS EN EL CORAZÓN DEL SISTEMA GENERAL DE GESTIÓN

El entorno actual está marcado por profundos cambios que abogan por el desarrollo de una nueva cultura de empresa que asegure la competitividad de nuestras organizaciones y la sostenibilidad de la sociedad del bienestar (ver NTP 745 y 829). La globalización y las exigencias del mercado demandan profundos cambios, debiendo la empresa reorganizarse entorno a la persona por su valor intrínseco, y no al revés. La persona no debiera ser considerada un recurso más, siendo para ello indispensables nuevos valores emergentes que impulsen tal proceso de transformación. Se apuntan a continuación ocho de esenciales:

- *Excelencia*, entendida como el compromiso de hacer cada día las cosas de mejor manera. Es decir, la superación permanente en todos los ámbitos de nuestras actuaciones, cuidando siempre los detalles, que es lo que les confiere un especial valor.
- *Honestidad*, ante la importancia de respetar principios éticos en decisiones y cometidos para evitar abusos del tipo que fueren y no aprovecharse malévolamente de la vulnerabilidad de las personas. Solo en un marco de responsabilidad social y transparencia, fundamentado en el diálogo y el compromiso puede limitarse la indiferencia, el egoísmo y la codicia humana.
- *Confianza*, haciendo desaparecer miedos y dudas de nuestras capacidades y posibilidades para que exista un marco abierto de cooperación que haga posible el aprendizaje y desarrolle la capacidad de auto transformación, tanto a nivel personal como colectivo.
- *Compromiso* para conjugar intereses personales y de las organizaciones, partiendo de una visión global y coherente con nobles objetivos empresariales y poder optimizar sus acciones para conseguirlos. Para ello se requiere de un compromiso visible con un liderazgo participativo al servicio de las personas y de la organización
- *Participación*, basada en el respeto a la dignidad de la persona y a su competencia profesional. Una participación entendida como un derecho a opinar en todo lo que le afecte y un deber a ser escuchada, enriqueciendo el conocimiento y la calidad de las decisiones en la empresa, y en donde además, el trabajo en equipo y en redes de cooperación intra e inter empresariales prevalezca.
- *Competencia*, entendida como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes, que en un marco de desarrollo profesional hace que las personas puedan crecer y aportar lo mejor de si mismas, recibiendo un justo reconocimiento por ello. La formación continua es el instrumento imprescindible para tal desarrollo.
- *Innovación*, para encontrar con esfuerzo, ingenio y participación, nuevas formas de hacer, aprendiendo continuamente con imaginación y audacia a buscar caminos desconocidos y compartir el placer de descubrirlos.
- *Salud*, entendida como principal valor de las personas ante un trabajo que debe protegerla, regido por principios preventivos y con atención especial a las condiciones de trabajo, que es lo que hace posible que las personas puedan integrarse plenamente al proyecto

empresarial. Solo personas saludables e identificadas con los objetivos empresariales pueden construir organizaciones también saludables que puedan pervivir. Pero ello requiere de una nueva concepción organizativa. Se hace necesario dar un paso adelante para superar los enfoques habidos en los modelos de gestión empresarial, insuficientes para competir en la actualidad. La especialización compartimentada, la rigidez de las estructuras, la ausencia de visión global, con horizontes y proyectos interiorizados por todos los miembros de la organización, y sobre todo, la falta de motivaciones profesionales con una organización del trabajo que más bien limita que potencia las capacidades, están todas ellas en su conjunto dificultando las soluciones que a muchas empresas les urge encontrar.

Pero la maximización de la productividad por ella misma no es suficiente. La empresa ha de conseguir su maximización en el conjunto de sus procesos, lo que resulta casi imposible a partir del análisis y exigencias de las tareas que llevan a cabo por separado cada uno de sus miembros. Además, ello se asocia en muchas ocasiones a la estrechez de miras al focalizar esfuerzos en reducir costes para incrementar la productividad, actuando sobre la inmediatez, o sea, la reducción de los costes salariales, diezmando así o expulsando el talento. Es cierto que los costes laborales pueden llegar a superar el 40% de los costes generales y por ello la medición de la rentabilidad de la inversión en lo humano es necesaria, pero la mejora de la productividad centrada en la reducción de costos, aunque posible por un tiempo corto, es difícil de mantener. Es imprescindible generar en contrapartida un alto valor añadido en todos los procesos y ámbitos de la empresa.

La persona habría de situarse en el área o proceso natural de trabajo, que es el conjunto de tareas y funciones que constituyen un todo homogéneo y coherente con entidad propia. Se trata de una dimensión más amplia e integradora para posibilitar un mejor aporte personal y colectivo. Con ello estamos ayudando a sustituir el modelo organizativo tradicional, basado en la división de tareas y en la especialización de las personas en las funciones limitadas del puesto, por un nuevo modelo que refuerce el equipo dentro del conjunto de actividades que conforman el proceso productivo. Se trata de hacer prevalecer la gestión por procesos ante la tradicional gestión por funciones, que es la que crea barreras entre unidades funcionales y no estimula la cooperación. Mediante este enfoque centrado más en la persona y en sus competencias que en el puesto, estaremos en condiciones de compartir mejor la visión empresarial y los compromisos asumidos, facilitando una mayor polivalencia profesional, sin perder la especialización; aunque para ello se requiera, tiempo, formación y buena disposición, que la nueva cultura de empresa habría de favorecer.

Las personas deben desarrollar su talento, especializándose en lo que pueden hacer mejor, pero sin perder la visión global de su entorno y de su contribución al proyecto empresarial. Todos en la empresa han de sentirse importantes, porque todos de una forma u otra aportan lo necesario para su desarrollo exitoso. Así, recuperando el valor intrínseco del trabajador, con sus enormes potencialidades y sin instrumentación, estaremos contribuyendo de manera determinante al beneficio económico. Pero hemos de tener en cuenta que ello requiere de una política de personal que haga posible un buen clima laboral y el enriquecimiento profesional, implícito a su desarrollo personal, a su carrera dentro de la empresa y a su empleabilidad; con una política retributiva justa en correlación al desempeño y a sus aportaciones individuales y grupales.

La propia OIT (Documento 27 relativo a la retribución por rendimiento) reconoce que sistemas responsables de retribución conducen a aumentos de la productividad siempre que se cuide rigurosamente el control de la SST y se evite un trabajo excesivo. El complemento salarial por productividad debe tener muy en cuenta los criterios que lo determinan, no solo de rendimiento, sino también de calidad, de seguridad y de satisfacción, así como los factores adversos al trabajador que le imposibilitaran recibirla. Además, las diferencias de retribución sin razones transparentes que lo justifiquen generan profunda desmotivación. La dirección por objetivos facilitó en su día el establecimiento de retribuciones variables en función de su cumplimiento, pero está siendo la remuneración por el desempeño de competencias la que está aportando avances sustanciales para la mejora de la competitividad de las organizaciones.

Pero la paradoja es que el incentivo económico no es lo más deseado frente a otros, como el trabajar en entornos gratificantes, y disponer de más tiempo libre. La idea de que un compromiso elevado implica estar disponible un gran número de horas al día está cada vez más descartada por las empresas que disponen de otros indicadores para medirlo. Así, los últimos estudios realizados sobre productividad y tiempo de trabajo, constatan que España es uno de los países con jornadas más largas pero con menor rendimiento por hora trabajada. Además, se ha demostrado también que la gestión empresarial que favorece la flexibilización de horarios de trabajo y la conciliación de la vida laboral y familiar mejora los comportamientos, suele tener un efecto positivo sobre la productividad y disminuye el absentismo laboral.

En esta nueva concepción, la persona deja de ser un engranaje más del sistema productivo para convertirse en el corazón del sistema de gestión empresarial, así como de sus diferentes subsistemas (calidad, prevención, etc.) para lograr que todos ellos se integren.

3. APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

Tradicionalmente, la formación que se ha estado desarrollando en las organizaciones ha sido la de enseñar al personal a realizar las tareas específicas de su puesto de trabajo. Así, cumpliendo lo esperado, el personal había de alcanzar las cotas de productividad establecidas. Pero la realidad es siempre más compleja que un conjunto de tareas descriptas y los conocimientos transmitidos para ejercerlas. Esta es una visión estática que poco o nada aporta a la permanente adaptabilidad de la empresa al medio. Los fundamentos de tal modo de proceder no son exclusivamente tayloristas. Schumpeter, uno de los prestigiosos pensadores del capitalismo actual que destaca el valor de la creatividad ante las situaciones de crisis y ha sabido conjugar la estrecha relación entre la innovación en la microeconomía y el desarrollo macroeconómico, manifiesta, que la creatividad y el liderazgo del empresario son la fuente esencial de la innovación y la productividad, que solo se lleva a la práctica en un tiempo corto, con y tras la puesta en marcha del negocio o nueva actividad, con el riesgo asumido y las nuevas combinaciones planteadas; luego, dice, solemos adormecernos. Lamentablemente, también en esta visión schumpeteriana el trabajador es visto como sujeto pasivo del proceso de innovación. Es cierto que el papel del empresario es esencial como promotor de nuevos proyectos, pero es imprescindible el mantenimiento del proceso creativo con la

implicación de todos los miembros de las organizaciones para su buen desarrollo.

En el contexto actual, la relación entre formación y productividad debería adquirir necesariamente un enfoque más abierto y dinámico. La productividad es el resultado de la innovación, o sea, de la aplicación exitosa de nuevos conocimientos a la organización a través de la relación interactiva con la formación y la competencia laboral. Bajo esta perspectiva, el desarrollo de competencias del personal debe comportar un incremento de la productividad laboral técnicamente deseada a través de la innovación y la mejora continua de los procesos, y como no, de las condiciones de trabajo, derivado todo ello de los esfuerzos formativos. En la NTP 753 "Innovación y condiciones de trabajo" expusimos la retroalimentación continua que genera el proceso innovador a través de la resolución de problemas y el aprovechamiento de oportunidades demandadas, generador de nuevos conocimientos y aprendizaje. También ahí dejamos claro el papel relevante que tiene la atención a la mejora de las condiciones de trabajo al proceso innovador como fin en sí misma y como condición para que éste pueda desarrollarse. En la figura 1 se muestran entrelazados los conceptos citados que a continuación, brevemente se desarrollan. Las condiciones de trabajo saludables con una política acertada de personal y de relaciones laborales determinan que tal proceso pueda fluir con éxito, retroalimentándose a través de la cultura de aprendizaje que genera.

Aprendizaje

El aprendizaje, es un concepto que alude a procesos y resultados, cambiando el acumulado de conocimiento de un individuo u organización, siendo la base de la relación entre formación y productividad. Pero la preocupación de las organizaciones más que en lo qué aprender, debe centrarse en el cómo se aprende para incidir en la productividad (Román Diez, 1999). Así, el proceso de aprendizaje se plantea esencialmente en dos momentos; el primario que conduce a nuevos conocimientos, a partir de su eficaz transmisión y asimilación, incluido el estudio y la experiencia adquirida; y el secundario, que conduce

a conocimientos de cómo mejorar el proceso de generación de los conocimientos, que son los que tienen que llevar a una mayor productividad y competitividad en la organización, o sea, a generar cultura organizacional de aprendizaje. El trabajo bien gestionado y la experiencia que éste genera pueden convertirse en una de las principales fuentes de aprendizaje personal y colectivo.

Pero los procesos de aprendizaje no se desarrollan de manera armónica y lineal al estar sujetos a la influencia de factores adversos en las estructuras formales e informales de la organización. Los dilemas, conflictos de intereses e incoherencias forman parte de los procesos de aprendizaje y no debe sorprendernos que buenas propuestas y acciones de formación relacionadas con la productividad no fructifiquen por un inadecuado manejo de las relaciones sociales y de poder dentro de las organizaciones. A ello hay que hacerle frente con previsión, aplicando estrategias participativas que generen confianza y allanen el camino.

La empresa ha de aportar los medios necesarios, pero también es imprescindible despertar la necesidad y el interés por el auto aprendizaje, derivado de la motivación de las personas para hacer mejor su trabajo y auto realizarse con el mismo. La trascendencia social de las aportaciones del trabajo es vital en el proceso de auto motivación.

El aprendizaje bien desarrollado despierta y satisface motivaciones profundas ante la innata curiosidad del ser humano por descubrir cosas nuevas que le sean útiles, y estimula a seguir aprendiendo. Está demostrada científicamente la segregación hormonal de dopamina que reforza el proceso de aprendizaje cuando éste es exitoso.

Resulta sorprendente constatar, cómo jóvenes procedentes de fracaso escolar que no han recibido suficientes estímulos en su entorno social y en su educación, con adecuados programas de apoyo encuentran en el trabajo vías exitosas de aprendizaje y de desarrollo profesional.

Conocimientos

Hay que destacar que no todos los aprendizajes conducen a nuevos conocimientos. El conocimiento es un concepto que incluye una profundidad de comprensión de los

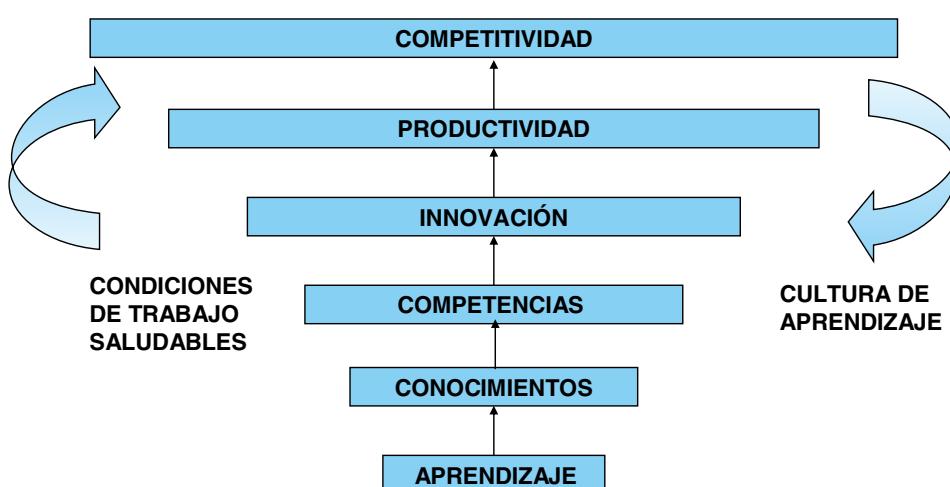


Figura 1. Aprendizaje, innovación y productividad. Adaptación de la fuente original: Cinterfor/OIT "Formación para el trabajo decente" Montevideo, 2001

fenómenos. Se distingue precisamente de la información por la inclusión de la interpretación, de las creencias y de un buen nivel de validación de lo aprendido.

Además del conocimiento individual de las personas, está el conocimiento organizacional, que es el interiorizado por toda la organización o alguna de sus partes. Normalmente es almacenado en procedimientos de operación, rutinas asumidas o reglas. El conocimiento es dinámico y se crea a partir de la interacción social entre personas y organizaciones. Es específico de acuerdo al contexto, sin el cual, es más bien información.

La gestión del conocimiento es la forma en que la organización obtiene, comparte y genera ventajas competitivas a partir de su capital intelectual, que a su vez representa el valor del conocimiento y experiencia de la fuerza del trabajo y la memoria acumulada de la organización (Warner, 2001).

Lo paradójico es que en realidad el conocimiento no se gestiona de manera directa, porque es parte de la persona y de su capital personal. Se hace de manera indirecta a través de mecanismos sociales, organizativos y técnicos que permiten que se comparta y se recree, o sea de la gestión por competencias (Mertens, 2001).

Además, hay numerosos estudios sobre la limitada transferibilidad de los conocimientos recibidos a través de la formación al puesto de trabajo. Autores como Burke y Machin (2002) concluyen en sus estudios que solo el 10% de los conocimientos adquiridos en la formación se aplican. Por consiguiente, es vital que las organizaciones incorporen en sus programas de formación estrategias que mejoren tal transferencia.

Competencias

Las competencias son las capacidades demostradas con la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos a nivel organizacional e individual. No se trata de todas las capacidades asumidas, sino de aquellas que son realmente provechosas para la organización de acuerdo a sus objetivos. Representa un filtro en un proceso de selección. De ahí la importancia que estén debidamente definidas y estructuradas en función del perfil demandado en puestos y actividades a desarrollar.

Así como el aprendizaje y los conocimientos dijimos que no se pueden gestionar de manera directa al ser procesos intrínsecos a las personas y a la organización, sí que se puede incidir directamente sobre las competencias, permitiendo a través de la evaluación de su desempeño, medir y desarrollar el proceso de aprendizaje. Desempeño, que está en función de las expectativas previamente formuladas, y también, de las percepciones de satisfacción del cliente, miembros de la organización, así como de otros resultados positivos intangibles. Las competencias, más allá del ámbito de la capacitación, permiten articular todos los subsistemas de gestión de personal, como el de selección y tipo de contratación, formación, evaluación, desarrollo profesional y plan de carrera, reconocimiento (certificación) y retribución, unificándolos a todos ellos. De esta manera, con su integración se potencia el aprendizaje organizacional.

Las competencias debieran concebirse con pragmatismo, más allá de contenidos específicos de tareas. Implica en el contexto actual, enseñar a las personas a repensar sus tareas y funciones, y sus propios planteamientos personales. Es también la capacidad para responder a situaciones imprevistas de su entorno, siendo resolutivos. Es transformar a la persona de sujeto pasivo a sujeto activo, trabajando en contra y con las tensiones del lugar de

trabajo (Garrick, 2000). Pero para ello, las competencias deben ir más allá de las funciones y tareas normalmente planeadas y abordar situaciones dinámicas de cambio, comprendiendo las personas implicadas cómo contribuyen a la generación de valor.

El carácter transversal de determinadas competencias permite incluir aspectos vinculados a la mejora de la calidad, a la prevención de riesgos laborales, al respeto a valores, como el de contribuir al desarrollo personal, y por supuesto, el aporte innovador. El desarrollo de los perfiles de competencias y la autoformación como componente importante del aprendizaje, implican necesariamente la participación del personal involucrado en el diseño y aplicación de sus instrumentos de medición y de gestión.

Tal como se expuso en anteriores Notas Técnicas de Prevención (830, 856 y 857), las competencias personales en su actividad laboral deberían dar respuesta a las competencias esenciales de la organización previamente definidas, de acuerdo a su visión y valores. Tales competencias personales serán específicas a su actividad (conducción de determinada instalación o equipos de trabajo y tareas) y transversales u organizacionales (prevención de riesgos laborales, trabajo en equipo, innovación, etc.), y se clasificarán en niveles para ser evaluables a través del desempeño. Es imprescindible la competencia transversal de "liderazgo" en mandos y la de "trabajo en equipo" en todos los miembros de la organización.

Innovación

La innovación representa un cambio en el planteamiento y manera habitual de proceder. Conlleva la aplicación práctica de conocimientos y avances tecnológicos disponibles para encontrar soluciones a problemas o a necesidades planteadas, generándose con ello nuevos conocimientos que a su vez aumentan la capacidad para seguir resolviendo nuevos problemas. De ahí la importancia del aporte del sistema preventivo en la resolución de deficiencias en materia de condiciones de trabajo para la innovación en la empresa (ver NTP 753 citada anteriormente). Se diferencia de la Investigación en la que su objetivo esencial es directamente la generación de nuevos conocimientos.

La innovación ha estado asociada mayoritariamente a los aspectos tecnológicos, o sea, a nuevas aplicaciones encontradas a partir de la investigación y el desarrollo científico y tecnológico. No obstante, la innovación engloba todo lo relativo al ámbito organizacional, procedural y personal.

La innovación implica un momento de "destrucción creativa" de conocimiento y de competencias existentes, sobre todo cuando se trata de cambios radicales (Langlois; Robertson, 1995). Significa romper con algún aspecto de la memoria organizacional para explorar nuevas rutinas. También en cierto modo representa romper con los procesos de aprendizaje tradicional, que suelen ser bastante conservadores y tienden a reforzar los marcos de referencia vigentes, manteniendo el conocimiento existente. Era el caso de las competencias específicas para la ejecución de determinadas tareas, que no incorporaban la innovación como un factor diferencial para poder clasificarlas en un nivel superior. Para evitarlo, en la actualidad la innovación se integra en las competencias específicas, e incluso es común desarrollar la competencia transversal de "innovación" con entidad propia, igual como con la competencia en "seguridad y salud en el trabajo", SST. Para ello habrá que evaluar en el des-

empeño en aporte innovador y en SST, respectivamente (ver NTP 830 "Integración de la prevención y desarrollo de competencias").

Para que las innovaciones se traduzcan en mejoras sostenidas de la productividad, sus iniciativas no deben limitarse a un solo ámbito. Estudios empíricos han demostrado que para tener un buen desempeño global de la organización, se requiere ser buenos en muchos pequeños sistemas de la organización (Mars, 2001; Mertens, 1997). Las innovaciones tendrán que darse simultáneamente en los ámbitos de la tecnología, de la organización de los procesos, de la organización del trabajo, y de los diferentes subsistemas de gestión de la calidad, de la prevención de riesgos laborales, y del personal. Vista desde la perspectiva de la gestión de la innovación, esto implica que al poner en práctica un proyecto o iniciativa en cualquiera de los ámbitos, se requerirá construir la articulación con los demás para poder lograr un aceptable impacto global en la organización. Habrá entonces que medir con indicadores las correlaciones que se producen y el grado de repercusión de acciones innovadoras de los procesos productivos en la mejora global de la productividad. A este proceso de medición se dedica la siguiente NTP.

Pero la verdadera fuerza de la innovación se encuentra en la acción colectiva. Las ideas innovadoras desarrolladas en grupo se multiplican y se perfeccionan, y con su aplicación, se consolida el proceso y se genera cultura innovadora con la valiosa implicación de todos sus participantes.

El reconocimiento al aporte innovador de los trabajadores debe tener su reflejo en términos económicos, pero no exclusivamente. El reconocimiento social tiene un peso más significativo como mecanismo de estímulo.

Pero tal proceso innovador debería impregnar los procesos productivos, especialmente a los considerados críticos. Históricamente, las experiencias innovadoras de grupos o equipos de mejora como el Kaizen, aunque han dado resultados muy satisfactorios, no alteran las propias estructuras y la organización del trabajo, y por ello, no son suficientes. El propósito habría de ser la implantación de un sistema integral de gestión de la innovación para que ésta afecte de lleno a toda la organización. A ello puede de ayudar la implantación de la norma UNE 166.000 de I+D+i, integrable a los sistemas normalizados de calidad, prevención y medio ambiente, y validada exitosamente en nuestro país. Se recomienda la lectura de la NTP 753 "Innovación y condiciones de trabajo", en donde se analizan los factores adversos a la innovación y los que determinan su desarrollo.

Productividad

La mejora de la productividad es el resultado tangible de las innovaciones que se suman al sustento de las prácticas exitosas existentes; si bien no todas las innovaciones conducen necesariamente a una mejora de la productividad integral. Habrá innovaciones que mejoran unos aspectos, pero pueden descuidar otros.

La productividad es sinónimo de medición. Es una medición que implica una evaluación del aprendizaje organizacional y personal, ya que relaciona resultados con insumos. Es el punto de la cadena de aprendizaje donde la medición es lo más evidente. También es cierto, que con el solo hecho de empezar a medir ya se mejora la productividad. La medición bien planteada estimula el aprendizaje que a su vez conduce a la mejora de la productividad; todo ello en un entorno de condiciones de

trabajo saludables que son determinantes en la eficacia de los procesos de aprendizaje e innovación.

El Foro de Productividad de la OIT celebrado en el año 2001 estableció entre sus conclusiones el siguiente punto de vista, suficientemente esclarecedor:

"Instrumentos tradicionales de medición de la productividad como es la productividad laboral o de capital, expresados en términos de productividad por hora persona, velocidad, etc., no indican la esencia de los ratios de productividad. Hacen falta marcos coherentes de mayor envergadura". "La medición es la segunda etapa después de la conciencia. Existen los sistemas sofisticados y los construidos mediante trabajo en equipo; este último tiene la ventaja de que la gente cree en algo que ellos mismos han construido. La medición conduce al cambio y al aprendizaje cuando está integrada en la gestión de la organización. Habrá que definir objetivos, medirlos, tener un sistema de mejora sistemático, dar retroalimentación y construir un sistema lógico de remuneración".

Competitividad

Competitividad significa capacidad de obtener constantemente la posición de mayor ventaja ante los rápidos cambios en el mercado. El principal determinante de tal capacidad no son los costes relativos. Cada vez más la competitividad se basa en la calidad, la velocidad de respuesta, la superioridad tecnológica, la diferenciación de servicios y productos, las especiales condiciones de dignidad en que éstos han sido realizados, y la reputación alcanzada. Representa un resultado de especial trascendencia que integra valores tangibles y sobre todo intangibles.

Productividad no es sinónimo de competitividad, aunque esta última requiere normalmente de la primera. Puede ser que circunstancialmente no aumente la productividad y sí lo haga la competitividad al estar mejorando ciertos activos intangibles de valor estratégico, de resultados no inmediatos. La competitividad está fundamentalmente relacionada con la habilidad organizacional para crear constantemente valor añadido para el cliente y los trabajadores. Esto depende a su vez de la creatividad de las personas y el soporte que la organización del trabajo puede dar para interactuar y aprender. Cuando la creatividad es el principal determinante de la competitividad, la relación entre capital intelectual (humano, organizacional y relacional) y la productividad suele ser auto explicable.

Desde la perspectiva de la gestión empresarial, lo importante es también desarrollar ventajas competitivas futuras y ello demanda estrategias que permitan mantener un alto nivel de aporte de los activos intangibles de la empresa. Hay que tener identificados los campos de conocimiento que son críticos para el éxito competitivo y desarrollar estrategias apropiadas de aprendizaje interno y externo con alianzas y asesoramiento externo de especial validez. Bien, y además, estar en constante alerta para encontrar en todos los avatares y circunstancias, por desfavorables que sean, las oportunidades de adaptación o cambio.

4. LA ECONOMÍA DE LOS INTANGIBLES

Hemos tomado conciencia con lo expuesto que la productividad es el resultado de una serie de activos en su mayoría intangibles y entre los que destaca el valor de las personas con sus capacidades y sus condiciones de

trabajo. Veamos a continuación qué se puede decir sobre la economía de los intangibles.

No han transcurrido más quince años desde que se iniciara la fractura de los sistemas tradicionales de contabilidad, con las simultáneas aportaciones del norteamericano Stewart y del sueco Edvinsson en el año 1997 sobre la medición del activo intangible de las organizaciones. El camino recorrido en esta última década ha sido considerable, dejando constancia de ello las aportaciones realizadas por los Nobel de Economía, desde Joseph Stiglitz en el año 2001 hasta la fecha, y demostrando, que aunque no sea fácil de medir, es posible metodológicamente enfrentarse al conocimiento de su implicación en la rentabilidad empresarial.

Veamos qué reflexiones pueden hacerse desde el análisis bibliográfico disponible, muy limitado éste ya que las organizaciones no son propensas a dar información sobre sus inversiones en activos intangibles y su rentabilidad.

En realidad, un activo intangible es un derecho (caso de patentes) o valor sobre beneficios futuros que no tiene sustancia física o naturaleza financiera, y son generados por medio de la innovación, diseños organizativos únicos o prácticas de gestión de las personas y sus capacidades. Los términos: *intangibles, conocimiento y capital intelectual* se suelen usar ampliamente y de manera indistinta: el primero en la literatura contable, los otros dos por la literatura legal y de gestión empresarial. Los intangibles se encuentran frecuentemente implícitos en activos materiales (por ejemplo, la tecnología y el conocimiento que van incluidos en un equipo de trabajo) y humanos (el conocimiento tácito de sus usuarios, los trabajadores), lo que motiva una considerable interacción entre los activos tangibles e intangibles en la creación de valor. Tal interacción hace que la valoración de intangibles sea un reto. Cuando es intensa, la valoración de intangibles por separado se hace imposible. En la actualidad, en la mayoría de empresas sobrepasan a los activos materiales tanto en el valor como en la contribución al crecimiento, aunque no se contabilizan habitualmente como un coste del periodo y no figuran como inversiones en el activo del balance de las sociedades.

En las empresas del siglo XXI la conexión de intangibles y personas es más alta que en sus predecesoras de la era industrial. La integración vertical de las empresas se ha ido sustituyendo por una red de estrechas colaboraciones y alianzas con proveedores, clientes y trabajadores, todas ellas facilitadas por las tecnologías de la información. Mientras las conexiones entre partes, antes era principalmente de naturaleza física y estaban diseñadas con elevadas inversiones en activos materiales para la explotación de economías de escala, actualmente, las conexiones fundamentales con proveedores y clientes son en muchos casos virtuales y están basadas en intangibles. Una vez las economías de escala fundamentadas en la producción se limitan ante la ingente producción de economías emergentes como las de China, India y Brasil, que tampoco son ajenas a la I+D+i a la que dedican cuantiosos recursos, las empresas en general responden de varias formas simultáneas: la *internacionalización* de sus producciones y de sus mercados para aprovecharse de las ventajas que representa estar en entornos de costes salariales menores e ingentes potenciales de consumo, al mismo tiempo que beneficiarse de las economías en crecimiento; la *externalización* de actividades que no sean de especial relevancia, tanto para reducir costes como para la generación de valor, permitiendo transferir riesgos;

el desarrollo de *alianzas estratégicas* para poder llegar mejor, más lejos y con mayor rapidez; la *diversificación* de productos y actividades, para compensar los ciclos cortos de vida de productos, pero sin dejar de aprovechar el valor común de los intangibles compartidos; y finalmente, poner un espacial énfasis en la *innovación* como fuente principal de ventajas competitivas sostenibles. Todo ello en un marco de creciente *Responsabilidad social*, ante la mirada atenta de una ciudadanía cada vez más informada. Estos cambios fundamentales en la estructura y la estrategia de las empresas, con el aprovechamiento de innovaciones tecnológicas de fondo calado disponibles, han dado lugar en su conjunto al importante auge que está teniendo la economía de los intangibles. La empresa del siglo XXI no solo tiene más conexiones que su predecesora del siglo pasado; también depende más de sus trabajadores. Pero precisamente cuando más atención sobre ellos se requiere para encontrar nuevos caminos y optimizar los existentes, las empresas parecen no entender muy bien cómo actuar. En la figura 2 se muestra el proceso de generación de ventajas competitivas a través de los activos intangibles.

Pero para que los intangibles sean considerados activos han de tener las siguientes cuatro peculiaridades: a) ser de naturaleza no monetaria, b) ser identificables, c) ser controlables por la empresa, y d) ser fuente probable de beneficios futuros. En la NTP 751 "Acción preventiva y generación de activos intangibles (AI)" se desarrollaron tales conceptos y se aportaron criterios de valoración, que es recomendable tener en cuenta.

Los AI tienen unas ventajas frente a los tangibles. En general no rivalizan; pudiendo ser empleados simultáneamente en diversos usos sin detrimento de otros, como si condiciona la elección de un activo tangible, sea una determinada tecnología o inversión material. Generalmente los AI generan rendimientos crecientes, son acumulativos y aprovechan mejor la economía de red; lo que no sucede con los activos materiales que están limitados a rendimientos decrecientes ya que el tiempo los convertirá en reemplazables. Los AI pueden tomar formas diferentes, pueden estar protegidos por derechos legales (propiedad intelectual) o no estarlo, por materializarse en el *saber hacer*, que está sobre todo presente en los activos organizativos que superan con creces la capacidad de generación de riqueza de los activos materiales. Pero no todo son ventajas, los AI llevan implícito una incertidumbre mayor. Así, los procesos creativos y de innovación con sus inversiones en intangibles en las que se sustentan estos procesos tienen a veces un riesgo considerable. Se ha constatado que históricamente solo muy pocas patentes han sido realmente generadoras de valor. También algo similar sucede con las ideas innovadoras en el seno de la empresa; no todas van a producir un sustancial valor. No obstante, la cultura innovadora es por ella misma claramente enriquecedora y si no se generaran multiplicidad de ideas, no surgirían de entre ellas las extraordinariamente valiosas. Pero la inversión en las personas y sus condiciones de trabajo es de un coste mucho menor y de baja incertidumbre, incomparable con el requerido por la I+D. La inversión en lo humano, para ser efectiva, requiere más de acertadas estrategias de actuación que de inversiones.

Capital organizacional. Innovación

Desde luego, la bibliografía existente sobre los AI en I+D, aunque escasa, es más amplia que las inversiones en

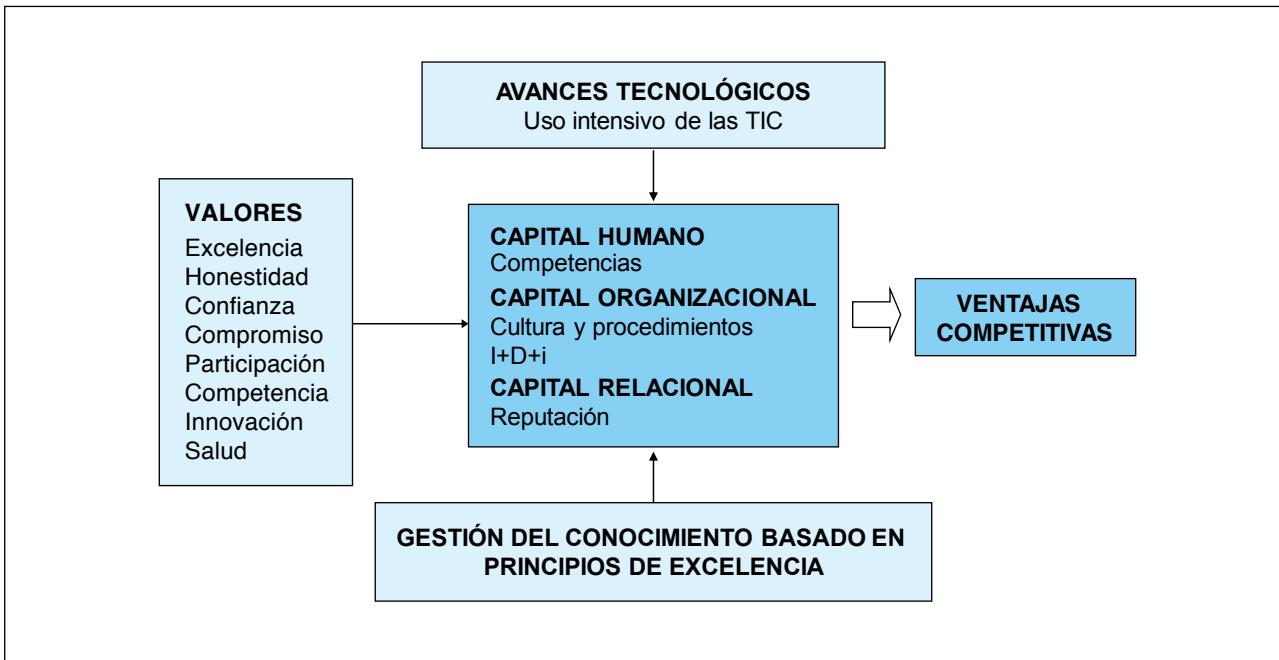


Figura 2. Activos intangibles y generación de ventajas competitivas

capital humano y organizacional. Es el único intangible sobre el que se proporciona información separada en los estados financieros, aunque sea agregada a gastos. En un estudio realizado por Abboody y Lev (2001) en 83 empresas químicas americanas cotizadas en bolsa durante 20 años (1980-2000), la rentabilidad de la I+D, después de impuestos había sido del 17%, cuando la rentabilidad de los activos materiales no superaba en ningún caso el 10%.

En otro estudio realizado por Griliches (1995) se llega a la conclusión que aunque la contribución de la investigación básica (generadora de nuevas teorías científicas y tecnologías) es 3 veces mayor que la de otros tipos de I+D+i aplicada o relativa a los procesos, las tasas de rentabilidad de la I+D+i en su conjunto, por su contribución a la productividad, había sido, entre un 20 y un 35% anual en la última década, existiendo grandes discrepancias, como es obvio, en diferentes sectores y períodos.

La bibliografía demuestra que los inversores responden muy favorablemente ante las informaciones que las empresas aportan sobre sus inversiones en I+D+i. El problema radica en que quienes toman decisiones sobre las inversiones en este campo muchas veces prefieren no decirlo y así no correr riesgo alguno de fracaso, optando por considerarlas gastos. Entonces, los beneficios generados siempre podrán ser interpretados como éxitos a su gestión y tal falta de transparencia solo beneficiará al bolsillo de los pocos conocedores de las interioridades de la empresa y de sus perspectivas de futuro, generando asimetrías de información intolerables. Para evitarlo, resulta necesario que la ciudadanía conozca con indicadores todo lo que está haciendo la empresa en materia de innovación y demás intangibles para una saludable competitividad que ha de beneficiar a trabajadores, clientes, accionistas y a todos los grupos de interés con los que la empresa interactúa. Las memorias de triple base: económica, social y ambiental, según el GRI (Global Reporting Initiative) colgadas en internet y auditadas, con el reflejo de la evolución de sus indicadores, debería ayudar enormemente a ello (ver NTP 648 sobre el GRI).

Capital organizacional. Cultura de empresa y procedimientos.

En materia de capital organizacional, independientemente de lo relativo a I+D+i, hay poco material bibliográfico fiable. No obstante, parece razonable pensar que la contribución de estas inversiones al crecimiento de las empresas ha sido más que notorio. Así, en las dos décadas (1980-2000), el valor de mercado de las principales empresas norteamericanas se elevó 10 veces (Nakamura, 2000), muy por encima de lo esperable de las inversiones materiales y de I+D+i. Por ejemplo, cada dólar invertido en equipos informáticos ha estado asociado a diez, del valor de mercado de las empresas, tras controlar la contribución a tal valor de los activos materiales y la I+D-i. Ello evidencia de que el empleo de la informática es complementario del incremento de capital intelectual que comporta, con nuevas formas de transmitir y generar conocimiento. Según Brynjolfsson y Yang (1999), los equipos informáticos son un subrogado de la elevada inversión de las empresas en el cambio organizativo.

En realidad, poco se ha escrito sobre la interrelación de la cultura de empresa y los procedimientos de trabajo con la mejora de la productividad, más allá de la percepción generalizada de que las empresas con visión compartida, sustentada por principios éticos, y sistemas normalizados de gestión con principios de excelencia y de responsabilidad social (véase Modelo EFQM de Excelencia empresarial, ver NTP 870), se encuentran entre las empresas más competitivas. Así, las empresas que forman parte en el Reino Unido del Índice Dow Jones Sostenibility, seleccionadas por su cultura de compromiso con la sociedad, han estado ofreciendo históricamente índices de rentabilidad superiores a otro tipo empresas.

Capital relacional. Valor de marca y clientes

La fase final de la cadena de valor de las empresas está en los intangibles relacionados con la clientela y la imagen que proyectan a la sociedad.

Es reconocido que captar un buen cliente es mucho

más caro que mantenerlo. A pesar de la crisis generada en la primera mitad del nuevo milenio en las empresas "punto com", el comercio por Internet no para de crecer exponencialmente y está generando radicales cambios en el intercambio de información y la comercialización. A través de estos activos virtuales las empresas pueden llegar a conocer en profundidad las características de sus clientes, su nivel de fidelización y satisfacción, sin tener que solicitarles información directa. La satisfacción de los clientes es, por supuesto, un determinante del valor de las marcas. Existen modelos para la medición del valor de las marcas y de satisfacción de la clientela relacionados con el valor de mercado de las empresas. Pero al contrario que las patentes, las marcas registradas no reciben citas a partir de las cuales medir sus atributos de valor.

La llegada de internet ha proporcionado una gran diversidad de nuevos indicadores que reflejan varios aspectos importantes de los intangibles relacionados con la clientela, como su *alcance* (porcentaje de visitantes del sitio de internet), la *adherencia* (extensión o profundidad en el uso) y la *fidelidad* (nivel de repetición de visitas). No obstante, el proceso de valoración de intangibles derivados de las relaciones comerciales por internet aun no está en fase avanzada de desarrollo.

Desde luego, la calidad de los productos y servicios prestados con una plena orientación al cliente, la seriedad en el cumplimiento de compromisos adquiridos, y sobre todo la buena reputación, han sido históricamente activos esenciales, aunque sea relativamente reciente su evaluación.

Capital humano

Es raro encontrar en el área de Personal, estudios econométricos como los realizados sobre el impacto de la I+D+i en la productividad o el valor de mercado de las empresas. Las investigaciones basadas en encuestas generan más bien ruido que resultados que puedan demostrar la contribución de los intangibles relacionados con las personas y la mejora de la productividad. No obstante, aunque no se pueda cuantificar, está claro que las empresas con nivel más alto de satisfacción de los trabajadores en entornos de trabajo saludables y una atención especial a su formación permanente suelen tener también mayores beneficios. El ranking anual europeo que muestra las "100 mejores empresas españolas y europeas para trabajar", cuyos resultados se fundamentan en gran parte

en la respuesta dada por sus trabajadores, indican claramente tal correlación.

En un estudio realizado por el Centro N. de Condiciones de Trabajo del INSHT en el periodo 2006-2008 en 20 empresas con reconocimiento público de excelencia empresarial, se pudo demostrar la correlación lineal existente entre la calidad de su sistema preventivo y su nivel de excelencia empresarial (según el Modelo EFQM). De lo que pudo extraerse la conclusión de que a mejores condiciones de trabajo le corresponden mayores garantías de competitividad y sostenibilidad.

Ya la OIT en su informe anual del año 2003 sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo, mostró a nivel macro como los países más competitivos ofrecían ratios de muertes por accidentes de trabajo, menores, con una relación inversa sorprendente.

También cabe citar los resultados del proyecto del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, desarrollado por la Fundación FUSAT de Argentina para la implantación de un sistema de gestión por competencias en un conjunto de 50 pymes en el periodo 2007-2010, en el que participé en el diseño del sistema de medición y fui responsable de la evaluación en fase intermedia y de la evaluación final. Dicho proyecto tenía como uno de sus objetivos principales el incremento de la productividad. Resultados destacables fueron, que si bien un ligero incremento de la productividad se produjo en la mayoría, un incremento sustancial se alcanzó en un reducido grupo de empresas (16%), debido fundamentalmente al reducido tiempo del proyecto, pero sí se alcanzaron logros significativos, en orden de importancia, en la mejora del clima laboral (58%), la mejora del liderazgo de mandos (53%) y el incremento de la capacidad creativa de las personas, con reducción de tensiones y conflictos (26%). Aspectos todos ellos que son determinantes del previsible incremento de la productividad al consolidarse los procesos de cambio generados.

Lo que sí hemos podido constatar tras muchos años de observación de la acción formativa de las empresas, que al realizarse con patrones convencionales, sus resultados, además de ser de dudosa eficacia, no miden su nivel de aprovechamiento para la mejora de la eficiencia y la productividad. Las dificultades de empleabilidad de parte de nuestra sociedad laboral, especialmente en épocas de recesión, evidencian el gran coste empresarial y social que representan las carencias en la formación y a la que habrá que dedicar notorios esfuerzos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BARURUCH LEV
Intangibles: Medición, Gestión e información.
Ediciones Deusto, 2003
- (2) EDVINSSON, LEIF Y MALONE, MICHAEL S.
El capital intelectual. La valoración de intangibles.
Gestión 2000. Barcelona. 1999
- (3) GOMEZ, SANDALIO
Una nueva concepción del trabajo y de la persona en la empresa del siglo XXI.
Ed. Folio, Barcelona, 1997
- (4) MERTENS, LEONARD
Formación y productividad. Guía SIMAPRO. OIT. CINTERFOR.
Montevideo. 2007

- (5) FITZ-ENZ JAC.
El rendimiento de la inversión del capital humano.
Ediciones Deusto. Barcelona. 2003
- (6) DISANTO, FABIANA Y OTROS.
Gestión por competencias en pymes. Guía Modelo FUSAT.
Buenos Aires. 2010
- (7) CEV, CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL VALENCIANA
Productividad y relaciones laborales.
Ed. CEV. 2010
- (8) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
NTP 640. Indicadores para la evaluación de intangibles en prevención
NTP 645 y 829. Nueva cultura de empresa y condiciones de trabajo
NTP 648. Responsabilidad Social Empresarial. GRI
NTP 751. Acción preventiva y generación de activos intangibles
NTP 753. Innovación y condiciones de trabajo
NTP 830. Integración de la prevención y desarrollo de competencias
NTP 870. Excelencia empresarial y condiciones de trabajo
- (9) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Calculador: Costes de los accidentes laborales.
Calculador: Evaluación simplificada de la prevención y la excelencia empresarial

Productividad y condiciones de trabajo (II): indicadores

*Productivity and working conditions (II): indicators
Productivité et conditions de travail (II) : indicateurs*

Redactor:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial y Arquitecto

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Esta NTP es la segunda de una serie de tres, dedicadas al análisis de la interrelación existente entre Productividad y Condiciones de trabajo, y la necesidad de su medición. Esta complementa a la anterior, aportando un conjunto de indicadores con bases metodológicas para evaluar la mejora de la productividad y competitividad derivadas de las acciones de mejora de los procesos, procedimientos y condiciones de trabajo; enriqueciendo así el modelo de análisis expuesto en la NTP 640 “Indicadores para la valoración de intangibles en prevención”. En la siguiente, se expone de manera sintetizada el modelo SIMAPRO, “Sistema de Medición de la mejora de la Productividad y las Condiciones de trabajo” de la Organización Internacional del Trabajo.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Todo sistema de medición viene a reflejar por sí mismo un modo de entender un contexto organizado para dar respuesta a unos determinados intereses u objetivos que se trata de promover y gestionar. Evidentemente, no puede de asumirse progreso alguno sin un sistema de medición asociado que permita conducirlo y estimularlo. Pero los sistemas de medición convencionales que se utilizan en la empresa, basados casi exclusivamente en indicadores económicos, son de valor limitado y asumen tópicos, como el entender por ejemplo, que la productividad es un indicador de rendimiento no vinculado a las condiciones de trabajo y al capital humano, y por ello, han sido mínimos los esfuerzos por correlacionarlos. Los datos económicos indican lo ocurrido, pero son los datos de las actividades de los trabajadores los que pueden ayudar a entender el por qué de lo sucedido. También cuán limitado ha sido creer que la eficacia de la prevención de riesgos laborales se podía limitar a medir unos pocos indicadores como los índices de siniestralidad, absentismo, y algunos pocos más, a la vista de los que utilizan muchas empresas.

La ausencia generalizada de indicadores de medición de la eficacia del sistema preventivo, en relación a su contribución a los intereses empresariales incluidos los beneficios económicos, ha ido en detrimento del limitado valor estratégico que se ha dado a la prevención, aunque afortunadamente en estos últimos años se aprecian cambios sustanciales, precisamente en la medida, que los activos intangibles (principal valor de la PRL) van adquiriendo su importancia y empiezan a ser evaluados y gestionados.

La empresa es un sistema complejo en el que todo está interrelacionado. Cualquier actuación acertada en prevención de riesgos laborales, siempre que la política

de personal sea coherente con valores morales, estará facilitando directa e indirectamente la contribución de los trabajadores a la eficiencia y a la productividad, aunque históricamente no se haya encontrado demostración de su nivel de incidencia.

Es difícil conocer el peso específico o la rentabilidad de la intervención en alguna de las variables clave de una organización, cuando hay tantas otras que pueden estar influyendo favorable o desfavorablemente y a veces sin control. Por ello, en base a las consideraciones efectuadas en la Nota Técnica anterior, creemos esencial conocer los elementos determinantes de los procesos conducentes a la mejora de la productividad y la competitividad, y analizar los diferentes indicadores asociados a los mismos y sus previsibles interrelaciones. Ello habría de facilitar, con visión global, el análisis y la reflexión de los factores favorables y adversos existentes y de su posible grado de incidencia para tomar decisiones acertadas. Si tal como se expuso anteriormente, hay coincidencia generalizada de pareceres sobre la importancia del capital intelectual y su componente en materia de salud laboral en la generación de ventajas competitivas, habríamos de ser capaces de establecer modelos de evaluación de la supuesta rentabilidad con los indicadores pertinentes. La dificultad estriba en que se precisa de un conjunto dispar de indicadores que reflejen la compleja realidad que pretendemos mejorar.

En esta materia, la medición no tendría demasiado sentido en términos absolutos y sí en cambio la tiene en términos relativos para reflejar la evolución seguida, al permitir, al mismo tiempo que enderezar el camino, ir seleccionando aquellos indicadores que sean más representativos para cada organización. No se puede pretender dar el mismo nivel de importancia a los indicadores ante la disparidad de empresas de diferente tamaño, actividad, y nivel de desarrollo organizacional.

No estamos en condiciones de ofrecer modelos cerrados que conjugando indicadores permitan conocer con cierta precisión la rentabilidad de las actuaciones en materia de condiciones de trabajo, por la diversidad de variables que intervienen, aunque estemos investigándolo. También muchas inversiones preventivas no deben plantearse en términos estrictos de rentabilidad; se hacen simplemente por cumplir la reglamentación y por el deber moral y la satisfacción que representa el hacerlo.

Hemos de conformarnos en establecer unas bases de reflexión que permitan actuar con un mayor sentido de eficiencia, sin dejar de intentar demostrar en cada contexto empresarial, la contribución de la atención a las personas y sus condiciones de trabajo a la mejora de la productividad y/o competitividad. Por ello, en el modelo abierto que a continuación se expone, nos hemos centrado en la evaluación de las acciones innovadoras de mejora en los procesos/procedimientos de trabajo y los resultados derivados que generen, con una política innovadora y de respeto a la dignidad del trabajo que debe estar facilitando el proceso. No tendría sentido intentar medir la contribución del capital humano a la mejora de la productividad sin asociarla a un proceso potente de innovación y mejora continua, promovido y apoyado en todos los ámbitos de la organización y en coherencia a la visión, valores y objetivos establecidos. Recuerdo con admiración, hace ya unos años, al impartir un curso de gestión de la prevención en Porto Alegre (Brasil) a cargo de la OIT, el haberme encontrado con una empresa asistente al curso, en la que la aplicación de ideas de los trabajadores superaba el promedio de diez por mes y trabajador, cuando mi experiencia en empresas excelentes españolas no solía superar el estándar de excelencia, para mí entonces, de cuatro por año y trabajador. Recuerdo también el excelente clima laboral detectado al visitar tal empresa a través de las expresiones de los trabajadores con quienes hablé.

Tampoco tendría sentido iniciar un proceso de medición en esta línea, de encontrarse la organización en situación de inestabilidad económica, reestructuraciones de plantilla o perspectivas de cambios de trascendencia, por las intranquilidades que de buen seguro estarían condicionando desfavorablemente el proceso.

En la NTP 640 se expusieron las bases de análisis de la rentabilidad de la acción preventiva mediante un conjunto de indicadores. Allí se indicó que los ingresos que genera la acción preventiva son el ahorro económico por la reducción de fallos e incidentes, la mejora de la productividad y el incremento del capital intelectual, asociado directamente al incremento de la competitividad. A su vez, los gastos son los generados por las inversiones materiales en medidas preventivas, su mantenimiento, así como las inversiones en activos intangibles (formación, procedimientos preventivos, implantación y desarrollo del sistema preventivo, etc.). La diferencia entre ingresos y gastos/ inversiones preventivas es el beneficio de la prevención en términos tangibles e intangibles. En la presente NTP se aprovecha una selección del conjunto de indicadores aportados en tal NTP 640 y algunos más, encajándolos a los diferentes elementos de análisis del proceso innovador de la empresa. Y así poder medir en términos cuantitativos y cualitativos su eficacia y la especial contribución de la PRL.

En la NTP 751 se expusieron los necesarios factores de análisis para valorar la contribución del sistema preventivo al incremento del capital intelectual, condicionado a la calidad de las actuaciones y a las percepciones generadas; y que también habría de integrarse al esquema

metodológico que ahora se plantea para acrecentar el rigor en el análisis del aporte del sistema preventivo. La prevención debería ir más allá del cumplimiento de mínimos reglamentarios para encontrar la eficiencia que toda organización debe perseguir, que en este caso es generar percepciones positivas y compromisos, determinantes de las actitudes y comportamientos esperados de mandos y trabajadores.

2. BASES DE MEDICIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS ACTIVOS TANGIBLES E INTANGIBLES A LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

En base a todo lo expuesto, estamos en condiciones de efectuar una serie de planteamientos sobre tal sistema de medición, que a continuación se exponen. Tales planteamientos están contrastados en base a la bibliografía disponible sobre la medición de intangibles, las NTP citadas y la propia experiencia del autor y equipo del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo del INSHT. Se muestran un conjunto de indicadores cualitativos y cuantitativos en los diferentes campos de análisis y la propuesta metodológica de su interrelación para efectuar la medición de la rentabilidad de las inversiones y acciones realizadas. Es importante que los datos generados debidamente seleccionados, se transformen luego en información clara y útil que sea fuente de conocimiento para ir actuando sobre las variables que han de permitir mejorar la eficacia y eficiencia, tanto de estrategias como de procedimientos.

- a) Sería absurdo intentar evaluar la rentabilidad, en términos globales de incremento de la productividad, por la aplicación de ideas innovadoras concretas en materia de condiciones de trabajo o de políticas de personal. El incremento de la productividad de la empresa es el resultado de múltiples variables, una de ellas la calidad de las condiciones de trabajo. No obstante, es necesario conocer su nivel de contribución al beneficio empresarial de actuar con acierto, aunque sea en términos globales. Sí que cabría medir el beneficio concreto tangible e intangible generado en las áreas o procesos directamente afectados por las acciones de mejora, sean éstas de la índole que fueren. Hemos de trabajar en lo micro –los procesos de trabajo- considerando su influencia en lo macro, los resultados empresariales.
- b) En función del tamaño de empresa, dimensión de los procesos en los que se desarrolle las acciones de mejora, y cantidad de los mismos, la empresa habría de decidir si efectúa la evaluación del incremento del rendimiento, proceso por proceso, o simplemente, lo que sería más habitual, conociendo los resultados positivos aportados en los mismos, evaluar el incremento global de productividad y competitividad, que es lo que finalmente interesa.
- c) La mejora de las condiciones de trabajo va implícita en todo proceso de mejora de los procesos productivos que se fundamenta en la participación de las personas afectadas. Las propuestas de mejora de la eficiencia y la productividad en el trabajo, surgidas y desarrolladas en grupo integran de manera natural factores relativos a las condiciones materiales, ergonómicas o psicosociales del trabajo, que si bien no han de ser aisladas del resto, merecen ser debidamente tratadas.
- d) Es imprescindible relacionar las inversiones en activos tangibles e intangibles, por su mutua dependencia, al igual que sus resultados. Aunque su medición haya de

ser diferente, es necesario establecer vías de correlación para determinar su nivel de influencia.

e) Los activos intangibles requieren ser medidos esencialmente mediante "ratios" o porcentajes, teniendo en cuenta que su valor es relativo y radica en la información que aporta su evolución, derivada de las correspondientes acciones de mejora. Los aspectos cualitativos de los activos intangibles y sus resultados, precisan ser convertidos en indicadores numéricos para clasificarlos y poder ser tratados e integrados debidamente al proceso de medición.

f) Los indicadores a utilizar deberían cumplir una serie de requisitos:

- Ser simples y relativamente fáciles de obtener
- Estar basados en la transparencia, de manera que todos puedan entenderlos y aprovecharlos en su proceder
- Ser en lo posible estimulantes
- Ser honestos, sin ambigüedades
- Ser beneficiosos para todos quienes hayan de compartirlos: trabajadores, clientes y empresa

Lo importante de la medición está no solo en los resultados que aporte, sino en el mismo proceso seguido desde el diseño de indicadores a su tratamiento y difusión, el cual ha de desarrollarse en un marco de transparencia y de cooperación. Mediante algoritmos debidamente contrastados habría de integrarse y simplificarse el proceso de medición para facilitar el análisis y la toma de decisiones. El INSHT desarrolla una investigación en esta línea.

Esquema metodológico de evaluación

En la figura 1 se muestra tal esquema de evaluación que contempla por un lado las actuaciones y por otro los resultados parciales y globales alcanzados. Se trata de un modelo de evaluación abierto para su posible

adecuación a cada realidad empresarial. Más adelante se exponen los correspondientes indicadores. Los resultados finales se expresan en términos de incrementos de productividad, de competitividad y en general, de beneficios empresariales.

Se han considerado como punto de partida, aquellos aspectos relativos a las estrategias desarrolladas en la empresa o cambios en las mismas, que pudieran condicionar de alguna forma los resultados finales y la propia eficacia de las acciones de mejora.

Se analizan con una triple perspectiva: la auditoría de Excelencia empresarial; EFQM, la auditoría del sistema de PRL, y el análisis de la política de personal y de relaciones laborales, que integra aspectos de condiciones de trabajo no contemplados en las dos anteriores auditorías (tipo de contrataciones laborales, sistema de remuneración e incentivos, desarrollo de competencias, tiempo de trabajo y su flexibilización, conciliación laboral y familiar, beneficios sociales, y clima laboral). Está demostrado que tales aspectos influyen en la productividad y por ello han de ser debidamente considerados y analizados, al menos cualitativamente. También sería recomendable analizar cualitativamente la evolución seguida en aspectos estratégicos de proyección externa como: Alianzas, Internacionalización, Diversificación, etc., que también pueden condicionar los resultados finales.

Se ha considerado necesario en este Modelo profundizar en la interrelación existente entre el sistema de Excelencia empresarial (EFQM) por ser un referente en nuestro contexto europeo y el sistema de Prevención de Riesgos Laborales. Por ello hemos considerado necesario vincular los resultados de las auditorías de ambos sistemas. Precisamente del análisis de resultados de tales auditorías simplificadas y de su debida correlación, (ver Calculador del INSHT: "Evaluación de la eficacia de la acción preventiva") podremos extraer información clave



Figura 1. Esquema metodológico de evaluación de la rentabilidad de los activos tangibles e intangibles en la mejora de la productividad

sobre las fortalezas y debilidades del sistema de gestión empresarial que condicionan los resultados finales alcanzados sobre el incremento de la `productividad y competitividad. Más adelante volvemos sobre ello.

El segundo bloque inicial de acciones se refiere a las inversiones. Por un lado estarán las que afectan a activos tangibles, considerándose como esenciales: las Innovaciones tecnológicas, la aplicación intensiva de tecnologías de la información y la comunicación, TIC; y las medidas preventivas materiales o ambientales vinculadas a la mejora de las condiciones de trabajo. Habría que considerar si tales inversiones tienen una incidencia especial en algunos procesos determinados o son comunes a todos ellos. Por otro lado, están las inversiones en activos intangibles, considerándose como esenciales: la I+D+i, junto a la innovación organizacional y la formación, la cultura y los procedimientos, y las acciones para el desarrollo de una saludable política de personal. Habría también que diferenciar dentro de ellos, los activos intangibles específicos de prevención.

Los factores estratégicos y las inversiones han de canalizarse a través de la visión, valores y objetivos, tanto estratégicos como operativos de la organización, los cuales, no solo condicionan, sino que constituyen el permanente referente que ha de vehiculizar la política de empresa y las acciones de mejora de los procesos productivos.

El tercer bloque o nivel de acciones corresponde a las intervenciones en los procesos productivos, en donde es natural que se concentren las actividades de innovación y mejora surgidas de las iniciativas personales y de grupo. A ello y por su importancia dedicaremos el próximo apartado. Los procesos operativos clave están asociados a procedimientos que pueden estar documentados o no, dependiendo de su nivel de criticidad, y en los que se establece cómo sus implicados realizan sus cometidos con el debido esmero y de acuerdo a sus objetivos. La experiencia constatada en empresas excelentes nos dice que los resultados de las innovaciones en tales procesos y según nuestra propuesta, habrían de ser medidos en cuatro términos: Calidad, Seguridad y Salud en el trabajo, Rendimiento, y Satisfacción de usuarios y clientes. La integración de tales resultados parciales, aunque sean dependientes de cada uno de los procesos en los que se ha intervenido, serán determinantes para la mejora de los resultados finales ya citados: Beneficios, Productividad y Competitividad. A nuestro modo de ver, los procedimientos son el filtro catalizador para realmente potenciar unos sólidos resultados finales.

3. EXCELENCIA Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

El sistema de prevención de riesgos laborales de obligada existencia en toda organización es parte de su sistema general de gestión que debería estar fundamentado en principios de excelencia. La propia revisión del Modelo EFQM 2010 lo asume al integrar transversalmente aspectos esenciales de prevención de riesgos laborales y de atención a las condiciones de trabajo. Pero la realidad es que la empresa en materia de gestión no está siendo lo suficientemente integradora, debido en parte al modelo cultural del que venimos, basado más en funciones que en competencias integradoras y más en cumplimiento de normas que en respeto a valores. Por ello, siempre hemos creído en la importancia de aprovechar la auditoría del sistema preventivo junto a

la auditoria de Excelencia empresarial, ya que aportarán interesantes bases de reflexión sobre los factores culturales de empresa, favorables y desfavorables al desarrollo empresarial y en particular a la productividad y competitividad.

En la figura 2 se muestran las gráficas radiales, extraíbles del Calculador citado anteriormente y aplicadas a un caso real, tanto en PRL como en Excelencia. De sus resultados se localizará automáticamente en otra gráfica, el punto preciso de la empresa según la ecuación de correlación lineal validada en su día por este Centro en un conjunto de empresas con distintivos de excelencia. Cuanto más alejados estemos de tal línea recta y más a la izquierda y abajo, más evidentes son los factores adversos y estrategias a las que habría de enfrentarse para poder avanzar en la dirección trazada.

4. INDICADORES DE INVERSIONES EN ACTIVOS TANGIBLES E INTANGIBLES

Tal como se ha apuntado, los indicadores de activos tangibles son los siguientes:

- *Inversiones en innovaciones tecnológicas.* Cuantificación de todas las aplicaciones materiales implantadas.
- *Reinversión tecnológica y organizacional.* Porcentaje de reinversión de los beneficios generados. Este es uno de los aspectos esenciales para la competitividad, evitando estar sujeto en exceso al crédito financiero.
- *Inversiones en TIC.* Este es un aspecto de interés, al ir asociado a la gestión del conocimiento y ser facilitador de nuevas formas de organización del trabajo.
- *Inversiones en medidas preventivas.* Se incluyen las medidas materiales de mejora de las condiciones ambientales de trabajo y su mantenimiento, el coste anual del servicio de prevención propio y externo contratado y costes por primas de riesgos asegurados.

Por su parte, los indicadores en activos intangibles son los siguientes:

- *Inversión en el desarrollo de sistemas de gestión,* diferenciando el de prevención y teniendo en cuenta el desarrollo de los correspondientes procedimientos.
- *Inversiones en I+D+i.* Habría que contabilizar los costes derivados del proceso innovador común a la organización y por procesos.
- *Inversiones en formación.* Habría que contabilizar los costes de las acciones formativas comunes y específicas que estén asociadas al proceso innovador por procesos. Considerar las relativas a prevención de riesgos laborales.
- *Trabajadores que han recibido formación.* Porcentaje de trabajadores que han recibido acciones formativas específicas.
- *Dedicación horaria a la formación.* Horas promedio de formación específica por trabajador al año.

Inversiones en la política de personal

Resulta esencial que exista una política de personal basada en valores que atienda al conjunto de factores que determinan el que personas competentes puedan desempeñar su trabajo de manera excelente, con el reconocimiento justo que se merecen. También en esta materia habrá que actuar con eficiencia contabilizando las correspondientes inversiones en activos intangibles. Habrá que tener en cuenta las siguientes actuaciones con los correspondientes costes que hubiere:

- *Selección de personal.* Es una etapa clave en la em-

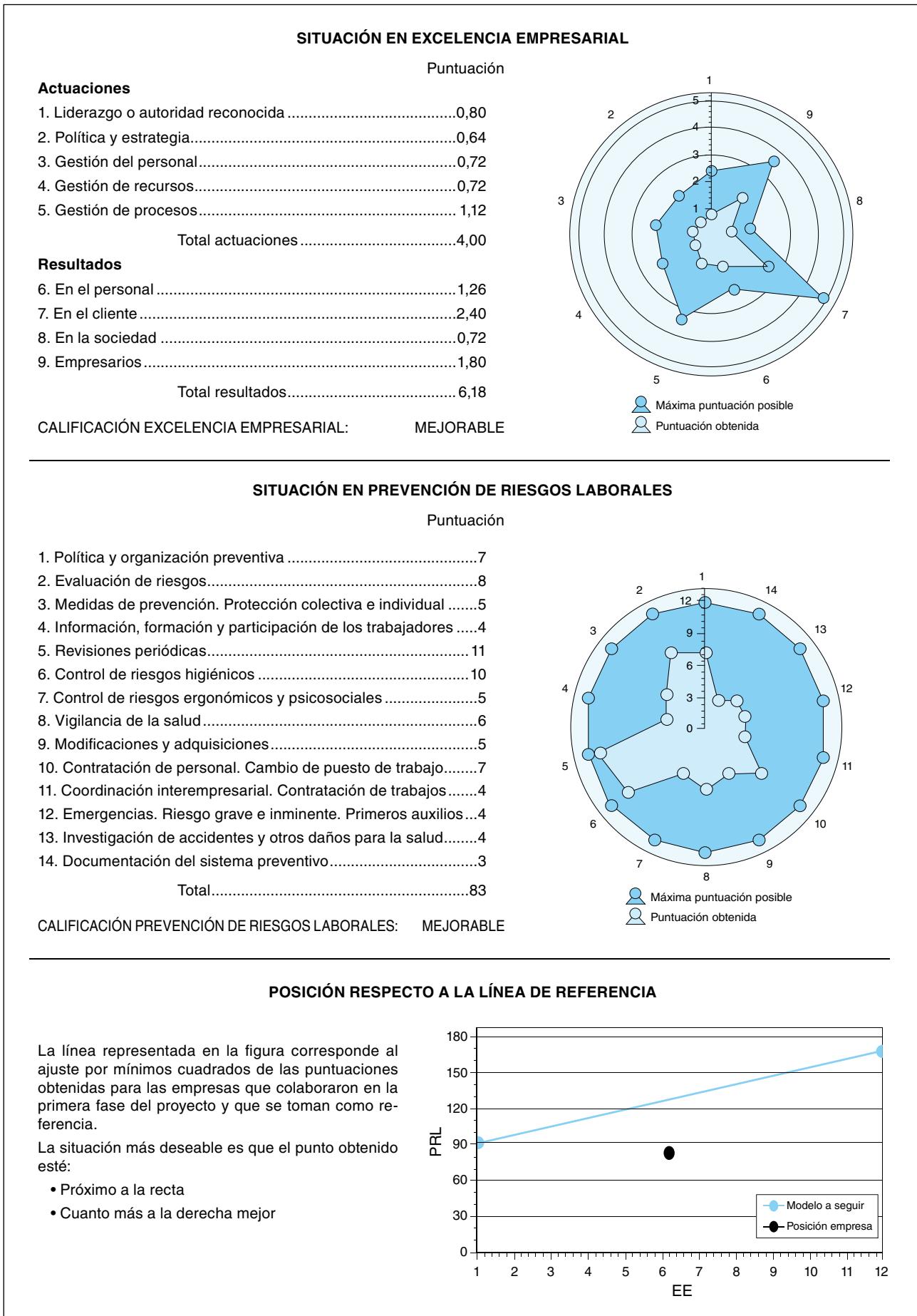


Figura 2. Gráficas de resultados de auditorías simplificadas de Excelencia empresarial-EFQM y Prevención de riesgos laborales. Extraídas del Calculador del INSHT sobre “Evaluación simplificada de la prevención y la excelencia empresarial”

presa que requiere la máxima atención para, no solo seleccionar a las personas más idóneas en base al perfil competencial de sus puestos y tareas, sino también, por sus potencialidades para identificarse con los objetivos de la organización.

- *Desarrollo profesional.* Representa garantizar el proceso de crecimiento competencial en la empresa. La gestión del capital humano por competencias es la base para que tal desarrollo sea posible. El componente formativo ya ha sido considerado anteriormente
- *Remuneración.* La componente variable del salario debe ajustarse a los resultados de la evaluación del desempeño. Desmotiva que personas con diferente nivel de desempeño ganen lo mismo y que existan grandes diferencias salariales injustificadas.
- *Conservación.* Ante la necesidad de retener el talento la empresa debe establecer mecanismos de reconocimiento del desempeño, más allá de los salariales, a través de la atención a las personas, los beneficios sociales y otras acciones de desarrollo personal. La flexibilización del trabajo y horarios debieran ser considerados.
- Se apunta a continuación el indicador de costes del capital humano, CCH, que se suele aplicar en empresas y que integra parte de lo dicho:
- *Coste del capital humano. CCH.* Para poder evaluar con mayor precisión la rentabilidad del esfuerzo humano es importante conocer el CCH, que representa los costes salariales tanto de trabajadores fijos como temporales, los beneficios sociales, el coste del absentismo, el coste de la siniestralidad y el coste de la rotación de personal. Los costes de rotación vienen a representar entre seis meses y un año de retribuciones salariales y beneficios sociales, en función del nivel de competencia demandado. No se incluyen en el CCH los costes de formación, contemplados aparte.

5. VALOR AÑADIDO DE LAS PERSONAS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN

Todo lo que sucede en una organización es el resultado de un conjunto de procedimientos. Un proceso o procedimiento consiste en una serie de pasos concebidos para producir un producto o servicio, consumiendo unos recursos. A partir de unas entradas se realizan unas operaciones y se generan unas salidas. Cada procedimiento existe para contribuir a uno o más objetivos de la organización. Por lo tanto, cada procedimiento debería medirse frente a los objetivos propios del mismo y también respecto a su contribución a los objetivos organizacionales. Pero de la misma forma que aportan ventajas, también generan cargas que interesa eliminar o aminorar.

Los objetivos que contribuyen a los objetivos de la empresa son como mínimo, activos en potencia. Aquellos que están basados puramente en la conformidad y no se utilizan como instrumentos de reflexión para la innovación, suelen convertirse fácilmente en cargas que van incorporando aspectos de inefficiencia por razones diversas, como olvidos de cometidos necesarios, simplificación de tareas por intereses personales con desatención a puntos críticos, desatención de aspectos de prevención de riesgos laborales, etc. Por tanto, la medición efectiva del procedimiento debería estar impulsada por el principio de mejora continua, más allá del rendimiento de la actividad y del cumplimiento de estándares.

Hay que tener en cuenta que los procedimientos son instrumentos clave para la formación inicial, para la de-

tección de necesidades formativas y para el control de actuaciones. Por ello su revisión periódica es necesaria.

Por tanto, una de las primeras tareas es la identificación de los procesos operativos clave de la empresa en función de su nivel de criticidad (complejidad de tareas, gravedad de las consecuencias de posibles fallos y errores, y ocasionalidad de las tareas), para elaborar los procedimientos necesarios o bien revisar los existentes. Sobre tales procesos habría que focalizar los mayores esfuerzos de innovación y mejora.

La revisión de los procedimientos existentes y la generación de nuevos, debieran constituir el eje central del proceso sistematizado y participativo de innovación en la empresa, sin olvidar que las personas afectadas por los procedimientos son quienes pueden aportar un especial valor añadido.

Pero muchas veces los planteamientos dirigidos a la mejora de los procedimientos no cuidan suficientemente la naturaleza que tienen como instrumento capital para conjugar de la mejor manera posible: la tecnología, los equipos y demás recursos, y la intervención humana, que como hemos dicho es esencial para enriquecer y generar valor, obviándose muchas veces que el trabajador es el mejor conocedor de lo que realiza y de los factores adversos que condicionan los resultados esperados. Deming, gurú de la calidad, también decía que el rendimiento laboral está más afectado por barreras directivas que por el esfuerzo de los trabajadores.

El perfeccionamiento de un procedimiento genera múltiples valores en términos económicos, organizativos y humanos al realizarse de manera participativa.

Los procedimientos ofrecen cinco puntos para generar valor. El primero consiste en fijar debidamente los requisitos a cumplir. Cuando se dan instrucciones claras y completas se reduce la probabilidad de error. El segundo es el control de las interferencias que pueden generarse para asegurar que las cosas se hagan en el momento oportuno y en las condiciones establecidas. El tercer punto son las personas que lo ejecutan. La formación, la comunicación, la cooperación, la supervisión e incentivos, ayudan a que la actividad se realice a un nivel adecuado. El cuarto es el *feedback*. La información inmediata y precisa sobre los resultados disminuye errores y acorta el tiempo para corregir desviaciones sobre los niveles aceptables. El quinto punto son las consecuencias. Al entregar recompensas o correctivos de forma justa y oportuna, estamos mostrando a las personas el valor de cumplir y de superar las expectativas. Ver fig. 3.

En el fondo, cada vez que se identifique un valor añadido, habría de preguntarse y responder a dos cuestiones: ¿Incorpora la persona valor al mejorar el rendimiento de su actividad a través de la formación u otros inputs individuales?, ¿Añadió valor la persona al potenciar los útiles o medios de trabajo que le proporcionó la organización?

Al analizar los procedimientos para su mejora, habría que seleccionar, como se ha dicho, aquellas actuaciones que puedan generar buenos resultados en cuatro aspectos: Calidad, Rendimiento, Seguridad y Satisfacción, ya sea por necesidades planteadas o por posibilidades de optimización de recursos o de tareas. Dentro de ellos se apuntan factores medibles a contemplar. Los marcados con asterisco son los que en base a nuestra experiencia permiten más fácilmente ser sistematizados y controlados. Ver fig. 4.

Según se verá en el Modelo SIMAPRO que se expone en la siguiente NTP, es el grupo de trabajo de cada proceso quien decide modificar el procedimiento, estable-

ciendo nuevos indicadores de mejora a controlar, como los que se acaban de destacar.

Para tomar las opciones de mejora, habrían de ser analizados todos los indicadores de resultados de cada proceso en su conjunto, sin dejar de considerar la incidencia en los mismos de las inversiones en activos tangibles e intangibles consideradas en anterioridad.

1. REQUISITOS

- Especificaciones claras y bien comunicadas.
- Bien estructuradas las tareas a realizar.
- Racionalizados y simplificados los cometidos a realizar.
- Aspectos de seguridad y salud en el trabajo debidamente analizados y tratados.
- Objetivos alcanzables.
- Contemplada la aportación de mejoras.
- Comprensión de la importancia del resultado.
- Compromiso del personal.

2. INTERFERENCIAS

- Llegada tardía de los *inputs* del proceso.
- *Inputs* con deficiencias de calidad o defectuosos.
- Obstrucciones posibles en el proceso.
- Recursos insuficientes o inadecuados.
- Defectos previsibles en el proceder.
- Dificultades o errores de comunicación.
- Posibles injerencias externas.
- Posibilidades de error de acción u omisión.
- Previsible vulnerabilidad de elementos de seguridad.
- Errores en el diseño del entorno de trabajo.
- Dificultades en el uso de equipos.
- Expectativas difíciles de cumplir.

3. EJECUTANTES

- Competencias exigibles.
- Necesidades formativas.
- Actitudes positivas.
- Facilidad de detección de anomalías.
- Capacidad de innovación y auto aprendizaje.
- Uso de los elementos y equipos de seguridad.

4. FEEDBACK

- Información de la actividad, oportuna, concreta y precisa.

5. CONSECUENCIAS

- Entendidas desde el principio.
- Conocimiento de los indicadores de medida.
- Posibles defectos a evitar.
- Efectos de las demoras.
- Posibles incidentes a evitar.
- Posibles sanciones por incumplimientos.
- Reconocimientos justos y oportunos al desempeño.

Figura 3. Aspectos generadores de valor de un procedimiento

CALIDAD:

- Reducción de defectos*.
- Reducción de quejas.
- Mejora de estándares.
- Simplificación de cometidos.
- Eliminación de actividades o controles innecesarios.

RENDIMIENTO

- Reducción de tiempos*.
- Reducción de costes*.
- Mecanización y/o automatización de tareas.
- Más cantidad*.

SEGURIDAD

- Disminución de accidentes/incidentes*.
- Minimización de riesgos laborales. Mejora de aspectos de seguridad, higiénicos o ergonómicos.
- Mejora de aspectos psicosociales (Mayor autonomía y capacidad de decisión, enriquecimiento de contenidos, ...).
- Incremento del nivel de orden y limpieza*.
- Mejora del confort ambiental.

SATISFACCIÓN

- Satisfacción de los trabajadores implicados.
- Satisfacción de clientes receptores de productos o servicios del procedimiento.

Figura 4. Indicadores de resultados de los procedimientos

6. INDICADORES DE RESULTADOS DEL APORTE DE LAS PERSONAS A LOS OBJETIVOS EMPRESARIALES

Veamos a continuación un conjunto de indicadores de resultados. Se han seleccionado en especial, aquellos que mejor pueden reflejar el aporte de las personas en el proceso innovador. Evidentemente, tales indicadores habrán de complementarse con los indicadores económicos que la empresa habitualmente ya viene utilizando. Se han incluido en este apartado el ahorro de costes por la reducción de accidentes/incidentes y del absentismo.

Beneficios e incremento de productividad

- *Valor económico añadido, VEHA*. Es el beneficio operativo después de impuestos menos el coste del capital, dividido por el promedio de mano de obra contratada referida a tiempo completo, ETC. Los ETC incluyen los contratados temporalmente. El objetivo de esta medida es determinar si las acciones de la dirección de la empresa en relación a las personas han incorporado un verdadero valor económico, más allá de los típicos resultados financieros que pudieran enmascararlo.
- *Valor añadido del capital humano, VACH*. Históricamente el tema de la productividad del capital humano se consideraba de forma simplista como los ingresos por trabajador. Con el VACH se representa la diferencia entre ingresos y gastos, descontando de estos últi-

mos los generados por las remuneraciones, beneficios sociales, siniestralidad, absentismo y rotación (estos tres últimos más fácilmente reducibles), dividido todo por el ETC.

- **Coste total de la mano de obra sobre los ingresos.** Representa la relación porcentual entre el CCH, referenciado en anterioridad, y los Ingresos totales.
- **Rendimiento de la inversión del capital humano, ROICH.** Una relación de las inversiones en capital humano con la rentabilidad puede visualizarse mediante un ratio que parte de la fórmula del VACH. El ROICH es la relación entre los Ingresos y los gastos, descontando de estos últimos el CCH (contabilizado en el bloque de inversiones en activos intangibles), y dividido todo por el CCH.
- **Reducción de costes de la siniestralidad.** Se aconseja utilizar el modelo de evaluación simplificado expuesto en el calculador del INSHT: "Costes de los accidentes de trabajo".
- Reducción de costes del absentismo.

Incremento de la competitividad

Aunque son múltiples los esfuerzos realizados para evaluar la competitividad de una organización o de un país, no citamos modelos de referencia. Tan solo nos limitamos a referenciar un conjunto de indicadores que la empresa habría de considerar e integrar. Son indicadores de resultados del capital intelectual generado. Habría que considerar el incremento de activo intangible generado por la acción preventiva de riesgos laborales, según la NTP 751: Acción preventiva y generación de activos intangibles. Criterios de valoración.

Capital humano

- **Porcentaje de trabajadores con contrato temporal.**
- **Promedio de edad de los trabajadores.**
- **Índice de entrada.** Porcentaje de nuevos contratos por sustitución o por nuevas posiciones, sobre el total.
- **Índice de pérdida.** Bajas voluntarias o involuntarias sobre el total de la plantilla, en porcentaje.
- **Índices de siniestralidad.** Frecuencia y gravedad.
- **Índice de absentismo.** Porcentaje de trabajadores ausentes en el trabajo por bajas laborales, enfermedad u otras razones.
- **Nivel de competencia.** Porcentaje de trabajadores que satisfacen los estándares de competencia establecidos, incluida la calidad, la PRL y la innovación, así como la de liderazgo para mandos y de trabajo en equipo para trabajadores.
- **Nivel de incremento competencial.** Porcentaje de trabajadores que han incrementado sus competencias en sus actividades con la formación recibida.
- **Nivel de autonomía.** Porcentaje de trabajadores con autonomía significativa en la toma de decisiones en sus actividades diarias.
- **Nivel de disponibilidad.** Porcentaje de personas clave

con al menos una persona perfectamente calificada lista para tomar el relevo.

- **Nivel de compromiso.** Porcentaje de trabajadores que esperan permanecer en la empresa por los menos tres años
- **Nivel de satisfacción.** Porcentaje de trabajadores que en encuesta de satisfacción en el puesto de trabajo han obtenido una puntuación en el primer cuartil.
- **Sugerencias de mejora aplicadas por trabajador al año.**

Capital organizacional

- **Nivel de desarrollo tecnológico.** Nivel de aplicación de los avances tecnológicos disponibles en función del sector en que opera.
- **Nivel de desarrollo del trabajo en equipo.** Porcentaje de personas que trabajan habitualmente en equipo con competencias en esta materia y comparten informaciones y conocimientos de su actividad.
- **Nivel de desarrollo de las TIC.** Porcentaje de trabajadores que para el desarrollo de sus cometidos utilizan habitualmente tecnologías de la información y la comunicación, TIC, actualizadas.
- **Nivel de cumplimiento de estándares de excelencia reconocidos:** ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, EFQM, SAI 8000, etc.
- **Nivel de procedimentación de procesos clave.** Porcentaje de procesos operativos considerados clave que están procedimentados documentalmente.
- **Nivel de innovación en procedimientos.** Porcentaje de procedimientos de toda la organización en los que se han incorporado innovaciones de mejora.
- **Nivel de innovación en productos.** Porcentaje de nuevos productos y servicios puestos en el mercado, respecto al total de los producidos.

Capital relacional

- **Incremento de cuota de mercado.** Porcentaje de incremento derivado de nuevos clientes, diversificación de productos, ampliación del campo de influencia, incluida la internacionalización y nuevas alianzas.
- **Nivel de fidelización de la clientela.** Porcentaje de clientes que repiten compra con la periodicidad requerida por la vida de los productos ofertados.
- **Nivel de atracción del talento.** Consideración de ser muy buen lugar para trabajar para personal ajeno con formación profesional y universitaria, en activo.
- **Nivel de quejas, reclamaciones o devoluciones:** Porcentaje de clientes que las han generado en su conjunto.
- **Nivel de reputación.** Porcentaje de población externa relacionada con la organización que en encuesta sobre su reputación y/o responsabilidad social se encuentra en el primer cuadril
- **Valor de marca.** Incremento generado en estudios independientes de valor reconocido realizados.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía de referencia se ha incluido al final de la anterior NTP.

Productividad y condiciones de trabajo (III): el modelo SIMAPRO

*Productivity and working conditions: the SIMAPRO model
Productivité et conditions de travail: le modèle SIMAPRO*

Redactor:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial y Arquitecto

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Este documento expone de manera sintetizada el modelo SIMAPRO, “Sistema de Medición de la mejora de la Productividad y las Condiciones de trabajo” de la Organización Internacional del Trabajo, OIT, complementando a dos NTP anteriores en las que se exponen las bases conceptuales y una propuesta metodológica para la medición de la contribución de la prevención de riesgos laborales y la atención a las condiciones de trabajo a la mejora de la productividad y competitividad.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

En Diciembre de 2010 se celebró en Buenos Aires, organizado por la Fundación Social Aplicada al Trabajo, FUSAT, con patrocinio del BID (Banco Interamericano de Desarrollo), y la colaboración de la OIT, el INSHT de España y otros organismos argentinos, un Seminario Internacional para el intercambio de experiencias en materia de gestión por competencias, condiciones de trabajo y excelencia empresarial. Allí fue presentado el Modelo FUSAT de gestión por competencias desarrollado en el periodo 2007-2010, algunos de cuyos resultados fueron citados en la primera NTP de esta serie, el Modelo del INSHT para la evaluación de los intangibles de la acción preventiva en un marco de excelencia empresarial, incluido en parte, en el cuerpo de la anterior NTP, y el Modelo SIMAPRO, a cargo del líder del mismo y consultor de la OIT, Leonard Mertens. Dado el interés de este Modelo, desarrollado exitosamente en América y Centroamérica, se ha considerado oportuno recoger en este documento sus conceptos esenciales, así como las reflexiones surgiadas del debate en tal Seminario.

SIMAPRO, como todo esquema de trabajo planteado por la OIT, se desarrolla en un marco de total cooperación entre la parte empresarial y sindical. La existencia de una organización sindical en la empresa, dispuesta a implicarse en el Modelo es condición indispensable para su aplicación. La formalización de espacios de diálogo permanente sobre las áreas y procesos de trabajo, con un sistema de medición de las actuaciones y logros alcanzados, constituye la esencia del Modelo.

Se trata de un sistema de aprendizaje permanente, integral e incluyente en las organizaciones, focalizado a lograr los objetivos de las áreas de trabajo y de la organización, en su conjunto, acordados entre todos los involucrados. El propósito de este sistema es mejorar la eficiencia, la calidad y las condiciones de trabajo en las organizaciones, a través de la implicación y compromiso del personal operario, mandos medios y la gerencia, con la mirada puesta en el incremento de la productividad y en el reconocimiento justo de los logros alcanzados.

Representa una manera de conducir los cambios en el trabajo de manera grupal, con sus dificultades, pero también con la gran potencia que ello comporta, cuidando de disponer de todos los elementos necesarios para mejorar el desempeño.

En el diseño inicial se partió del mecanismo de funcionamiento de los equipos deportivos. Así, tres aspectos clave tenidos en cuenta fueron los siguientes:

- *La recompensa.* Todos han de ser conscientes de los factores determinantes de los resultados del “partido”, ya sea cuando se gane o cuando se pierda. Hay que visualizar claramente las consecuencias del esfuerzo, generando sentimientos y emociones positivas a sus actores. Debe existir siempre una retroalimentación continua, sea positiva o negativa ante lo realizado.
- *El protagonismo del trabajador.* El que mejor sabe cómo mejorar su trabajo es quien lo ejecuta. Por tanto, es el trabajador quien ha de estar plenamente implicado en la resolución de los inconvenientes y en el aporte de mejoras, considerando también el papel de apoyo que debe tener del mando directo.
- *El valor colectivo.* Es muy relevante que las personas vean con claridad los avances de la aplicación de sus propuestas de mejora y de su aprendizaje en el trabajo. Precisamente la potencia del Modelo se encuentra en la acción grupal.

Los beneficios resultantes de la aplicación del Modelo se pueden sintetizar en lo indicado en la figura 1.

SIMAPRO tiene como base la medición sistemática de los indicadores grupales que corresponden a los objetivos de la organización, previamente acordados por los actores sociales. A partir del análisis de los resultados de la medición por grupo y área, van desarrollándose las acciones de mejora continua. A tales acciones se les da seguimiento respecto a su cumplimiento y a sus impactos en los procesos productivos a través de la retroalimentación grupal. Esto a su vez es la base de los incentivos por productividad con que se reconoce el desempeño del personal.

Pretende ser una herramienta que movilice las capacidades del personal en un clima de confianza para contri-

- Contribuye a cambiar la cultura del trabajo hacia un ambiente laboral de colaboración y confianza
- Desarrolla una comunicación efectiva y permanente entre gerencia, mandos intermedios y trabajadores, orientada al logro de los objetivos del área de trabajo o proceso productivo.
- Ayuda a uniformar criterios de operación entre todo el personal, alineándose con la misión, visión y valores de la organización.
- Facilita la implicación en proyectos de mejora de la calidad, las condiciones de trabajo y la eficiencia en general, así como en proyectos de cambios tecnológicos y organizacionales.
- Genera acciones de mejora continua, a partir de compromisos y el seguimiento de ambas partes.

Figura 1. Beneficios de la aplicación del Modelo SIMAPRO

buir a los objetivos y metas acordadas. A su vez, permite retroalimentar a la dirección sobre situaciones disfuncionales en las áreas, planteando compromisos de solución.

Los beneficios de este Modelo adquieren pleno significado cuando se articulan con un sistema de gestión empresarial basado en la mejora continua y en la gestión por competencias, contribuyendo con ello a generar una cultura organizacional de respeto a las personas, a sus competencias en desarrollo permanente y a sus condiciones de trabajo.

La programación de reuniones sistemáticas de retroalimentación que contempla el Modelo permite la planificación de cápsulas de capacitación en función de las competencias a desarrollar y que se imparten en gran medida en las propias reuniones. Estas constituyen la base de trabajo y de auto control de actuaciones y resultados, integrándose a las mismas simultáneamente todo lo relativo a los subsistemas de calidad, de prevención de riesgos laborales y de gestión por competencias, pudiendo ser evaluados en términos de impacto en base a los indicadores generados por el Modelo.

2. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL MODELO

A pesar de los beneficios de SIMAPRO, la probabilidad de fracaso, en base a lo apuntado en el debate por sus líderes ha sido considerable. Ante ello, surgieron las redes de aprendizaje sectoriales que han facilitado el intercambio de experiencias inter empresas para avanzar de manera conjunta y gradual, consolidando los procedimientos de actuación y las buenas prácticas, y evitando la repetición de errores. Tal manera de trabajar en red ha sido la clave de éxito de este y otros proyectos de la OIT fundamentados sobre el aprendizaje colectivo para la implantación de modelos.

Mientras haya interés en establecer y dar seguimiento de manera sistemática a objetivos compartidos, el SIMAPRO puede aplicarse como Instrumento para su medición y mejora. Se ha aplicado en diferentes tipos de organizaciones, grandes y pequeñas, y tanto en áreas de producción como administrativas y de gerencia. Los sectores en los que su aplicación ha sido mayoritaria en América Latina y Centroamérica han sido, el sector

primario (azucarero, cafetero, extracción de minerales, ...), industrial (metalúrgico, textil, ...) y servicios (turismo, administración, ...).

Los valores y características diferenciales del Modelo son las siguientes:

- **Integral.** Parte del análisis de problemas o posibles carencias o limitaciones para proponer mejoras no solo a los procesos productivos sino también a las condiciones de trabajo, incluyendo de manera natural los aspectos relativos a la seguridad y salud en el trabajo, y a los comportamientos. Así, por ejemplo se contempla el orden, la limpieza, el buen uso de equipos de trabajo, incluidos los de protección personal, y los resultados de siniestralidad y el absentismo. Cada uno de los respectivos indicadores se normaliza bajo un solo estándar al que se denomina índice de "efectividad" y que más adelante se expondrá.
- **Flexible.** Se puede adaptar a cualquier organización que cuente con objetivos medibles, adecuándose fácilmente a nuevos propósitos y metas. Se convierte por tanto en un instrumento que facilita desde la perspectiva humana, los constantes cambios en las organizaciones, convirtiendo al personal en sujeto activo y copartícipe de los mismos.
- **Permanente.** La implicación del personal y la mejora continua es algo duradero, sin límite temporal. Pero al mismo tiempo, se organiza por ciclos, de manera que se puede evaluar el proceso e innovarlo cuando sea necesario. A diferencia de los tradicionales equipos de mejora destinados a resolver a iniciativa propia problemas, planteando y aplicando soluciones, y luego disolverse, sin alterar las estructuras formales organizativas, el Modelo SIMAPRO pretende desarrollar y consolidar un modelo participativo en la gestión y mejora de los procesos. Ahí radica su importancia y uno de sus valores diferenciales.
- **Incluyente.** El Modelo promueve la participación de todo el personal, desde quienes ocupan puestos de menor jerarquía hasta el gerente general. Parte de la convicción que los detalles son parte esencial de un sistema de mejora de la productividad, partiendo de que ésta es el resultado del conjunto de ideas y mejoras concretas aportadas en el trabajo por cada persona de la organización, y por supuesto de una actitud positiva y de compromiso ante el trabajo.
- **Fundamentado en la medición.** El Modelo mide la productividad organizacional y el logro eficiente de los objetivos de los grupos de trabajo establecidos. La medición propiamente dicha se conforma en ciclo, con cuatro partes interrelacionadas:
 - El establecimiento del sistema de medición con los correspondientes indicadores para el control de las variables acordadas.
 - La retroalimentación continuada mediante la reflexión conjunta sobre lo que va aconteciendo y sus resultados en las áreas o procesos en cuestión.
 - La elaboración permanente de propuestas de mejora a partir de la información disponible derivada de los indicadores establecidos y la propia experiencia de los participantes.
 - La aplicación de las propuestas de mejora, y su seguimiento y control

Los objetivos se miden a través de indicadores, unidades observables y estandarizadas; es decir, que no cambian en un determinado periodo. Por ejemplo, la cantidad de incidentes o los minutos de tiempo perdidos por turno de trabajo. Es importante lograr y mantener la objetividad en la medición. La siguiente definición sobre el indicador a

utilizar es clarificadora: "Un indicador es una serie temporal útil para interpretar el comportamiento de un proceso respecto a la meta establecida" (Heredia 2004)

A partir de la misión, visión, valores y códigos de conducta de la empresa, se pueden derivar objetivos generales y traducir estos a objetivos específicos por área o departamento, o por proceso de trabajo.

3. LA VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

En la metodología SIMAPRO la valoración se hace en función de los objetivos a alcanzar. La determinación de lo qué es factible alcanzar por la organización, depende del contexto de la misma, es decir, de los recursos técnicos y de las capacidades y posibilidades del personal. Por ejemplo, un tiempo perdido promedio de 10 minutos por turno en una industria de proceso puede ser efectivo para una empresa con una tecnología no avanzada, mientras que no lo es para una empresa que cuenta con un alto grado de automatización.

En este Modelo, los resultados de cada indicador deben convertirse en puntos o índices de efectividad. Tales resultados vienen a expresar qué tan buenos fueron los resultados en función de los objetivos planteados. La escala lineal que se establece tiene tres puntos clave, dos de ellos son los límites extremos:

- A. equivale a +100 puntos. Es lo mejor que puede acontecer con el indicador en el contexto de la organización

- B. equivale a 0 puntos. Es una situación de indiferencia que no puede ser calificada, ni buena ni mala.
- C. Equivale a -100 puntos. Es lo peor que puede pasar con el indicador.

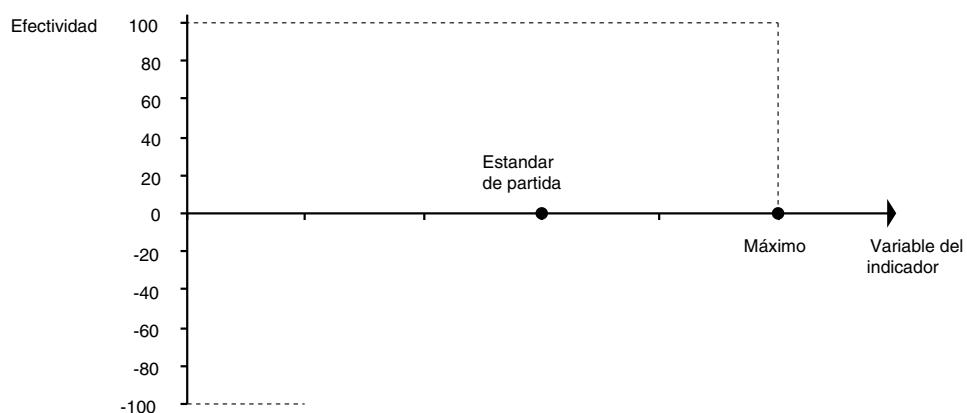
Es necesario definir el criterio a utilizar para establecer los puntos clave con sus límites. Para el punto 0 se puede utilizar el plan histórico de trabajo con sus resultados. Los extremos, que representan lo mejor y lo peor, constituyen situaciones reales en la organización que han acontecido alguna vez o más de una. Lo que se pretende es ir superando gradualmente los estándares de normalidad para acercarnos a los estándares de excelencia en base a las ideas y el esfuerzo individual y colectivo.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de lo que se acaba de exponer. Supongamos que el objetivo general es la reducción de costes y el objetivo específico del área de producción es la reducción de tiempo perdido en determinadas operaciones. El indicador elegido es el tiempo perdido por turno. La unidad de medición es el minuto.

- A. +100 puntos, corresponde a un tiempo perdido de 0 minutos
- B. 0 puntos, corresponde a un tiempo perdido de 10 minutos
- C. -100 puntos, corresponde a un tiempo perdido de 30 minutos

Para facilitar la conversión de las mediciones que se van obteniendo de los indicadores, se puede graficar la relación entre el indicador y la efectividad a partir de estos tres momentos o puntos clave.

La conversión del valor del indicador a puntos de efectividad se puede hacer de manera aproximada con una



A) Cuando el valor del indicador observado es mayor o igual al que corresponde a 0 puntos de efectividad:

$$E(i) = \frac{V(i) - V(0)}{V(\text{Max}) - V(0)} \cdot 100$$

B) Cuando el valor del indicador observado es menor que el correspondiente a 0 puntos:

$$E(i) = \frac{V(i) - V(0)}{V(0) - V(\text{Min.})} \cdot 100$$

En donde: E(i): Efectividad del indicador en el punto i

V(Max.): Valor del indicador que corresponde al máximo de efectividad (100 puntos)

V(0): Valor del indicador que corresponde a la efectividad 0

V(Min.): Valor del indicador que corresponde al mínimo de efectividad (-100 puntos)

V(i): Valor del indicador en la medición i

Figura 2. Gráfica y ecuaciones de conversión de mediciones de indicadores a puntos de efectividad

tabla de equivalencias. Se ponen valores a modo de intervalo), por ejemplo, 0, 2, 3, 4, 5, minutos de tiempo perdido) y se le asignan los puntos correspondientes haciendo una conversión de proporciones iguales (por ejemplo, 100, 80, 60, 20, ... puntos de efectividad). Cuando el valor obtenido de la medición cae dentro del intervalo, se lo redondea por arriba o por abajo, según la proximidad.

Así, siguiendo con el ejemplo, 59 segundos de tiempo perdido se redondea a 1 minuto, y 2 minutos, 20 segundos se redondea a 2 minutos. En la medida que se hagan más estrechos los intervalos, más precisa será la conversión.

Obviamente, hay una manera más exacta de obtener los resultados, que es aplicar una ecuación matemática. Para poder aplicarla primero debemos determinar si el valor de la medición del indicador se ubica en el intervalo positivo o negativo de las escalas de puntos de efectividad.

Cuando se ubica en el segmento positivo, se aplica la fórmula (A) de la figura 2 y que tiene el multiplicador de 100, positivo. Cuando se ubica en el segmento negativo, se aplica la fórmula (B) que tiene el multiplicador 100, negativo.

Veamos a continuación en la figura 3 los resultados del seguimiento de tal indicador, semanalmente y mensualmente (cuatro semanas), comparando los dos turnos existentes. Con ello se puede extraer el grado de logro en función del máximo posible. Así, observamos que el primer turno ha obtenido un nivel de efectividad en cuatro semanas del 41% y el segundo turno del 45%.

En función del momento en que se establecen los plazos establecidos para alcanzar los objetivos, el significado será diferente. Si el criterio para determinar los objetivos ha sido el plan o el presupuesto para el semestre o el año, los resultados adquieren el significado de que el primer turno logró en cuatro semanas superar el plan en un 41% y el segundo en un 45%. Ello es suficiente estímulo para seguir avanzando con las reflexiones y aportaciones personales y colectivas que surjan de los grupos de trabajo.

Es importante tener en cuenta que para hacer estos cálculos, se tiene que determinar la unidad de tiempo de referencia para encontrar el valor promedio. En el caso del ejemplo se adoptó la semana. El promedio de las semanas indica cuándo se está por encima o por debajo del presupuesto, plan o objetivo correspondiente. La forma de interpretar la efectividad y el sentido que se da a los datos es importante en el Modelo. La base de SIMAPRO es mejorar la productividad organizacional a partir de un cambio en el comportamiento del personal, consecuencia de un cambio en la motivación, pero también de una mejor manera de trabajar. Este cambio en el comportamiento estaría orientado en mejorar sus estrategias de cómo hacer las tareas y funciones, reduciendo el desperdicio de tiempo improductivo y los propios esfuerzos personales y de los demás. La motivación se considera el factor clave para que el personal busque estas nuevas estrategias y formas de cómo resolver mejor un objetivo y/o tarea encomendada.

Según la cultura organizacional y el momento en que

SEMANA 1				
INDICADOR: Tiempo perdido			UNIDAD: Minutos	
	Turno 1		Turno 2	
	Valor	Efectividad	Valor	Efectividad
Lunes	5	50	0	100
Martes	1	90	5	50
Miércoles	20	-50	25	-75
Jueves	10	0	4	40
Viernes	5	50	5	50
Total		140		165
Promedio		28		33

MES 1		
Tiempo perdido/puntos de efectividad		
Semana	Turno 1	Turno 2
1	28	33
2	45	58
3	38	22
4	52	67
Total real (a)	163	180
Total máximo posible (b)	400	400
% Logro (a) /(b)	41%	45%

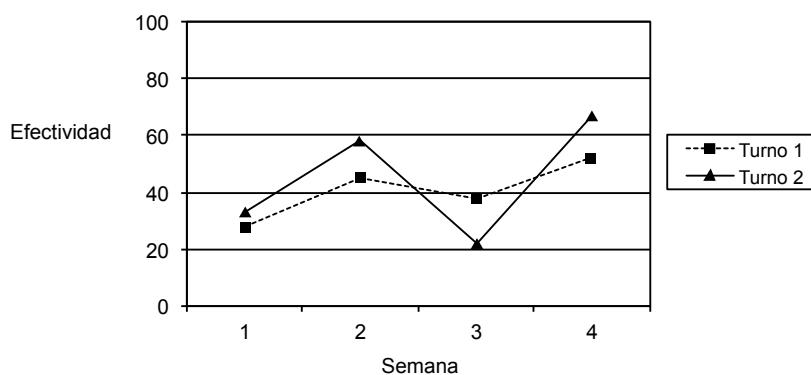


Figura 3. Seguimiento del indicador de efectividad: tiempo perdido en minutos, en dos turnos de trabajo en la primera semana y en cuatro semanas.

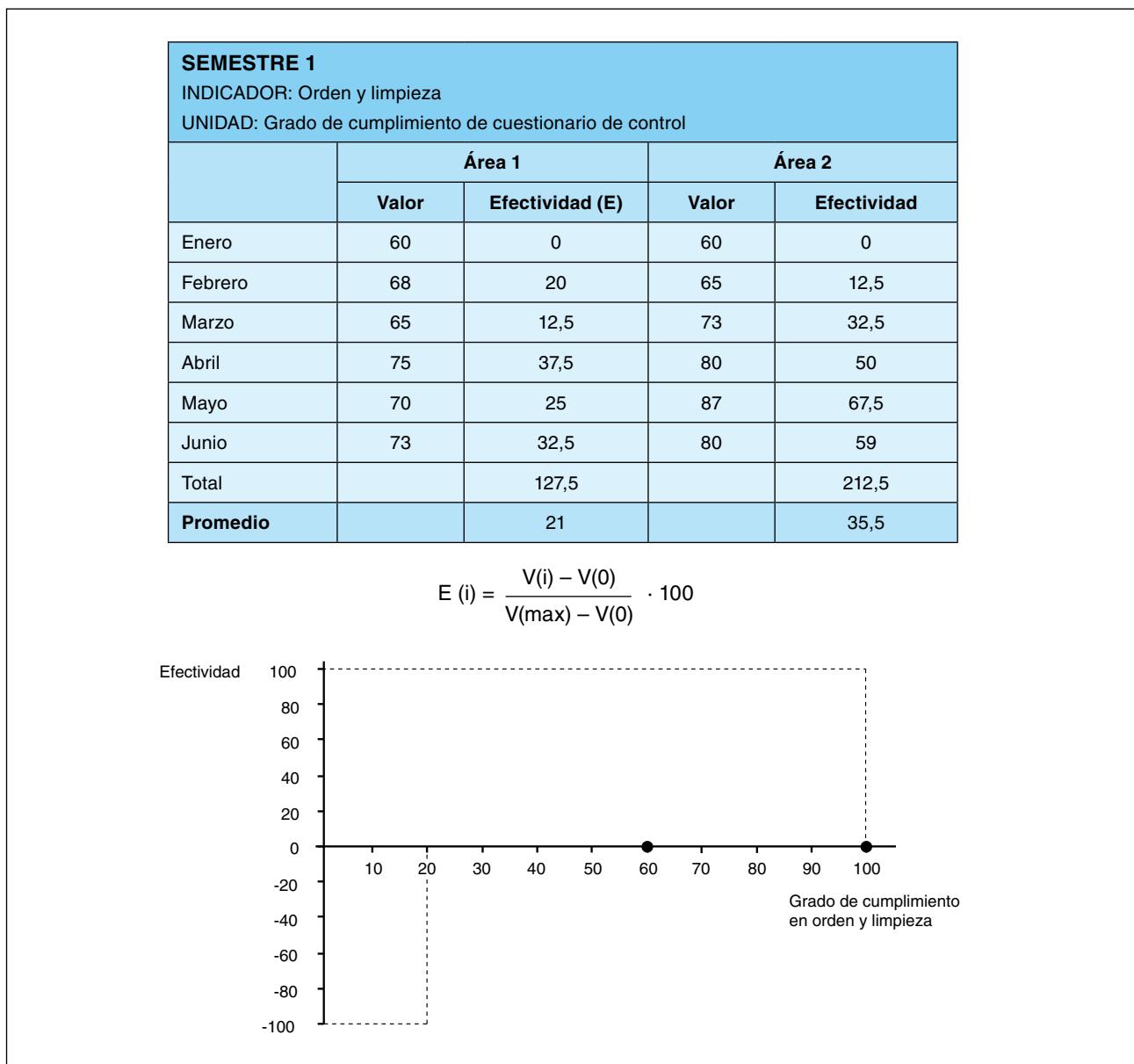


Figura 4. Seguimiento del indicador de efectividad: orden y limpieza en seis meses

se encuentra la organización, ante la dinámica del mercado y las estrategias planteadas, se habrían de expresar los resultados como logro de rebasar el punto 0, que puede ser el plan, o como el faltante para llegar al máximo posible que es la meta correspondiente a los 100 puntos de efectividad. En tal sentido, los objetivos a través de los indicadores han de quedar muy bien definidos y en todo caso revisarlos y reconsiderarlos de mutuo acuerdo para que el avance sea posible y gratificante.

En materia de Seguridad y Salud en el trabajo, caben citar algunos indicadores, específicos, como el de orden y limpieza, el de incidentes/accidentes, e acontecidos, las observaciones del trabajo realizadas y deficiencias detectadas en comportamientos, el buen uso de EPI's, etc. Ciertas mejoras de las condiciones de trabajo, como las ergonómicas, de especial importancia en la mejora de la productividad, pueden tener un indicador propio o ser debidamente consideradas integrándose a otros indicadores globales de eficiencia.

El indicador de orden y limpieza ha estado generalmente considerado en el Modelo, y es integrador de as-

pectos de calidad y de prevención de riesgos laborales, como instrumento de control de riesgos convencionales por golpes, choques, caídas, generadores de la mayoría de accidentes de trabajo, además de los sobreesfuerzos.

Supongamos que establecemos el acuerdo de controlar el orden y limpieza en las diferentes áreas de trabajo y diseñamos para ello un cuestionario que contemple un conjunto dispar de variables a mejorar y controlar. Tal cuestionario es concebido auto evaluativo, o sea, mediante un puntaje sobre el cumplimiento de los aspectos considerados obtendremos directamente el indicador.

En el ejemplo que se expone, partimos de una situación inicial en la que se ha constatado que el resultado de aplicación del cuestionario genera un indicador promedio del 60% de cumplimiento de las especificaciones establecidas, tras la puesta en marcha de un plan específico sobre este tema. Por tanto, tal punto sería el índice 0 de efectividad. Y el 100% de cumplimiento corresponderá también con el 100% de efectividad. Veamos a continuación las reflexiones que se pueden hacer ante la evolución constatada de los indicadores, habida cuenta que en

este caso la unidad temporal de referencia es el mes, que es el periodo de control acordado. Ver fig. 4.

A la vista de los resultados del índice de efectividad en las dos áreas de trabajo mostradas, se evidencia, que si el objetivo fuera muy ambicioso para que se alcanzara el 100 de efectividad, los avances habrían de ser considerados en el periodo fijado de seis meses de insuficientes al estar lejos de alcanzarlo, a pesar de que en el área 2 los resultados fueron sustancialmente mejores. Por otra parte, si el objetivo hubiera sido más realista y modesto, ofrecería una lectura positiva al reconocerse haberse superado en promedio el punto de partida. Ello nos debe hacer reflexionar de la importancia de fijar objetivos alcanzables con los recursos disponibles. Lo importante es reflexionar sobre la evolución de los indicadores en el tiempo para ir introduciendo acciones de mejora.

Como se ha indicado, La conversión de las mediciones en puntos de efectividad ayuda a calificar o valorar cuán cerca o lejos estamos de la meta del objetivo planteado, y además, posibilita sumar varios indicadores y por ende, objetivos, estandarizando todos ellos bajo el indicador de efectividad. Así, la experiencia en la aplicación del Modelo ha demostrado exitosamente que cabe considerar un objetivo de Calidad, con sus indicadores específicos, un objetivo de Eficiencia /rendimiento, con sus indicadores, uno de Seguridad y Salud en el Trabajo, también con sus indicadores, y finalmente uno de comportamiento, en el que se ha incluido el indicador de absentismo.

Para mantener en posición relevante el Modelo para la empresa, es necesario actualizar e innovar los indicadores, los formatos y el modelo de seguimiento a los grupos de retroalimentación.

4. ESTRATEGIA Y FASES PARA LA IMPLANTACIÓN Y DESARROLLO DEL MODELO

Este Modelo requiere desarrollar una potente vía de diálogo y participación en las áreas y procesos productivos. Por tanto habrá que realizar una serie de acciones de sensibilización y sobre todo concienciación de todo el personal para generar la necesaria confianza. Tengamos en cuenta que SIMAPRO requiere la implicación de diversos niveles funcionales y jerárquicos de la organización para generar impactos positivos, luego, todos han valorar la utilidad del proyecto y su contribución real a la mejora tanto de la productividad y la eficiencia en el trabajo como a las condiciones de trabajo.

Como todo sólido proyecto de cambio en los procesos de trabajo requiere el máximo compromiso de la alta dirección, la estructuración del inicio del proyecto en una o mejor dos áreas de trabajo como experiencia piloto, y el establecimiento de un plan de trabajo con su cronograma y los recursos organizativos y procedimentales que lo hagan posible.

La etapa de arranque habría de iniciarse con las siguientes actividades:

1. Precisar con la alta dirección los objetivos perseguidos y los resultados esperados del SIMAPRO. Replantearse el encaje de la misión, visión y valores de la empresa con el Modelo.
2. Explicar a la estructura y en particular a los mandos medios los principios del sistema y la función que ellos ocupan en la gestión del mismo.
3. Explicar a los representantes sindicales los objetivos y principios del sistema, dialogar en profundidad sobre ello y lograr su plena implicación

4. Identificar las áreas donde iniciar las primeras experiencias piloto
5. Establecer las funciones y plan de trabajo del coordinador de SIMAPRO
6. Planificar los talleres de visualización y de definición de indicadores a medir. Disponer de información útil sobre resultados del proceso e histórico de incidencias en las áreas en cuestión.
7. Asegurar la infraestructura necesaria para el buen funcionamiento de los grupos de trabajo (lugar y sala de reuniones confortable, momento y duración de las reuniones, disponibilidad de ordenador y proyección visual de imágenes, pizarra, transporte de algún asistente si fuera necesario, etc.).
8. Indicar fecha tentativa de arranque de la medición y establecer calendario de juntas de retroalimentación.
9. Definir elementos de promoción y divulgación del proyecto para crear un ambiente favorable al mismo, compartido por toda la organización.
10. Asignar presupuesto inicial para la primera etapa del proyecto.

Una vez evaluados los resultados de la experiencia piloto, y aplicadas las correcciones necesarias, estaríamos en condiciones de extender la aplicación del Modelo a todas las áreas, aplicando talleres de visualización y definición de indicadores y parámetros de medición.

En la etapa inicial es importante cuidar todos los detalles. Es imprescindible definir claramente los objetivos y la organización para llevarlos a término, trabajando desde el primer momento para que el clima laboral sea favorable al proceso. Por ello, los aspectos relativos a la mejora de condiciones de trabajo han de ser debidamente estimulados, ya que los trabajadores deben percibir desde el inicio que toda mejora sea del ámbito que fuere, ha de conjugar los intereses personales y colectivos. Para ello se requiere trabajar con los trabajadores y para los trabajadores, asumiéndose que ellos han de ser los primeros beneficiarios.

En la figura 5 se muestra a modo de ejemplo, la estructura organizativa del Modelo, en donde en un primer nivel está el Comité de dirección, en el segundo nivel el grupo de coordinación y seguimiento y en el tercer nivel los grupos de retroalimentación por áreas de trabajo. El tamaño y estructuración de centros de trabajo existentes determinará que existan tales tres niveles o se reduzcan a dos. Es esencial la figura del coordinador del Modelo. Los mandos medios participantes han de estar formados en sistemas de calidad, de prevención de riesgos laborales, mantenimiento integral y formación y evaluación de trabajadores por competencias. Es necesario definir el nuevo perfil de las personas que den soporte a los sistemas de calidad, prevención de riesgos laborales, medio ambiente y mantenimiento integral, para que se interioricen plenamente con SIMAPRO.

Otro aspecto esencial en el inicio del proyecto es la revisión de la Misión, Visión y Valores de la organización, ya que ello habría de condicionar los objetivos y actividades de mejora a desarrollar. Tengamos en cuenta que los objetivos tienen tres niveles de intervención, los estratégicos, los tácticos y los operativos. También es importante revisar a fondo todos los proyectos de innovación en desarrollo o previstos para incorporarlos en el desarrollo del Modelo.

Es importante tener en cuenta que toda actividad ha de llevar implícita una o varias propuestas de mejora. Debe salirse siempre de una reunión con una acción inmediata que represente la aplicación de un acuerdo de mejora.

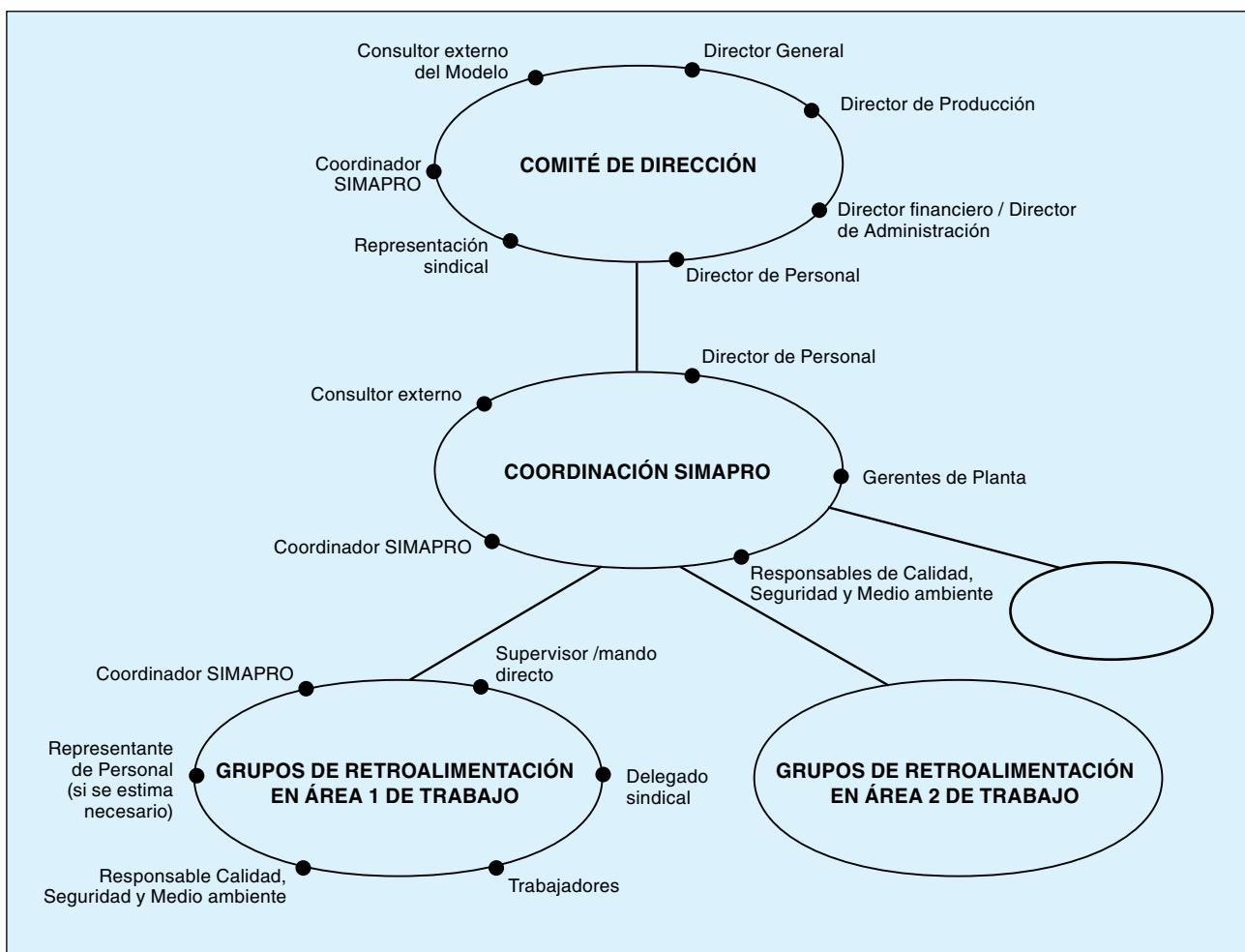


Figura 5. Ejemplo de una organización funcional del Modelo SIMAPRO

Sensibilización y maratón de mejoras

La mejor sensibilización se produce a través de lo que denomina el taller de visualización de problemas y soluciones. Tras haber sido definidas las Áreas a trabajar hay que generar las evidencias necesarias de las disfuncionalidades, visualizándolas. La mejor manera de hacerlo es mediante fotografías, que luego permitirán contrastar el antes y el después de haber aplicado cualquier mejora. Desde luego, el mecanismo de priorización de actuaciones debe basarse siempre en el diálogo. Las reuniones quincenales de seguimiento son necesarias en el inicio y primeras etapas. En cada Área es también imprescindible identificar y formar a líderes que se impliquen de una manera directa en el proyecto. Este primer ciclo debe cerrarse mediante una evaluación de lo acontecido y las primeras experiencias generadas.

Medición y retroalimentación

A ello ya nos referimos anteriormente. Pero desde luego antes de medir hay que visualizar el contexto real en el que nos encontramos. Una vez definidos los indicadores hay que establecer los mecanismos de medición y procesamiento de los datos, estandarizando los valores a puntos de efectividad. Desde luego, lo importante es que los trabajadores han de ver claramente el beneficio. El primero es que la propuesta de mejora surgida y acordada se aplica.

El tamaño de los grupos de trabajo por Área suele oscilar entre 18 y 25 personas, ya que interesa la ma-

yor implicación posible en el proyecto. Desde luego es imprescindible reflejar todo lo acordado en una sencilla acta de cada reunión del grupo de trabajo que habría de constituir un instrumento clave de control.

Los datos de los resultados han de servir siempre para la reflexión, encontrando la causa-raíz a todo lo que va aconteciendo y a la evolución observada.

Los indicadores han de estar en todo momento a disposición del personal. Precisamente su aportación especial es que se plantean y acuerdan desde abajo con la plena implicación de mandos y trabajadores.

La actividad de los grupos de retroalimentación ha de ser también controlada a través de indicadores como el grado de asistencia de sus miembros a las reuniones, las propuestas de mejora acordadas, el coste de las reuniones, etc. Es interesante considerar el establecimiento de premios o reconocimientos a la actividad y buena convivencia de los grupos de trabajo. Siempre habrá un coordinador SIMAPRO en la empresa que estará presente en las reuniones.

Las reuniones de los grupos habrían de celebrarse como mínimo cada seis meses.

Existe un software SIMAPRO en hojas Excel para facilitar la gestión del Modelo y de los resultados que vaya generando. Hay que recordar que hay que empezar con lo sencillo y fácil de aplicar para estimular el proceso. Los cambios han de ser graduales y digeribles. Periódicamente hay que ir cerrando el ciclo para reevaluar lo realizado y replantearse el desarrollo del Modelo para poder seguir avanzando.

Cápsulas de capacitación

Con este nombre se denomina el proceso de aprendizaje que se genera en los grupos de retroalimentación. Se parte de la definición de un solo problema para trabajar, surgido de alguna oportunidad, incidente u otra circunstancia. Hay que entrar en el detalle del mismo para entender todos los factores que lo determinan, aplicando estrategias de razonamiento como la de los cinco por qué. De ello habrían de surgir las propuestas de mejora. Debería controlarse el tiempo de reflexión por cada problema para que se situara alrededor de los veinte minutos.

Desarrollo de competencias

Hay que tener en cuenta que SIMAPRO está vinculado a la implantación y desarrollo de un sistema de gestión por competencias, que habría de ser consustancial con el Modelo.

En necesario tener una visión de sostenibilidad del sector en el que nos encontramos, para considerar las competencias que es imprescindible desarrollar en el trabajo. El proceso conlleva definir las competencias clave y estandarizarlas en los diferentes puestos y tareas. Luego habría que elaborar lo que se denominan las GAEC, guías de autoformación y evaluación por competencias. Tale guías de carácter sectorial y con una concepción eminentemente didáctica, pretender facilitar el proceso de aprendizaje del personal en sus actividades.

La estructura de tales guías está formada por los indi-

cadores de impacto, que son los mismos de SIMAPRO, la definición precisa del estándar de cada competencia, la auto evaluación, que representa asumir los conocimientos necesarios, saber lo que es considerado el desempeño base y el desempeño excelente, teniendo muy claro todo aquello que se debe evitar, y propuestas de mejora que puedan plantearse, las explicaciones complementarias que se consideren pertinentes y finalmente la evaluación. Está prevista una duración de la acción formativa de tales guías de aproximadamente unas 20 horas.

Cada responsable de unidad funcional o área de trabajo ha de formar a su gente con tales guías, por ello la guía es elaborada de una manera muy cercana para que sea verdaderamente útil. Se trata de un texto básico pero completo. La Guía se entrega de manera personalizada a cada miembro de la organización. Luego la Guía, en el proceso de aprendizaje se va cumplimentando en grupo, así se va facilitando la asunción y ampliación de competencias de los trabajadores. Las GAEC elaboradas en Chile han incorporado aspectos generales de descripción de las empresas, sus procesos productivos y los rasgos esenciales de su política.

El proceso completo que se va desarrollando por etapas, requiere la capacitación cuidadosa de facilitadores de tales GAEC, la capacitación y certificación posterior de evaluadores de competencias, y finalmente la evaluación y certificación de competencias de los trabajadores.

Por supuesto habrá que considerar los mecanismos de compensación por el desempeño de competencias y la evaluación de impactos del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) MERTENS, LEONARD
Formación y productividad. Guía SIMAPRO. OIT. CINTERFOR.
Montevideo. 2007
- (2) DISANTO, FABIANA Y OTROS
Gestión por competencias en pymes. Guía Modelo FUSAT.
Buenos Aires. 2010

Embarazo, lactancia y trabajo: promoción de la salud

*Pregnancy, breastfeeding and work: health promotion
Grossesse, allaitement et travail: promotion de la santé*

Redactora:

M^a Dolores Solé Gómez
Especialista en Medicina del Trabajo
*CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO*

Esta NTP tiene como objetivo principal poner a disposición de los diferentes actores unas recomendaciones para crear entornos de trabajo que favorezcan un embarazo y una lactancia saludables y conseguir que la mujer trabajadora viva estas situaciones con plenitud tanto física como emocional.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El embarazo y la lactancia, salvo contadas excepciones, son totalmente compatibles con el trabajo. Aunque llevan numerosos cambios físicos, psicológicos y sociales, suelen discurrir de manera natural, sin molestias o molestias mínimas. Los cuidados en estas situaciones se apoyan en gran medida en la educación para la salud y en la creación de entornos que eviten los riesgos, faciliten elecciones saludables y ayuden a la mujer a hacer frente a las posibles molestias que surgen durante las diferentes etapas de su maternidad. En este sentido, el lugar de trabajo puede ser un escenario complementario a las actuaciones de los servicios de salud en lo relativo a la información y educación para la salud y jugar un papel determinante en la creación de entornos de trabajo promotores de salud y "amigables" para las trabajadoras embarazadas, que han dado a luz recientemente o en periodo de lactancia.

2. CAMBIOS DURANTE EL EMBARAZO, EL POST-PARTO Y LA LACTANCIA

Durante el embarazo el cuerpo de la trabajadora gestante se transforma y adapta para que, sin perder el propio equilibrio, sea capaz de nutrir y proporcionar un entorno seguro a su bebé. Estos cambios pueden provocar en la mujer una serie de molestias que, en algunos casos, pueden aumentar por las condiciones de trabajo existentes. Estos cambios pueden requerir de adaptaciones para facilitar el desempeño del trabajo por parte de la trabajadora embarazada.

Tras el parto se inicia una nueva etapa en la que la mujer deberá adaptarse tanto física como emocional y socialmente. El periodo mínimo para la recuperación se estima entre 16 y 24 semanas: 6 semanas de promedio en lo concerniente a la involución uterina, pero hasta 6-12 meses para el total restablecimiento del equilibrio hormonal y del sistema osteomuscular. El post-parto es también un periodo en el que la mujer

(al igual que su pareja) necesita encontrar un nuevo equilibrio psicosocial.

En cuanto a la lactancia, la mujer tendrá que salvar ciertas barreras a la hora de su incorporación al trabajo, en especial, la posible incompatibilidad del horario laboral con las tomas del lactante. Para poder trabajar sin dejar de darle el pecho a su hijo, la madre necesita básicamente información, confianza en sí misma y en sus derechos y, sobre todo, apoyo familiar (pareja, familia), social (amigos, comunidad) y laboral (política de la empresa, Dirección y compañeros de trabajo). La existencia de una estrategia de actuación y de un código de buenas prácticas en la empresa, favorecerá el mantenimiento de la lactancia natural y una mejor salud tanto para la mujer como para su hijo, así como una serie de beneficios para la empresa.

En la tabla 1 se representan los cambios frecuentes.

3. MEDIDAS PARA LA PROMOCIÓN DE UNA MATERNIDAD SALUDABLE EN EL TRABAJO

Los puntos clave para promover una maternidad saludable en el trabajo son principalmente:

- Disponer de una política por escrito sobre la protección, promoción y apoyo de una maternidad saludable en el trabajo.
- Dar a conocer esta política de forma activa y continuada.
- Formar adecuadamente a los mandos intermedios y a los profesionales sanitarios sobre cómo implementar esa política.
- Crear entornos de trabajo seguros y saludables que faciliten una maternidad saludable.
- Informar a las trabajadoras sobre cómo gestionar su embarazo en el trabajo.
- Informar a las trabajadoras de los beneficios y de cómo gestionar su vuelta al trabajo en lo concerniente a la lactancia materna.
- Colaboración y coordinación con los servicios sanitarios, especialmente con los servicios de obstetricia y de apoyo a la lactancia.

EMBARAZO	
Primer trimestre	<ul style="list-style-type: none"> Náuseas y vómitos, sobre todo por la mañana. Fatiga. Dolor de cabeza y aumento de la frecuencia urinaria. Aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria.
Segundo trimestre	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de los senos. Aumenta la lordosis lumbar (aumento de la curvatura lumbar hacia delante). Laxitud ligamentosa que provoca dolores de espalda y equilibrio menos estable. Menor alcance de la mano debido al aumento del volumen abdominal. Retraso en el vaciamiento gástrico y estreñimiento. Mareos y algunos desmayos, cuando permanece de pie de forma prolongada o trabaja en un entorno caluroso.
Tercer trimestre	<ul style="list-style-type: none"> Aumenta la retención de líquidos y se le hinchan las piernas (edemas periféricos). Fatiga más pronunciada. Insomnio. Incomodidad general. Dolores musculares, acentuados a nivel lumbar. Estreñimiento, hemorroides y varices. Aumenta la frecuencia urinaria o problemas de incontinencia.
POST-PARTO	
<ul style="list-style-type: none"> Molestias urinarias. Fatiga. Alteraciones emocionales. Falta de sueño. Incontinencia urinaria, sobre todo en multíparas. 	
LACTANCIA	
<ul style="list-style-type: none"> Mayor sensibilidad en los senos. Ingurgitación mamaria. Grietas, mastitis. Incompatibilidad de la jornada laboral con las tomas. 	

Tabla 1: Cambios más frecuentes

En la tabla 2 se proponen una serie de medidas, de carácter voluntario para el empresario cuya elección o puesta en marcha va a depender, entre otras cosas, de las características de la empresa, de los recursos disponibles y del número de mujeres que puedan requerir dichas medidas. Las estrategias y medidas propuestas son sencillas, viables, seguras, fáciles de poner en marcha y los recursos necesarios (a veces, tan sólo tiempo y espacio) suelen estar disponibles en la empresa. Además los beneficios de su aplicación pueden derivar en una mayor productividad y rendimiento de las trabajadoras, en un clima laboral positivo e integrador y en la retención o incluso atracción de trabajadoras con el correspondiente impacto en la sostenibilidad y buena imagen de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RECOMENDADOS

- (1) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Directrices para la evaluación de riesgos y protección de la maternidad en el trabajo
INSHT. Madrid
- (2) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Notas Técnicas de Prevención relacionadas con la promoción de la salud en el trabajo:
NTP 639: La promoción de la salud en el trabajo: cuestionario para la evaluación de la calidad.
NTP 664: Lactancia materna y vuelta al trabajo.
NTP 612: Protección y promoción de la salud reproductiva: funciones del personal sanitario del servicio de prevención.
NTP 780: El programa de ayuda al empleado (EAP): intervención individual en la prevención de riesgos psicosociales.
- (3) RED EUROPEA DE PROMOCIÓN DE LA SALUD EN EL TRABAJO
<http://www.enwhp.org>
- (4) INFORMACIÓN SOBRE PREVENCIÓN Y PROMOCIÓN DE SALUD MATERNO-INFANTIL
<http://www.mspsi.es/ciudadanos/proteccionSalud/mujeres/embarazo/home.htm>
- (5) COMITÉ DE LACTANCIA MATERNA DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PEDIATRÍA
<http://www.aeped.es/comite-lactancia-materna>
- (6) ALIMENTACIÓN DE LOS LACTANTES Y DE LOS NIÑOS PEQUEÑOS: NORMAS RECOMENDADAS POR LA UNIÓN EUROPEA
http://www.aeped.es/sites/default/files/recom_ue_alimen.pdf
- (7) CAMPAÑA DE PROMOCIÓN DE LA SALUD. TEMA 2: MATERNIDAD Y TRABAJO (Ver figura 1).
<http://www.insht.es>

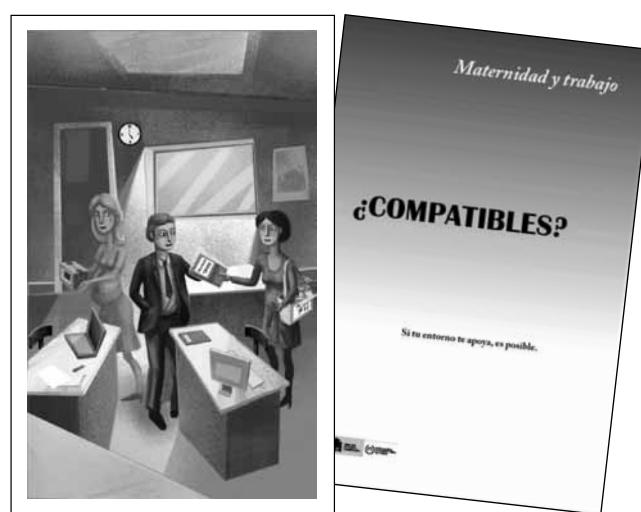


Figura 1. Cartel de la campaña de promoción de la salud en el trabajo

OBJETIVO		
DESARROLLAR UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN, PROMOCIÓN Y APOYO A LA MATERNIDAD EN LA EMPRESA		
BENEFICIOS		
Empresa	<ul style="list-style-type: none"> Mejora de la satisfacción de las trabajadoras y de su productividad. Disminución de las ausencias al trabajo y cumplimiento del horario. Reincorporación temprana al trabajo, retención de la trabajadora durante su embarazo y menor rotación de personal. Disminución de los costes de substitución y formación. Atracción y retención de las trabajadoras. Mejora de la imagen pública de la empresa. 	Protección, asistencia y apoyo <ul style="list-style-type: none"> Seguimiento, asesoramiento y consejo individual por parte de los profesionales sanitarios del servicio de prevención en las diferentes fases de la maternidad. Establecimiento de un procedimiento de emergencia y de evacuación en caso de que la trabajadora deba ser auxiliada o trasladada a un centro sanitario. Crear partenariados con servicios de apoyo fuera de la empresa. Suplementos económicos para disminuir el coste asumido por la trabajadora de las reducciones de jornada. Velar porque se cumpla la prohibición de fumar en la empresa.
Trabajadora	<ul style="list-style-type: none"> Mejor salud y bebés más saludables. Mantenimiento del poder adquisitivo. En el caso de la lactancia, además, fortalece la relación de la madre con su hijo, acelera la recuperación e involución uterina y reduce el riesgo de cáncer de mama y de ovario. 	EJEMPLOS DE MEDIDAS DE APOYO
Lactante	<ul style="list-style-type: none"> Satisfacción de los requerimientos nutricionales y emocionales del bebé. Mejora del sistema inmunológico y mayor resistencia a las infecciones. Disminución del riesgo de enfermedades crónicas. 	Asistencia <ul style="list-style-type: none"> Apoyo emocional y psicológico, si lo necesita, para evitar o detectar de forma precoz la depresión post-parto o los conflictos ligados a su nueva situación. Apoyo para dejar de fumar.
Comunidad	<ul style="list-style-type: none"> Disminución del coste relacionado con el abandono prematuro del trabajo y del coste sanitario. La lactancia es eco amigable. No existen costes asociados de producción, transporte o gestión de residuos. 	Vuelta al trabajo <ul style="list-style-type: none"> Reincorporación progresiva al trabajo. Entrevista de vuelta al trabajo para clarificar las necesidades ligadas al post-parto y a la lactancia. Adecuación de una sala para la lactancia materna o para la extracción de leche. Tríptico informativo con consejos para la vuelta al trabajo y resumen de las facilidades puestas a su disposición por la empresa en esta nueva etapa.
Política empresarial	<ul style="list-style-type: none"> Constituye el marco de referencia para la actuación, definiendo claramente los recursos necesarios y los responsables de su ejecución y cumplimiento (ver tabla 3: Ejemplo de política de apoyo a la lactancia en el trabajo) 	Formación, información <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo o utilización de material divulgativo para informar sobre maternidad y lactancia saludables en el lugar de trabajo. Formación de mandos intermedios sobre cómo dar apoyo a las mujeres en situación de embarazo, post-parto y lactancia. Formación de los sanitarios del servicio de prevención para mejorar su conocimiento y habilidades en lo referente al seguimiento y consejo individual.
Organización y condiciones de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Identificar, evaluar y evitar los factores de riesgo laborales. Adaptar dentro de lo posible los horarios de trabajo a las necesidades de la trabajadora o a las tomas del bebé sin que ello suponga una disminución de la jornada laboral. Previsión de pausas suficientes en número y duración para descansar, comer y beber e ir al aseo. Considerar la opción de trabajo a tiempo parcial, de reducción de jornada o de teletrabajo. Ampliación o mejora de los permisos de maternidad o lactancia. 	Náuseas y vómitos matutinos <ul style="list-style-type: none"> Horario flexible, sobre todo para entrar a trabajar. Pausas más frecuentes. Consejos dietéticos. Considerar mejoras en la ventilación para evitar la exposición a olores o restricción temporal de tareas.
Entornos de trabajo "amigables"	<ul style="list-style-type: none"> Poner a disposición de la trabajadora un lugar adecuado para descansar, extraer la leche o amamantar a su bebé. Servicios e instalaciones sanitarias accesibles e higiénicas. Acceso a guarderías en la empresa o en las mediaciones. Facilidades para aparcar. 	Fatiga <ul style="list-style-type: none"> Evitar y vigilar que el tiempo de trabajo, el volumen y los ritmos de trabajo no sean excesivos. Permitir un número mayor de pausas para descansar y refrescarse.
Información, formación y comunicación	<ul style="list-style-type: none"> Distribución de folletos, colocación de pósters y de otros materiales divulgativos para concienciar a los trabajadores y trabajadoras de la importancia de una maternidad saludable. Facilitar el conocimiento de la política empresarial de directivos, mandos intermedios y trabajadores. Informar a la trabajadora de sus derechos y de las facilidades puestas a su disposición por la empresa durante su embarazo y a la vuelta de su permiso de maternidad. 	Venas varicosas <ul style="list-style-type: none"> Cambios posturales frecuentes. Evitar la bipedestación o sedestación prolongadas. Pausas y lugar donde descansar tumbadas. Asegurar la disponibilidad de asientos.
		Dolores musculares <ul style="list-style-type: none"> Cambios posturales frecuentes. Alternar períodos de descanso con períodos en movimiento. Proporcionar un lugar para descansar y relajarse. Facilitar el acceso a un fisioterapeuta.
NORMATIVA APlicable		
	Permisos	<ul style="list-style-type: none"> Lactancia: Artículo 37.4 del Estatuto de los Trabajadores, Ley 39/1999 para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras.
	Zona de descanso e instalaciones sanitarias	<ul style="list-style-type: none"> RD 486/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo.

Tabla 2: Programa para la promoción de una maternidad saludable en la empresa

EJEMPLO DE POLÍTICA DE APOYO A LA LACTANCIA EN EL TRABAJO

La lactancia natural exclusiva durante los primeros seis meses de vida mejora la salud del bebé y de la madre y reporta beneficios para los empresarios y la comunidad. La lactancia materna es además un derecho que debe ser respetado, protegido y asistido.

Dado que las trabajadoras que amamantan a sus hijos requieren de un apoyo continuado para hacer compatibles lactancia y trabajo, “*nombre de la empresa*” ha establecido la siguiente política.

1. Es política de “*nombre de la empresa*” dar apoyo a las madres que eligen amamantar a sus hijos permitiendo que procedan a la extracción de la leche durante las horas de trabajo:
 - a. Las trabajadoras disponen de una sala privada, tranquila e higiénica donde extraer la leche. Esta sala está en (ej.: Segundo piso, sala 3) y está dotada de un mecanismo para cerrar la puerta, un enchufe, una nevera y un lavamanos así como de jabón y toallas de papel.
 - b. La nevera sólo se utilizará para la conservación de la leche materna.
 - c. Las trabajadoras dispondrán de 2 pausas adicionales para la extracción de la leche de 20 minutos de duración. Estas pausas se consideran como tiempo trabajado.
2. Es política de “*nombre de la empresa*” crear un clima positivo y de apoyo a las trabajadoras lactantes:
 - a. Las trabajadoras lactantes no serán penalizadas o discriminadas en razón de dicha condición al volver al trabajo.
 - b. Los mandos intermedios conocerán las necesidades y darán apoyo a las trabajadoras.
 - c. La Unidad de Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención proporcionará consejos y atenderá las dudas que sobre la lactancia natural pueda tener la trabajadora lactante.
3. Es política de “*nombre de la empresa*” promover la lactancia materna:
 - a. Se proporcionará información sobre la lactancia natural, incluyendo los recursos disponibles en la comunidad, a todas las trabajadoras embarazadas o en periodo de lactancia.
 - b. Se utilizarán la revista de la empresa y los tablones de anuncio para dar información sobre la lactancia natural.
 - c. Se dará a conocer esta política a los trabajadores y trabajadoras actuales y se incluirá en la formación y acogida de nuevos trabajadores.
 - d. Los profesionales sanitarios del Servicio de Prevención recibirán la formación, el entrenamiento y las habilidades requeridas para orientar, aconsejar y apoyar a las trabajadoras en periodo de lactancia.

Responsabilidades:

- Es responsabilidad del superior inmediato asegurarse de que toda mujer en situación de lactancia materna conozca esta política.
- La Sra. X de RRHH (Telf: xxxxxx) es la coordinadora de la política. Es la responsable de aclarar cualquier duda o pregunta sobre la aplicación de la misma y de velar porque la sala de lactancia esté en condiciones.
- Es responsabilidad de la trabajadora, antes de volver al trabajo, comunicar a la Unidad de Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención (Telf.: xxxx; e-mail: xxx@xx.xx) su intención de continuar la lactancia materna después de su reincorporación.
- Es responsabilidad de la Unidad de Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención citar a la trabajadora antes de su reincorporación para conocer sus necesidades y consensuar las medidas específicas adecuadas a su condición.
- El Servicio de Prevención realizará la evaluación de riesgos adicional en cuanto la mujer comunique su condición.
- El Comité de Seguridad y Salud velará por el cumplimiento de dicha política y llevará a cabo una encuesta de satisfacción cada dos años.

Esta política es de aplicación desde (FECHA) y se revisará cada tres años o antes si estuviese justificado.

La gerente de “*nombre de la empresa*”

La coordinadora de la política

Fdo.:

Fdo.:

Tabla 3. Ejemplo de política de apoyo a la lactancia en el trabajo

Embarazo, lactancia y trabajo: vigilancia de la salud

*Pregnancy, breastfeeding and work: medical surveillance
Grossesse, allaitement et travail: surveillance médicale*

Redactora:

M^a Dolores Solé Gómez
Especialista en Medicina del Trabajo

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Esta NTP tiene como objetivo principal facilitar a los sanitarios de los servicios de prevención pautas y criterios de actuación en situaciones de embarazo, post-parto y lactancia de la mujer trabajadora.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Los principios de actuación y las funciones de los profesionales sanitarios de los servicios de prevención están consignadas básicamente en la Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales, en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y en el Real decreto 843/2011 por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención. Estas funciones se clasifican esquemáticamente en la tabla 1.

La vigilancia de la salud es uno de los instrumentos que utiliza la Medicina del Trabajo para controlar y hacer el seguimiento de la repercusión de las condiciones de trabajo sobre la salud de la población trabajadora. Los objetivos de la misma son principalmente de dos tipos: a) los individuales, relacionados con el sujeto que se vigila, que incluyen la detección precoz de los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud; la identificación de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos y la adaptación del trabajo a la persona; b) los colectivos, relacionados con el grupo de trabajadores, que nos ayudan a hacer un diagnóstico de situación y a detectar nuevos riesgos, a planificar la acción preventiva y a evaluar las medidas de prevención.

En el caso de las situaciones de embarazo, post-parto y lactancia son de una especial relevancia los siguientes objetivos específicos:

- Identificación de las trabajadoras embarazadas, que han dado a luz recientemente o en periodo de lactancia.
- Propuesta y colaboración en la realización de las evaluaciones de riesgos adicional y periódicos.
- Seguimiento de dichas trabajadoras en las diferentes fases de su maternidad para comprobar la compatibilidad del puesto de trabajo con su estado y el mantenimiento de una buena salud.
- Propuesta de las medidas preventivas o de protección especial ajustadas al caso individual.
- Preparación de la vuelta al trabajo después del permiso por maternidad.
- Ánálisis de los efectos adversos relacionados con el embarazo, el post-parto y la lactancia materna que se producen en las trabajadoras de la empresa y de su posible relación con los factores de riesgo de origen laboral.
- Valoración de la compatibilidad del puesto de trabajo con el estado biológico de la trabajadora.

En la tabla 2 se resumen los principales elementos de la vigilancia de la salud para la protección de la maternidad en el trabajo.

FUNCIONES PRINCIPALES

- Vigilancia de la salud individual y colectiva.
- Protección de los trabajadores especialmente sensibles.
- Investigación epidemiológica.
- Documentación y notificación.
- Prestación de primeros auxilios y atención en emergencias.
- Propuesta de medidas preventivas.
- Formación e información.
- Promoción de la salud.
- Colaboración con el Sistema Nacional de Salud.
- Colaboración con la Autoridad Sanitaria.

Tabla 1: Funciones principales de los sanitarios

2. PECULIARIDADES DE LA VIGILANCIA DE LA SALUD

Con relación a las características de la vigilancia de la salud de las trabajadoras embarazadas, que han dado a luz recientemente o en periodo de lactancia, ésta deberá ajustarse a lo dispuesto en el Art. 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Algunas de las peculiaridades de esta vigilancia de la salud son:

Contenido

En esencia, la vigilancia de la salud deberá ser específica, conforme a los riesgos a los que está sometida la trabajadora. En ningún caso corresponde al área sanitaria del servicio de prevención el seguimiento del embarazo, del post-parto o de la lactancia. Sin embargo, sería conve-

PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA VIGILANCIA DE LA SALUD		
OBJETIVOS		CONTENIDO DE LAS VISITAS MÉDICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los factores de riesgo específicos en la evaluación de riesgos. • Identificación de las trabajadoras especialmente sensibles. • Detección precoz de los efectos sobre la salud reproductiva. • Análisis de casos y análisis epidemiológico de los datos. • Detección de las necesidades de la trabajadora. • Detección de nuevos factores de riesgo. • Propuesta de medidas preventivas y evaluación de su efectividad. • Formación e información. 		<p>La vigilancia médica de la trabajadora será específica conforme a los riesgos inherentes para la maternidad en el lugar de trabajo. En ningún caso es función de la unidad de Medicina del Trabajo el seguimiento del embarazo o lactancia, responsabilidad del médico del sistema nacional de salud.</p>
PERIODICIDAD DE LAS VISITAS MÉDICAS		
<p>El médico del trabajo es el que, en función de la evaluación de riesgos y de las características individuales y evolución de la situación propondrá a la mujer la periodicidad de la vigilancia médica. Se aconseja, como mínimo, hacerla en los momentos siguientes:</p>		
Primera	<p>Momento: En el momento de la comunicación por parte de la trabajadora de la sospecha o confirmación de su estado, previa a la planificación.</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las trabajadoras especialmente sensibles. • Información sobre los riesgos y medidas a adoptar. • Información sobre la política de la empresa y los recursos puestos a su disposición. • Evaluación de sus necesidades. • Propuesta de medidas preventivas. • Consejo individual. 	<p>Una vez obtenido el consentimiento informado de la trabajadora para la realización de la vigilancia médica y revisada la última evaluación de riesgos de su puesto de trabajo, se procederá a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar o actualizar la historia clínica (incluida la ginecológica y obstétrica) y laboral de la trabajadora. • Estado inmunitario. • Recabar información acerca del estado de salud de la madre, del feto, del lactante. • Evaluar las necesidades en el momento de la visita. • Analizar la percepción del riesgo de sufrir algún daño relacionado con las condiciones de trabajo. • Tensión arterial. • Otras exploraciones que se consideren oportunas para descartar especial sensibilidad o confirmar la sospecha de embarazo en el caso de que la comunicación sea de un retraso en la menstruación.
	<p>Momento: Durante el embarazo, se podrían pautar dos visitas médicas posteriores a la primera visita: al final del primer cuatrimestre y otra en el tercer trimestre. Durante la lactancia materna, la segunda visita podría hacerse al mes de reincorporarse. La detección de las alteraciones del comportamiento o funcionales o del cáncer infantil requeriría de una o dos entrevistas adicionales a los 3-5 años siguientes al nacimiento.</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detección precoz de cualquier circunstancia o alteración de la salud de la trabajadora, del feto, del lactante o del niño o niña que pudiera estar causada o verse agravada por las condiciones de trabajo. • Evaluación de las necesidades. • Satisfacción de la trabajadora con las medidas y efectividad de las mismas. • Propuesta de medidas preventivas o mejora de las existentes. • Educación para la salud. 	<p>Esta vigilancia consistirá principalmente en una entrevista con la trabajadora para conocer, según el tipo de examen y el momento en que se realiza:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posibles alteraciones que hayan surgido o se hayan visto agravadas por las condiciones de trabajo. • Nuevas necesidades relacionadas con la evolución de su situación o con los cambios en el desempeño de su trabajo. • Revisión y anotación de la información proporcionada por el médico que la atiende. • Satisfacción con las medidas preventivas puestas en marcha. • Consejo individual. • Exploraciones que se consideren necesarias para detectar una especial sensibilidad sobrevenida o en razón de la anamnesis previa.
ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LAS VISITAS MÉDICAS		
Sucesivas	<p>Sospecha de nuevos factores de riesgo</p>	<p>La aparición de daño en una trabajadora o en su bebé o la concentración de casos en un departamento/área ya sea de forma simultánea o en el tiempo deberán motivar la revisión de los factores de riesgo tanto a nivel laboral como extralaboral.</p> <p>El servicio de prevención deberá actualizar en todo momento la información disponible sobre los riesgos para la reproducción presentes en la empresa.</p>
	<p>Análisis de la aparición de varios casos</p>	<p>El estudio de la concentración en un periodo corto de tiempo de efectos adversos para la reproducción requerirá entre otras cosas de una descripción y análisis exhaustivos de los mismos para determinar si son comparables o no en cuanto a tipo de efecto y exposición y si la frecuencia de aparición es superior a la de la población general. En estos casos la transparencia y una comunicación efectiva son indispensables para facilitar la investigación y la toma de decisiones desde la colaboración y participación de todos los actores principales.</p>
Circunstancial	<p>Efectividad de las medidas preventivas</p>	<p>En función de los objetivos marcados en el programa de protección de la maternidad, se establecerán indicadores para evaluar la efectividad de las medidas preventivas.</p>
	<p>OBSERVACIONES</p> <p>Desde un enfoque individual, la protección de la maternidad debe basarse en un análisis pormenorizado de las evaluaciones de riesgos general y adicional/es, en las características individuales de la trabajadora y en la evolución del embarazo, post-parto y lactancia.</p> <p>Desde un enfoque colectivo, la protección de la maternidad se basará en la elaboración, recogida y análisis de indicadores que permitan hacer el seguimiento de la salud reproductiva a lo largo del tiempo en función de los factores de riesgo.</p>	

Tabla 2.

niente conocer la evolución de la salud de la mujer, los posibles problemas o molestias que surgen durante estas etapas y, en el caso del embarazo, las posibles alteraciones que han podido aparecer durante el parto o en el bebé. Para ello, es recomendable establecer, siempre con el consentimiento y a través de la trabajadora en cuestión, una colaboración con el médico que la asiste. Ello permitirá por un lado, detectar de forma precoz cualquier alteración que pudiera estar relacionada con las condiciones de trabajo y actuar en consecuencia y, por otro, ajustar las condiciones de trabajo a la situación específica de la trabajadora para permitir un desempeño óptimo del mismo y conseguir el máximo bienestar y salud para ella y su bebé.

Voluntariedad

Como norma general, la vigilancia de la salud en estas situaciones será de carácter voluntario para la trabajadora salvo que se apliquen las excepciones consignadas en el artículo 22 de la LPR. Ello implica que, en el caso de ser voluntaria, se deberá recabar el consentimiento informado de la trabajadora previo y con la información suficiente sobre el contenido y la finalidad; libre de coacciones; específico, reconocible y revocable; y, en el caso de ser obligatoria, debería existir un informe previo de los representantes de los trabajadores sobre el particular.

Periodicidad

Son varios los momentos en los que se debería proponer la visita médica a la trabajadora: en el momento de la comunicación del embarazo; a demanda de la trabajadora durante el embarazo por aparición de síntomas o de alteraciones detectadas durante las visitas del médico que la atiende; antes del volver al trabajo; a demanda de la trabajadora durante la lactancia materna. El contenido de la visita variará de forma sustancial según el momento en que se produzca, pudiendo consistir tan sólo en una entrevista dirigida, sin necesidad de ninguna prueba complementaria adicional.

Especial sensibilidad

Más allá de los riesgos de origen laboral existen una serie de factores individuales y ligados a la gestación y lactancia o al entorno social que deberían suponer una intensificación de la vigilancia médica por suponer una mayor susceptibilidad a un factor de riesgo laboral determinado o por ser en sí mismo un factor de riesgo. A modo de ejemplo citaremos: los embarazos múltiples o la diabetes y la nocturnidad; la anemia y la carga de trabajo; la hipertensión arterial y el ruido; el tabaquismo y el riesgo de un parto pretérmino; el bajo peso materno y un crecimiento fetal deficiente; la falta de apoyo social y el estrés y un largo etcétera que debería valorarse en cada caso.

Confidencialidad

La comunicación hecha a los profesionales sanitarios no implica que éstos deban comunicarlo a la empresa. Sin embargo, si la mujer en esta situación es especialmente sensible en razón de su embarazo, parto reciente o lactancia, los profesionales sanitarios en aplicación del artículo 25 de la Ley 31/1995 deberán comunicar al empresario el resultado de su valoración en términos de aptitud y medidas preventivas.

3. OTROS ELEMENTOS A TENER EN CUENTA

Existen además unos elementos indisociables del programa de medicina del trabajo y que, en el caso que nos ocupa son de vital importancia:

Identificación de las trabajadoras

En situación de embarazo, parto reciente o lactancia la comunicación de estas circunstancias por parte de las trabajadoras es importante para poner en marcha las distintas acciones de protección. Dependiendo de las condiciones de trabajo sería conveniente aconsejar dicha comunicación en las siguientes situaciones:

- a) *Pre-concepción*: para aquellos agentes que pueden producir malformaciones congénitas, el riesgo es máximo entre la 3^a y 8^a semana de gestación. Teniendo en cuenta que un retraso de 7 días significa que la mujer se halla en la 3^a semana de gestación, la comunicación por parte de la trabajadora de su intención de quedar embarazada o la determinación de la gonadotrofina coriónica en sangre a los 2-3 días de retraso podrían considerarse como elementos para poner en marcha las medidas preventivas oportunas;
- b) *Sospecha de embarazo*: 10 días de retraso en una trabajadora con ciclos regulares y espontáneos;
- c) *Embarazo*: confirmación del embarazo por determinación en orina de la gonadotrofina coriónica;
- d) *Post-parto*: incorporación antes de la semana 16 del parto;
- e) *Lactancia materna*: antes de volver al trabajo para poder preparar y poner a disposición de la mujer embarazada una sala adecuada para extraer la leche o amamantar a su hijo.

En cualquier caso la comunicación de estas circunstancias debería hacerse tan pronto fuera conocida por la trabajadora siempre en función de los factores de riesgos presentes en el lugar de trabajo.

Es conveniente disponer de un procedimiento de comunicación sencillo y ágil para evitar retrasos en la actuación preventiva. Es aconsejable también que la comunicación por parte de la trabajadora sea por escrito y que vaya acompañada de un certificado por parte del médico que la atiende.

Información y formación

Los derechos de información y formación en relación con la protección de la maternidad implican la obligación del empresario de informar sobre los riesgos a los que puedan estar expuestas las trabajadoras en estas situaciones así como cualquier medida relativa a su seguridad y salud. Es importante tener en cuenta, en el caso de las contratas y subcontratas, el deber de información a las empresas que realizan su actividad en la empresa titular así como a las trabajadoras temporales, en formación o autónomas. En el caso de las trabajadoras de la empresa, esa información debería ser recordada y actualizada durante la vigilancia médica periódica. Por otro lado, en el momento en que se produce la comunicación, después de la primera visita y siempre con la debida garantía de confidencialidad y protección de la intimidad, la Unidad de Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención deberá comunicar a la trabajadora, a la empresa y a los representantes de los trabajadores la necesidad de poner en marcha las medidas de protección y promoción adecuadas e informar sobre la efectividad de las mismas. Es importante también mantener informa-

TRABAJADORA	NIÑO
Tensión arterial	Aborto espontáneo
Dolores musculares	Muerte fetal o neonatal
Alteraciones emocionales	Crecimiento fetal
Fatiga	Defectos congénitos
Caídas o incidentes	Bajo peso al nacer
Duración del embarazo	Alteraciones funcionales
Complicaciones durante el parto	Alteraciones del comportamiento
Trabajadoras lactantes	Cáncer infantil
Duración de la lactancia	Intoxicación
Penosidad del trabajo	

Tabla 3: Indicadores de efecto

dos a los representantes de los trabajadores sobre los riesgos para la maternidad existentes en la empresa y el correspondiente procedimiento de actuación así como de cualquier cambio.

Intercambio de información con el médico que atiende a la trabajadora

La colaboración con el médico que atiende a la trabajadora durante su embarazo y post-parto o al niño o niña debería ser biunívoca y siempre con el consentimiento de la trabajadora que puede ejercer de intermediaria. Esta comunicación debería iniciarse con la redacción por parte del médico del trabajo de un informe sobre las condiciones en que la trabajadora desempeña su trabajo tomando como base la evaluación de riesgos realizada por el área técnica del servicio de prevención. Las comunicaciones sucesivas pueden provenir tanto de una parte como de

otra y estar motivadas por la aparición de síntomas, alteraciones o complicaciones que pueden estar relacionadas o ser agravadas por las condiciones de trabajo.

4. EFECTOS A VIGILAR

Con relación a las alteraciones de la reproducción y a su prevención, los efectos sobre la mujer embarazada, el feto o el lactante no son los únicos que se han de vigilar. Las condiciones de trabajo pueden repercutir también en el hombre y en la mujer en edad fértil en forma de infertilidad, alteraciones del deseo sexual, disminución de la libido, impotencia, alteraciones menstruales; o presentarse en el niño o niña como alteraciones del desarrollo físico o mental, alteraciones funcionales o del comportamiento o incluso como cáncer infantil. En la tabla 3 se proponen algunas variables que se pueden recoger de forma sistemática para evaluar el impacto de las condiciones de trabajo en las situaciones de embarazo, post-parto y lactancia.

El servicio de prevención podría recabar información sobre los posibles efectos de las condiciones de trabajo sobre la población trabajadora de diversas fuentes. A modo de ejemplo:

1. Resultados de las visitas médicas: síntomas durante el embarazo, el post-parto y la lactancia y algunos signos (como aumento de la tensión arterial)
2. Informes del médico que asiste a la trabajadora o a su bebé: evolución del embarazo, del crecimiento fetal, las circunstancias del parto y la morbilidad infantil.
3. Otros informes: Informe de alta del hospital o la clínica en la que se ha producido el nacimiento y donde se consignan los datos relativos a la salud de la madre, el parto y la salud del recién nacido. Son de especial interés los resultados de la valoración audiológica sistemática que se realiza en las maternidades de muchos hospitales.
4. Frecuencia y duración de las ausencias al trabajo: departamento de recursos humanos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
NTP 471: La vigilancia de la salud en la normativa de prevención de riesgos laborales.
NTP 612: Protección y promoción de la salud reproductiva: funciones del personal sanitario del servicio de prevención.
- (2) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Diretrices para la evaluación de riesgos y protección de la maternidad en el trabajo
INSHT. Madrid. 2011
- (3) DE VICENTE, MA; DÍAZ, C.
Síntesis de la evidencia científica relativa a los riesgos laborales en trabajadoras embarazadas (periodo 2000-2010).
INSHT, 2011.
 (accesible en <http://www.insht.es>)

El descanso en el trabajo (I): pausas

*Rest-break working
Repos au travail*

Redactores:

Silvia Nogareda Cuixart
Lcda. en Medicina del Trabajo. Ergónoma
Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial y Arquitecto
**CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO**

Los lugares de trabajo requieren ser cuidadosamente concebidos para que el trabajo se pueda realizar de manera segura y saludable, facilitándose que el trabajador pueda recuperarse de la fatiga acumulada que éste comporta con las pausas necesarias y en el lugar idóneo. Los lugares de descanso no pueden ser, ni desconsiderados, ni tratados de manera independiente al tipo de actividad. Merecen un tratamiento especial e integral por la dignidad del propio trabajo y de quienes lo ejecutan, y además, por necesidades de productividad. En este documento se aporta información resumida para la estimación de la frecuencia y duración de las pausas en el trabajo, y en la siguiente, se realizan una serie de consideraciones sobre la configuración de los espacios de descanso.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN. TRABAJO Y DESCANSO

Iniciamos la redacción de este documento en nuestro tiempo de ocio en un entorno natural, un lugar agradable de descanso; luego, se supone que éste no debería ser un documento de trabajo, ¿o sí? Nos sucede como a muchos que no diferencian muy bien los límites entre trabajo y descanso. Tal vez la razón esté en que desarrollar actividades "laboriosas" gratificantes, ya sean remuneradas o no, no facilita tal distinción. Tampoco compartimos la idea bastante extendida en nuestra cultura occidental, en la que con visión nihilista se considera que el trabajo es por naturaleza cansino y por ello hay que evadirse de él lo antes posible, y que solo el ocio es por si mismo placentero. ¿Cuántas personas en su tiempo libre, se supone de descanso, desarrollan extraordinarias capacidades personales y sociales, que en sus actividades laborales, remuneradas tienen adormecidas o no tienen posibilidades de aplicar? Son muchísimas.

El descanso es consustancial con el trabajo. Uno no puede tener verdadero significado sin el otro, y para que ambos se desarrollen de manera eficaz habrá que encontrar el punto de equilibrio para complementarse de

manera alternativa y armoniosa. Para mantener un nivel de atención considerable o bien realizar unos esfuerzos físicos continuados, por pequeños que éstos sean, es imprescindible introducir pausas a diferentes frecuencias y no siempre fácilmente predecibles, para recuperar los niveles óptimos de rendimiento esperados y no generar daños a la salud. Pero hay muchos tipos necesarios de descanso: las vacaciones anuales, el descanso semanal y el diario, esenciales para la vida personal o familiar y la recuperación de nuestra actividad biológica y laboral, y finalmente, las pausas durante la propia jornada de trabajo, que hacen posible que ésta pueda desarrollarse de manera saludable y eficiente. A este último tipo de descanso es al que vamos a referirnos. Desde luego, y a todos los efectos, el descanso durante la jornada laboral debe ser considerado como tiempo de trabajo.

El descanso podrá desarrollarse en condiciones satisfactorias y debidamente controladas siempre que se disponga del tiempo y la frecuencia necesaria, del espacio idóneo y de suficiente calidad en su contenido, o bien, será deficitario, repercutiendo negativamente en el trabajo y en la propia persona. Ver esquema de la figura 1.



Figura 1. Componentes esenciales para la efectividad del descanso

No obstante, el ser humano busca refugio para el descanso allí donde se encuentre, aunque no se le facilite debidamente. Recuerdo una interesante experiencia hace unos años en unos talleres gráficos de una empresa pública fuera de nuestro país, en donde la dirección general no había considerado necesario disponer de tiempo y lugares de descanso, pero los trabajadores habían construido con material fungible unos espacios de tranquilidad entre sus máquinas en confabulación con sus mandos medios para tomarse cortas pausas fuera de las miradas de la alta dirección. Nos demuestra, con tantos otros ejemplos que podríamos citar, que la dignidad y la libertad del ser humano no pueden anularse.

La fatiga representa una disminución involuntaria de la resistencia y de la capacidad de trabajo y el trabajador responde a la misma de una manera consciente, aprovechando los medios disponibles, o bien inconscientemente, con pérdida de capacidades, desatención a sus menesteres y en último término con deterioro de su bienestar. Lamentablemente, muchísimo tiempo se pierde en las organizaciones por actuaciones no productivas y que tampoco sirven para un descanso efectivo y estimulante. La razón es múltiple, muchas veces se encuentra en: la falta de contenido enriquecedor del trabajo o la no identificación del trabajador con sus cometidos; otras, la no debida planificación del trabajo, no disponiendo los trabajadores de la autonomía necesaria para organizar sus tiempos de trabajo. Una evidencia de ello es que nuestro país destaca por una mayor presencia de los trabajadores en los centros de trabajo, con una menor productividad en relación al contexto europeo. Es destacable lo que podría denominarse la fatiga subjetiva, que en realidad no es debida a factores fisiológicos o ambientales. Tampoco es una fatiga psicológica propiamente dicha derivada del estrés en el trabajo o la carga mental. Es generada por la rutina o la falta de contenidos y de perspectivas en el trabajo. De buen seguro que tal fatiga no valorada, se acumula a los otros tipos de fatiga para generar notorias pérdidas de productividad.

Una buena planificación del tiempo de trabajo y de descanso comporta mayor eficiencia productiva y obviamente, menor fatiga, con un mejor control de la misma. Pero también la calidad espacial y ambiental del espacio de descanso es determinante para que éste pueda realizarse satisfactoriamente y con el tiempo mínimo necesario. No obstante, la prevención o minimización de la fatiga debe radicar en la concepción ergonómica del conjunto de tareas que configuran el puesto de trabajo, adaptando el trabajo a la persona, a sus capacidades y a sus limitaciones. El diseño del puesto ergonómico debe contemplar aspectos como:

- Las medidas antropométricas de las personas, estructurales, esenciales para la elección del mobiliario, y funcionales, básicas en el diseño de los movimientos y alcances.
- Las necesidades y exigencias físicas y psicológicas del trabajo.
- Los conceptos técnicos de diseño ergonómico de su entorno y de los equipos de trabajo.
- Los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo.
- La normativa específica que pudiera afectarle.

Nos viene también a la cabeza una importante empresa fabricante de asientos de automóviles; por cierto, con distintivos de calidad, que cerró sus puertas al albor de la última crisis económica, en la que por una mala concepción ergonómica de los puestos de trabajo, los tiempos de descanso acordados con los representantes sindi-

cales eran significativos, obviamente por necesidad (45 minutos trabajando y 15 minutos descansando), cuando un buen diseño ergonómico hubiera mejorado sustancialmente la productividad y reducido sustancialmente la fatiga en el origen. Se lo dijimos a todos los directivos en un seminario al que fuimos invitados. A la vista de lo sucedido, no nos hicieron suficiente caso.

Existe el tópico de creer que el descanso, aunque necesario, representa un tiempo improductivo en el trabajo, o sea, un tiempo perdido, y por ello, ni las pausas suelen ser debidamente consideradas, ni los espacios destinados a tal función lucen por su calidad, cuando existen. Ello es propio de una "mercantilización" del tiempo de trabajo que lleva a desvalorizar todo aquello que no se perciba como directamente productivo, sin cuidarse suficientemente el conjunto de actividades colaterales, organizativas y personales que conducen a la eficiencia, la creatividad y la productividad.

Lo mismo se podría afirmar del sueño diario, que es obviamente una necesidad biológica para recuperarse del cansancio diario, y que no es tiempo improductivo. Nuestro cerebro sigue continuamente en activo, aunque con mucha menor actividad, dedicado a reordenar nuestros archivos diarios de memoria, eliminando lo innecesario, y realizar mientras tanto algunas que otras incursiones fantuosas que en muy poca medida recordamos. Ahora bien, para que el cerebro pueda actuar de manera relajada durante el sueño y recuperarse de la fatiga diaria habrá de irse a dormir tranquilo y sin tensiones acumuladas que pudieran perturbarlo. De esta forma, despertamos con vitalidad y la grata sensación de haber descansado. Además, ¿quién no ha constatado muchas veces al levantarse que tiene ideas y respuestas a sus inquietudes mucho más claras que al acostarse? Señales todas ellas inequívocas de que el sueño ha sido productivo. En cambio, no dormir bien suele ser señal de estrés o tensiones acumuladas generadas en muchas ocasiones en el trabajo.

Igualmente a como sucede cuando estamos despiertos, dejar por un tiempo de trabajar en una determinada actividad para descansar o hacer otra actividad compatible con el descanso, no es perder el tiempo; es abrir nuevas posibilidades, que además de relajar o distraer, pueden también enriquecer la propia actividad laboral.

Además, el descanso en un entorno agradable y compartido facilita la conversación informal y el acercamiento amigable entre personas -algo también importante para la organización- que en el lugar de trabajo muchas veces no es tan fácil de producir por condicionantes del propio trabajo o por su limitado círculo de relaciones. El descanso en un ambiente cómodo, en un clima distendido y de confianza entre personas que tengan puntos de identidad, facilita la cooperación, el intercambio de ideas y la creatividad. Al final de la siguiente NTP dedicaremos un apartado a esta cuestión de especial importancia.

Ahora bien, en función del tipo de trabajo se requiere de un tipo específico de descanso y de un lugar adecuado para su disfrute, aunque también es cierto que pueden haber lugares que compatibilicen el descanso con otras actividades, como recibir ciertas informaciones, mantener encuentros informales e incluso formales o alimentarse; siendo habitual conjugar el descanso con tales actividades, que son también necesarias. Desde luego, el descanso compartido suele ser más satisfactorio y gratificante al enriquecerse por la comunicación y el fluir de ideas, siempre que ello se produzca en un ambiente afable.

El descanso debería poder realizarse cuando las per-

sonas lo necesiten en función del ritmo y las exigencias del propio trabajo. También es cierto que la organización y las personas deberían recibir enseñanzas y orientaciones previas para la promoción de su salud, a cargo de profesionales de la prevención, con la finalidad de que se tome conciencia de la importancia de la distribución de las pausas y su duración acorde a la actividad laboral. Por exigencias del proceso u otras razones, muchas veces injustificables, las personas no suelen disponer de tal libertad de elección.

En los trabajos que se requiere de esfuerzo físico, movimientos repetitivos, posiciones de trabajo continuadas y/o tensiones climáticas extremas, se puede estimar con mayor precisión la frecuencia mínima de los descansos necesarios y su duración, que cuando el trabajo demanda de esfuerzo intelectual. En este último caso, la planificación de los tiempos de descanso es más compleja, incluso puede resultar de difícil estimación, debiendo confiar plenamente en el buen uso del tiempo que haga el personal, quien se presupone debería tener funciones y objetivos claramente definidos. Un trabajo creativo que demanda un alto nivel de concentración requiere disponer de libertad en la elección del momento de descanso, con pausas presumiblemente cortas pero de cierta frecuencia, sin interferir el natural desarrollo de los procesos. Una organización del trabajo fundamentada en las competencias de las personas y el autocontrol del trabajo con objetivos acordados, debería facilitar que las personas dispusieran de la autonomía y libertad necesarias para organizarse.

El tiempo de descanso debe ser utilizado compatibilizando las propias necesidades de sus usuarios y las exigencias del proceso productivo, no siendo admisible que la empresa lo administre a su manera, asignando otras actividades laborales dentro del mismo, al menos sin acuerdo con el personal afectado y tener en cuenta la opinión de la representación sindical.

Aunque un lugar de trabajo confortable no tendría por qué precisar de un espacio diferente para descansar, la realidad demuestra que el cambio de lugar suele ser determinante para poder desconectar mentalmente por un tiempo de la labor que se está realizando y favorecer así el descanso. Es conveniente concebir espacios de uso colectivo que integren adecuadamente cierto tipo de descansos, sin tener que ser específicos para ello. En todo caso, la separación por un tiempo determinado de cualquier ambiente que tenga un entorno ambiental de cierta agresividad (ruido, temperaturas extremas, aislamiento, etc.) es obviamente necesaria.

Una actividad laboral con notorio esfuerzo físico demanda reposo o poder realizar algunos ejercicios de recuperación. Además, podrían permitirse algunas actividades de componente intelectual (música relajante, lectura, conversación, consultas y juegos informáticos, etc.). Por otra parte, una actividad mental intensa reclama un descanso en el que puede ser recomendable cierto ejercicio físico (paseo, ejercicios de gimnasia o relajación o incluso alguna práctica deportiva). Dado que en una empresa coexisten diferentes tipos de actividades, habría que considerar la posibilidad de ofrecer diferentes tipos de espacios para el descanso, utilizables a voluntad de sus usuarios. Recuerdo en una importante empresa productora de equipos informáticos, como en su planta de producción convivían en total transparencia visual: diseñadores, investigadores, personal con funciones administrativas y de gestión, junto a personal de montaje de equipos informáticos. Mientras unos descansaban sentados en confortables salas específicas para ello, otros lo hacían jugando al ping-pong o realizando ejercicios físi-

cos en ámbitos separados de los primeros. Obviamente, los que trabajaban sentados precisaban de un descanso activo físicamente, en cambio, los que trabajaban la mayor parte de tiempo de pie preferían sentarse. Pero lo que más gratamente me impresionó no fue la calidad de los lugares de descanso, sino que los tiempos de descanso eran autoorganizados por los propios grupos de trabajo, que eran interdependientes entre sí. Puedo asegurar que se respiraba un buen ambiente de trabajo y además, el café de las máquinas expedidoras era gratis, algo que curiosamente muy pocas empresas se plantean.

Algunos pueden pensar que mantener lugares de descanso de calidad es solo propio de grandes empresas, como las de las nuevas tecnologías, las cuales cuidan de mostrárnoslos por internet. Ello no es cierto; son muchísimas las pequeñas empresas que proyectan con dignidad los espacios de trabajo y de descanso porque realmente se interesan en que los trabajadores desarrollen sus actividades de manera saludable y por el bien de todos.

Los lugares de trabajo y de descanso, así como los destinados a otros menesteres, también necesarios, como los espacios de reunión, de formación, y los servicios higiénicos, incluidos los vestuarios, demuestran ante la mirada observadora de trabajadores, proveedores y clientes, el compromiso de la empresa por las personas. La imagen visual que transmite una organización muestra su cultura y su identidad corporativa, y ¿por qué ésta no habría de estar también presente en el espacio de descanso? Sería impensable pretender desarrollar una cultura de excelencia sin actuar de manera determinante sobre elementos tan visibles como los propios lugares de trabajo y todo su entorno físico. ¡Cuántas veces aun observamos en las puertas de centros de trabajo de "importantes" empresas en polígonos industriales a operarios sentados en el suelo en la calle, descansando o haciendo como pueden en el entorno de sus lugares de trabajo sin las condiciones debidas!

2. TIEMPO DE TRABAJO Y PAUSAS DE DESCANSO. EL MARCO REGLAMENTARIO

El marco general que regula el tiempo de trabajo y de descanso en España es el Estatuto de los Trabajadores (ET, RD Leg. 1/1995 y sus modificaciones posteriores), que incorporó las directrices de la Directiva marco 2003/88 sobre ordenación del tiempo de trabajo. Su referencia a pausas retribuidas en la jornada de trabajo es muy limitada, aunque el hecho de que las considere como tiempo de trabajo, representa de por sí un reconocimiento explícito a su necesidad y su valor en el trabajo.

El art. 34 del ET relativo a la Jornada de Trabajo fija sus límites de duración máxima a 40 horas semanales como efectivo promedio en el cómputo anual, aunque abre la puerta a su concreción diaria y a su distribución irregular a lo largo del año a la negociación colectiva o al acuerdo con los representantes de los trabajadores, pero exige respetar los períodos mínimos de descanso establecidos en la Ley, que son de doce horas entre el final de una jornada y el comienzo de la siguiente, y de quince minutos cuando la jornada continuada diaria excede de seis horas, considerándose como tiempo efectivo de trabajo. En el caso de trabajadores menores de 18 años tal tiempo de descanso será de treinta minutos cuando la jornada diaria continuada excede de las cuatro horas y media. También el citado artículo establece que "El trabajador tendrá derecho a adaptar la duración y distribución de la jornada de trabajo para hacer efectivo su derecho a la conciliación de

la vida personal, familiar y laboral en los términos que se establezcan en la negociación colectiva o en el acuerdo a que llegue con el empresario respetando, en su caso, lo previsto en aquélla." En lo relativo a Horas extraordinarias cuyo número máximo también está fijado, admite que hayan de ser abonadas a un valor nunca inferior al de las horas ordinarias o compensarlas por tiempos de descanso equivalentes de descanso retribuido.

En su Art. 36 relativo a trabajo nocturno, trabajo a turnos y ritmo de trabajo, establece que el primero no podrá exceder de ocho horas diarias de promedio, en un periodo de referencia de quince días. En vistas a atenuar el trabajo monótono y repetitivo en función del tipo de actividad y exigencias de seguridad y salud en el trabajo se habrán de considerar los periodos de descanso durante la jornada de trabajo. En su art. 37 se regula el descanso mínimo semanal y en el Art. 38, las vacaciones anuales.

Por otro lado, la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, LPRL, establece en su artículo 15, los principios de la acción preventiva entre los que cabe citar.

"Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud."

"Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo"

Hay que resaltar que toda la reglamentación derivada de la LPRL contempla niveles mínimos que deben asegurarse en los lugares y actividades laborales, pero también con la pretensión de adecuarse a cada sector, actividad o empresa a través de los convenios colectivos y la negociación. En la Bibliografía se muestra el conjunto de reglamentaciones que indican aspectos relativos a las frecuencias y duración de los descansos en el trabajo. En el siguiente apartado se efectúan algunos comentarios al respecto para su estimación.

3. FRECUENCIA DE LAS PAUSAS Y SU DURACIÓN

Reiteramos lo dicho anteriormente referente a que la prevención de la fatiga debe empezar en el diseño ergonómico de la actividad laboral.

Los descansos no dejan de ser una acción reparadora, que de realizarse adecuadamente, permitirán que la fatiga no llegue a ser crónica y la global diaria sea menor, manteniéndose el rendimiento a niveles aceptables.

Según se muestra en la figura 2, la fatiga global es la resultante del conjunto de fatigas acumuladas en el trabajo y fuera de él, considerando las interrelaciones mutuas existentes. La *fatiga laboral* se puede estructurar en tres tipos: la *física o biomecánica* derivada de los esfuerzos musculares, de la posición de trabajo, de los movimientos repetitivos y del manejo manual de cargas la *psíquica* derivada principalmente de la sobrecarga mental del trabajo, o sea, de la presión en el trabajo y todo lo que comporte estrés, la carga mental propiamente dicha por el procesamiento continuado de información, y finalmente, las tensiones derivadas de la organización del trabajo y las relaciones laborales. La rutina, y falta de autonomía y contenido del trabajo, que también formaría parte de la fatiga psíquica, la hemos denominado, fatiga subjetiva. Finalmente estaría la *fatiga derivada de las condiciones ambientales* adversas, fundamentalmente por agentes físicos: ruido, vibraciones, radiaciones, calor, frío e iluminación, incluida ésta el trabajo en PV. Por otra parte, la *fatiga extra-laboral* tiene componentes similares, aunque se destaca en ella la *fatiga biológica acumulada*, que también se genera en el trabajo, la *psíquica* y la *motora*, propias de la actividad realizada en el tiempo "libre". La acumulación de tales fatigas, por separado o conjugadas en parte, puede generar fatiga crónica, difícil de recuperar con un descanso convencional.

Una de las principales causas de la acumulación de fatiga es la falta de pausas, siendo muy importante tanto en cantidad (importancia del conocimiento de los tiempos de reposo) según el esfuerzo efectuado, como en calidad (diseño de los espacios), es decir la fatiga es un mecanismo de defensa del organismo que nos indica que debemos descansar.

Hay que destacar que la evaluación de la fatiga y la consiguiente estimación de la frecuencia de las pausas y su duración, debiera realizarse de manera científica, como a continuación se apunta. No obstante, la negociación colectiva y el acuerdo interno en la empresa con las partes afectadas, habría de ser la vía complementaria para la estandarización de las pausas, con el margen de flexibilidad necesario.

Las pausas serán distintas según el factor de riesgo, algunas son fácilmente calculables y, en otras, los

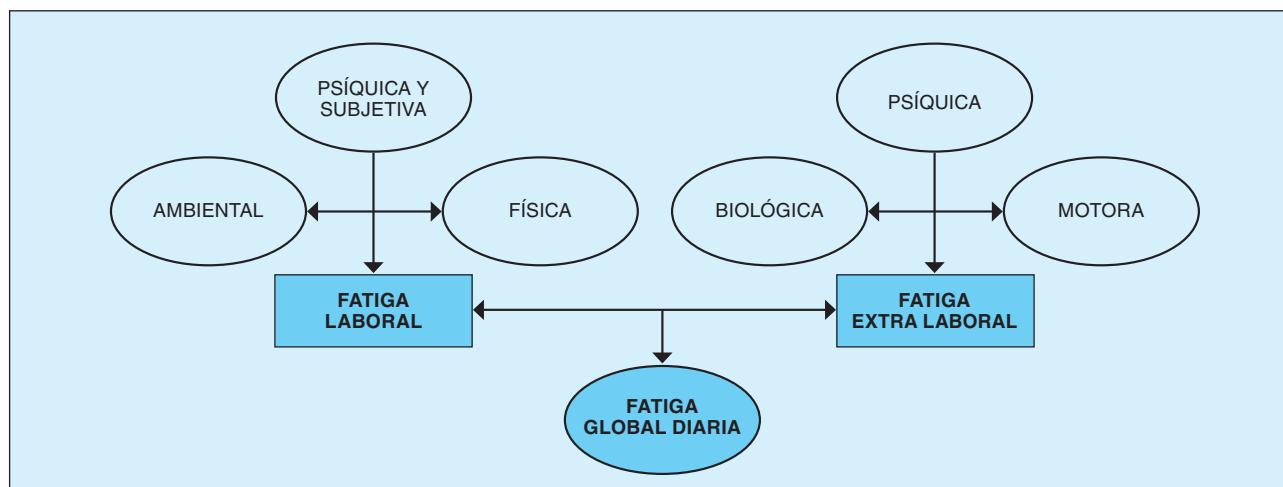


Figura 2. Componentes principales de la fatiga acumulada diaria

tiempos de reposo son orientativos. Cabe subrayar que, antes de introducir pausas en una organización, hay que mejorar las condiciones de trabajo y rediseñar el puesto o las tareas a fin de minimizar en lo posible la carga de trabajo. En general se puede afirmar que cuando el trabajo tenga una exigencia elevada tanto postural como de repetitividad y/o de esfuerzo muscular, son preferibles las pausas cortas y frecuentes para la recuperación de la fatiga física. Lo mismo sucede con el elevado esfuerzo intelectual, aunque en este caso cada persona demanda de una frecuencia diferente de pausas.

Desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales las pausas y los descansos están en función de las exigencias físicas y mentales de la tarea. A este respecto, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) publicó en 1983 la tercera edición revisada de su texto "Introducción al estudio del trabajo", reimpresa en el año 2001 que contemplaba el tiempo de recuperación de la fatiga. Desde entonces se ha extendido el uso de las tablas para el cálculo de suplementos de tiempo, de entre las que destacan las de Peter Steel and Partners (Reino Unido) y las de la REFA (República Federal Alemana).

Tanto el texto de la OIT como la mayoría de tablas utilizadas actualmente, incorporan los conceptos de fatiga y tienen en cuenta un conjunto de aspectos relativos a las condiciones de trabajo que contribuyen a la carga física y mental. El sistema de cálculo de los suplementos de tiempo se basa en la asignación de puntos según las diferentes fuentes de tensión (después, según una tabla de conversión, estos puntos se traducen en tiempo):

- tensión física por la naturaleza del trabajo (fuerza, postura, vibraciones, ciclo breve, ropa molesta);
- tensión mental (concentración, ansiedad, monotonía, tensión visual, ruido);
- tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo (temperatura, ventilación, gases, polvo, suciedad, presencia de agua).

No obstante, y considerando los tiempos suplementarios de descanso desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, cabría añadir que:

- Los suplementos de tiempo suelen estar calculados basándose en la tarea, no en la persona, por lo que puede haber algunas personas para las cuales, estos tiempos resultan inadecuados (por exceso o por defecto).
- Existen diversos métodos que permiten conocer los factores de riesgo de carga de trabajo y algunos pueden calcular, midiendo la penosidad del trabajo (aplicando, por ejemplo, los métodos recogidos en la "UNE-EN ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2004)."), las pausas y/o tiempos necesarios para la recuperación física del trabajador.
- Una de las fórmulas más utilizadas en base al consumo metabólico o gasto energético del trabajador, cuando se aplican los métodos nombrados en el anterior punto, es la de Lehman y Spitzer:

$$D = (M/4 - 1) \times 100$$

D: duración del reposo en % de la duración del trabajo
M: kilocalorías/minuto consumidas en el trabajo

La distribución de los tiempos suplementarios de descanso es importante para su efectividad, por lo que no deberían ser empleados de forma acumulada al principio o al final de la jornada (para entrar más tarde o salir más temprano).

La norma UNE-EN 1005-3:2002+A1:2009 "Seguridad

de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas" proporciona los criterios necesarios para evaluar de forma cualitativa y cuantitativa el riesgo por el esfuerzo y por consiguiente estimar la frecuencia de descansos.

Finalmente, cabe considerar que la determinación de tiempos suplementarios de descanso no debería ser una meta final, sino un paso intermedio en el camino hacia la modificación y mejora de las condiciones de trabajo (reducción de niveles de ruido, aumento de la variedad de las tareas, adecuación de los niveles de esfuerzo, etc.).

Cuando las pausas son muy cortas y frecuentes habría que adaptar el espacio de trabajo para facilitar la recuperación de la fatiga en su mismo entorno.

Manejo manual de cargas

El apartado 2 del Art. 3. del Real Decreto 487/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores, dice textualmente:

"Cuando no pueda evitarse la necesidad de manipulación manual de las cargas, el empresario tomará las medidas de organización adecuadas, utilizará los medios apropiados o proporcionará a los trabajadores tales medios para reducir el riesgo que entraña dicha manipulación".

Las medidas organizativas hacen referencia, entre otros aspectos, a la introducción de pausas tal como viene reflejado, por ejemplo, en la Guía Técnica del RD 487/1997 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. Tal Guía Técnica establece una serie de pautas para la evaluación del riesgo en función de los diferentes factores de análisis con límites que no debieran ser superados, integrando las correspondientes pausas con otras actividades que eviten la utilización de los mismos grupos musculares. En particular respecto a las pausas o períodos de recuperación se recomienda la conveniencia de pausas adecuadas, preferiblemente flexibles, ya que las fijas y obligatorias suelen ser menos efectivas para aliviar la fatiga. La rotación de tareas con cambios de actividades que no conlleven gran esfuerzo físico y que no impliquen la utilización de los mismos grupos musculares, habría de ser considerada. Cuando el ritmo es impuesto por el proceso, es conveniente para aliviar la fatiga que el trabajador pueda regular su ritmo de trabajo. En caso contrario, habría que considerar la susodicha rotación de puestos.

En el año 2003 se publicó la norma técnica europea EN 1005-2, que se adoptó como norma española UNE-EN 1005-2 en el año 2004. Puede utilizarse para disminuir la frecuencia.

Actualmente, se está trabajando en el documento técnico "ISO/NP TR 12295 Ergonomics -- Application document for ISO standards on manual handling (ISO 11228-1, ISO 11228-2 and ISO 11228-3) and working postures (ISO 11226)", que incorpora criterios adicionales que facilitan la aplicación del procedimiento normalizado en casos reales.

Se muestra en la tabla 1 el criterio técnico según Cormann sobre pausas en función del peso manejado y el tiempo de trabajo.

Posturas

Para evitar la fatiga postural se recomienda la alternancia entre estar sentado, de pie y caminar, evitar las posturas

Kg de peso que se manejan	Hasta 15% del tiempo de trabajo	> 15% pero < de 40%	> 40% pero < de 70%	Más de 70% del tiempo de trabajo
hasta 2,2 kg	0% de descanso	0% de descanso	3% de descanso	3% de descanso
2,2 a 11 kg	0% de descanso	0% de descanso	3% de descanso	7% de descanso
11 a 27 kg	0% de descanso	3% de descanso	7% de descanso	10% de descanso
más de 27 kg	3% de descanso	7% de descanso	10% de descanso	13% de descanso

Tabla 1. Pausas en función del peso manejado y el tiempo de trabajo basado en Cornman

y los movimientos forzados y una frecuencia de movimientos baja.

En la UNE-EN 1005-4 Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas se contempla que, “para posturas específicas, la aceptabilidad depende de la naturaleza y la duración de la postura y del período de recuperación”.

Esta norma establece límites de riesgo en función de la duración de la postura para cada uno de los segmentos corporales.

La Norma “ISO 11226:2000 - Ergonomics. Evaluation of static working postures” hace una descripción detallada del procedimiento para la determinación de las posturas y movimientos y sus niveles de riesgo.

Criterio técnico: Se recomiendan pausas de unos 5 minutos o cambios posturales cada hora. Cuando la postura deba mantenerse de forma seguida, realizar micropausas (unos segundos) cada 10 minutos. En ningún caso, debería prolongarse una misma posición de trabajo más de dos horas, como es el caso de la conducción de vehículos, en donde se requiere descansos de pie con ejercicio de no menos de 15 minutos (tabla 2).

La OIT en su Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo establece la siguiente ecuación para el cálculo del período de descanso para una postura estática:

$$P.D. = 18 \cdot \left(\frac{t}{T} \right)^{1.4} \cdot \left(\frac{f}{F} - 0.15 \right)^{0.5} \cdot 100 \quad \text{si } \frac{f}{F} > 0.15$$

P.D. = Período de descanso como porcentaje de t
t = duración de la contracción (período de trabajo) en minutos

T = duración máxima posible de la contracción en minutos

f = fuerza necesaria para la fuerza estática y

F = fuerza máxima

La relación entre la fuerza, el tiempo

Movimientos repetitivos

Una tarea es repetitiva cuando está caracterizada por ciclos, independientemente de su duración, o bien, cuando por más del 50% del tiempo se realiza el mismo gesto laboral o una secuencia de gestos.

El Método OCRA (Occupational Repetitive Action), publicado en 1998 por los autores Occhipinti y Colombini de la Unità di Ricerca Ergonomia della Postura e Movimento (EPM), evalúa el riesgo por trabajo repetitivo de la extremidad superior, asociando el nivel de riesgo a la predictibilidad de aparición de un trastorno en un tiempo determinado. Tal método ha sido establecido mediante consenso internacional como el método preferente para la evaluación del riesgo por trabajo repetitivo en extremidad superior en la Norma ISO 11228-3 y en la UNE-EN 1005-5. El método contempla varios aspectos como son:

El Factor Recuperación (FR) que puntúa entre varias

Porcentaje de descanso	Categoría
2%	Sentado o combinación sentado-parado y caminando donde los cambios de posición se dan cada menos de 5 minutos; los brazos y cabeza están en posiciones normales.
3%	Parado o combinación de parado-caminando donde sólo se tiene que sentar durante los períodos de descanso; también para situaciones donde los brazos y cabeza estén fuera del rango de posición normal por períodos menores a 1 minuto.
5%	El puesto de trabajo requiere de estar constantemente de pie; también para trabajos que requieran extensión de las piernas o brazos.
7%	El cuerpo está en una postura incomoda por largos períodos; también en puestos donde el trabajo demande que el trabajador permanezca en una misma posición (revisión calidad).

Tabla 2. Porcentaje de descanso del tiempo de trabajo según la posición del cuerpo según Cornman:

situaciones posibles, siendo mayor penalización a situaciones con menos períodos de descanso o recuperación. Los valores van desde “0” para la mejor situación de recuperación y un valor de “10” en la peor situación de recuperación, pudiendo haber valores intermedios entre estos dos valores.

El Factor Duración (FD) que pondera el nivel de riesgo según el tiempo de exposición diario. Es un valor que de acuerdo al Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo de la tarea, incrementa o disminuye el valor final del nivel de riesgo determinado por el OCRA.

Carga mental

Hay que considerar que la carga puede ser debida a escasas demandas (monotonía) o unas elevadas exigencias. En ambos casos sería de aplicación lo establecido en la norma UNE-EN ISO 10075 -2 “Principios ergonómicos relativos a la carga mental. Parte 2: Principio de diseño” que proporciona orientaciones para el diseño de las tareas relativas a la fatiga y la monotonía.

En el primer caso incluye un apartado referido a la distribución temporal de la carga de trabajo en el que se cita, entre otros aspectos, que:

- la duración de la jornada debe ajustarse a la carga de trabajo
- las pausas pueden introducirse para prevenir la aparición de la fatiga. No obstante es preferible introducir

descansos para prevenir su aparición. A este respecto especifica que son preferibles descansos breves tras periodos de trabajo cortos a descansos largos tras periodos de trabajo prolongados y que es conveniente que en los turnos de noche los períodos de trabajo sean más cortos que en el turno de día.

Por otra parte la *introducción de pausas para el descanso* se menciona entre las orientaciones relativas a la prevención de la monotonía, la vigilancia reducida y la saturación.

Criterio Técnico: Para estimar los descansos con mayor rigor ante la carga mental es necesario aplicar métodos específicos como el Método NASA TLX (Ver NTP 544 específica sobre tal método y otras genéricas como las NTP 445, 534, 575 y 659).

Como criterio general, se habrían de hacer pausas cortas de unos 5 ó 10 minutos cada hora y media de esfuerzo intensivo.

Trabajo a turnos y trabajo nocturno

La Norma UNE-EN ISO 10075 -2 “Principios ergonómicos relativos a la carga mental. Parte 2: Principio de diseño” contempla los siguientes aspectos.

es conveniente que en los turnos de noche los períodos de trabajo sean más cortos que en el turno de día.

la organización de los turnos de trabajo deberá tener en cuenta las recomendaciones ergonómicas.

Desde el punto de vista técnico se recomiendan las siestas nocturnas para el trabajo que se realiza durante la noche, con un entorno físico que lo favorezca.

Ruido y vibraciones

Tanto el ruido como las vibraciones generadas por los equipos de trabajo son generadores de fatiga considerable, por lo que es necesario seguir escrupulosamente lo establecido en la reglamentación en cuanto a los niveles máximos de exposición laboral y disfrutar de los períodos de descanso desarrollando otras actividades en lugares completamente separados de las fuentes de riesgo. Pero hay que diferenciar la necesidad de evitar el riesgo de sordera profesional y por otro lado, la de minimizar la fatiga que representa estar expuesto a un ambiente ruidoso incluso por debajo de niveles máximos reglamentarios. Hay que tener en cuenta que el ruido es un riesgo social que se prolonga más allá del ambiente laboral, en la vida urbana, doméstica y en las actividades de ocio. El sueño y el descanso en general requieren de un ambiente silencioso que evite la continuada excitación de las neuronas de nuestro cerebro.

También habría que considerar en cuanto a la fatiga, aquellos trabajos con ruido de fondo que si bien no superan los niveles de exposición tolerables según la reglamentación, generen discomfort, al tener que realizarse simultáneamente tareas con carga mental. La OMS (Organización Mundial de la salud) define el intervalo de 35 dB(A) a 65 dB(A) como aquel en que la población considera que el ruido es molesto y perturbador, pudiéndose tomar estos niveles sonoros como criterio de referencia de la posible existencia de molestias por ruido. Se han establecido diversos criterios técnicos, denominados “índices acústicos”, que establecen límites aceptables de confort en ambientes interiores. En su apéndice 3 sobre “Molestias debidas al ruido. Criterios de valoración” de la Guía Técnica del RD 286/2006 sobre Ruido, se indican estándares de referencia para la valoración de tales molestias, como el Código Técnico de Edificación (CTE) y la

Norma Básica de la edificación (NBE-CA-88), entre otras.

Igual a como se expuso en la manejo de cargas, la citada Guía Técnica del INSHT sobre Ruido, también plantea la necesidad de reducir la exposición mediante acciones organizativas como la rotación entre distintos puestos de trabajo o la alternancia de tareas.

La Guía Técnica del INSHT sobre Ruido en los sectores de la música y el ocio establece en materia de medidas organizativas, la necesidad de programar pausas frecuentes en caso de exposición a niveles elevados para que el oído pueda descansar, aunque el tiempo de recuperación depende del nivel de ruido y la duración de la exposición. Deberían existir lugares silenciosos para que los trabajadores puedan efectuar las pausas o descansos necesarios.

El RD 1311/2005 sobre Vibraciones y su correspondiente Guía Técnica del INSHT establece también un conjunto de medidas técnicas y organizativas para la reducción de la exposición a vibraciones mecánicas. Cabe citar la referencia al suministro de equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión y de fatiga, como los asientos de vehículos y la aplicación sobre las empuñadoras u otras superficies vibrantes de caucho u otros materiales resilientes, especialmente desarrollados para la reducción de las vibraciones de alta frecuencia mano-brazo. Se hace una indicación expresa a la necesaria ordenación del tiempo de trabajo a fin de incorporar períodos de descanso.

Calor y frío

En situaciones extremas de exposición al calor o al frío existen métodos de evaluación del riesgo de estrés térmico que permiten estimar el tiempo máximo de exposición a situaciones extremas y por consiguiente los tiempos de descanso. En tales casos, dada la necesaria aclimatación del cuerpo en el periodo de descanso, reequilibrando el consumo metabólico generado, no debieran asignarse trabajos que representen esfuerzos físicos considerables.

Los índices “WBGT” y de “sudoración requerida”, más completo este segundo que el anterior, para la valoración del riesgo de estrés térmico, permiten estimar ante el riesgo extremo el régimen de trabajo- descanso de forma que el organismo pueda restablecer el balance térmico. Consultar NTP 322 y 350.

Para la evaluación de la exposición laboral a ambientes fríos (cámaras frigoríficas, almacenes fríos, trabajos en el exterior, etc.) se suele aplicar el índice IREQ (aislamiento requerido del atuendo), en el que conjugando variables como la actividad metabólica del trabajo, las condiciones ambientales climáticas y el grado de aislamiento de la ropa de trabajo, permite calcular el tiempo máximo de exposición y el tiempo de recuperación para reestablecer la energía calorífica que la persona ha perdido. Tales tiempos se pueden estimar tanto para prevenir el riesgo de enfriamiento general del cuerpo como para evitar el discomfort. No se pueden fijar pautas a priori para establecer pausas de descanso en condiciones tan adversas. El criterio es evitar la alternancia frecuente entre temperaturas extremas que imposibilitan la adaptación del cuerpo humano. Los períodos de descanso suelen ser considerables cuando la exposición continuada a temperaturas muy bajas ha sido superior a 30 minutos. Se recomienda consultar la NTP 462 sobre “Estrés por frío”.

Para ambientes térmicos moderados es útil conocer el índice PMV (predicted Mean Vote) que permite estimar la sensación térmica, y el índice PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) que proporcionaría información sobre el

grado de incomodidad. Al respecto, se recomienda consultar la NTP 779 sobre Bienestar térmico.

Pantallas de visualización e iluminación

El RD 488/1997 sobre Pantallas de visualización de datos y su correspondiente Guía Técnica del INSHT, aporta un conjunto de medidas técnicas y organizativas para evitar y minimizar la fatiga física y visual en el uso de tales equipos cotidianos de trabajo.

La carga visual y el correspondiente riesgo de fatiga dependen de múltiples factores: los derivados de las exigencias de la tarea, los derivados de las características propias del puesto de trabajo y los relativos a las propias características visuales del usuario. Consideraciones que son también aplicables a la evaluación de la fatiga mental y de trastornos musculoesqueléticos. El tiempo de trabajo es una variable esencial a controlar en el proceso de evaluación y control del riesgo. Por lo tanto, la fatiga visual no sólo puede ser debida a un cansancio muscular de adaptación ocular si no que también, a una sobrecarga mental de trabajo o al mantenimiento de un estado de vigilia.

Respecto a las medidas organizativas y en particular en relación a las pausas se apunta que "siempre que la

Porcentaje de descanso	Demanda visual-mental
0%	Sólo requiere de atención visual o mental ocasional.
2%	Operación prácticamente automática, se requiere de atención en contadas ocasiones durante la tarea.
3%	Atención visual o mental frecuente; trabajo intermitente u operaciones que requieren esperar que la máquina o proceso termine un ciclo.
5%	Atención visual o continua por razones de seguridad o de calidad en el proceso; usualmente son tareas repetitivas que requieren un constante estado de alerta o actividad.
8%	Atención visual o mental o concentración muy intensa como trabajos de inspección de calidad.

Tabla 3. Porcentaje de descanso en función de la demanda visual y mental según Cormann

naturaleza de las tareas lo permita, podrían organizarse las actividades de manera que los trabajadores tengan un margen de autonomía suficiente para poder seguir su propio ritmo de trabajo y hacer pequeñas pausas discretionales para prevenir las fatigas, física, visual y mental. Con ello sería innecesario establecer pausas regladas, sobre todo si el trabajo realizado con la pantalla de visualización se combina con otras tareas donde ésta no se utilice. Lo deseable es que, de forma espontánea, cada usuario tome las pausas o respiros necesarios para relajar la vista y aliviar la tensión provocada por el estatismo postural. Esta forma de prevenir la fatiga puede ser eficaz siempre que el trabajador no se vea sometido a un apremio excesivo de tiempo. Por el contrario, cuando la tarea conlleve inevitablemente períodos de trabajo intensos, ya sea debido a la propia lectura de la pantalla, el uso intensivo del dispositivo de entrada de datos o una combinación de ambos, se puede considerar un riesgo importante de fatiga para el trabajador por lo que se trataría de alternar el trabajo con otras tareas administrativas con menores esfuerzos.

Respecto a la naturaleza de las pausas y de los cambios de actividad, se establece que las pausas planificadas, su duración y frecuencia, dependerá de las exigencias concretas de cada tarea, aunque plantea las siguientes recomendaciones:

- "Las pausas deberán ser introducidas antes de que sobrevenga la fatiga.
- El tiempo de las pausas no debe ser recuperado aumentando, por ejemplo el ritmo de trabajo durante los períodos de actividad.
- Resultan más eficaces las pausas cortas y frecuentes que las largas y escasas. Por ejemplo es preferible 10 minutos cada hora que 20 minutos cada dos horas de trabajo continuo con pantalla.
- Siempre que sea posible las pausas deben hacerse lejos de la pantalla y deben permitir relajar la vista, cambiar de postura, dar algunos pasos, etc.
- A título orientativo, lo más habitual sería establecer pausas de unos 10 ó 15 minutos por cada 90 minutos de trabajo con la pantalla; no obstante en tareas que requieran de una gran atención conviene realizar al menos una pausa de 10 minutos cada 60 minutos. En el extremo contrario, se podría reducir la frecuencia de las pausas, pero sin hacer menos de una cada dos horas de trabajo con la pantalla."

Para la iluminación asociada también a la carga mental, Cormann propone las siguientes pausas de descanso (ver tabla 3).

BIBLIOGRAFÍA

- (1) R.D. Legislativo 1/1995, Estatuto de los Trabajadores
- (2) Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, modificada por la Ley 54/2003
- (3) R.D. 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención
- (4) R.D. 486/1997 Lugares de Trabajo y Guía Técnica del INSHT
- (5) R.D. 1627/1997 Obras de Construcción
- (6) R.D. 1215/1997 Equipos de Trabajo y Guía Técnica del INSHT
- (7) R.D. 487/1997 Manipulación Manual de Cargas y Guía Técnica del INSHT
- (8) R.D. 488/1997 Pantallas de Visualización y Guía Técnica del INSHT
- (9) R.D. 1311/2005 Vibraciones Mecánicas y Guía Técnica del INSHT
- (10) R.D. 286/2006 Ruido y Guía Técnica del INSHT
- (11) NOGAREDA CUIXART, Silvia y otros. Ergonomía (5ª Edición actualizada). INSHT. Madrid. 2008
- (12) RABANAL CARBAJO, Pedro. "Aspectos de interés sobre la distribución del tiempo de trabajo" Actualidad Laboral. Edit. La Ley-Actualidad. 2006
- (13) RICARDO RIVAS, Roque. "Algunos criterios ergonómicos sobre la fatiga y el descanso". Salud Ocupacional. Nº 55 pag. 22-27. 1994
- (14) ANIL MITAL, RAM R. BISHU, S.G. MANJUNATH. "Review and evaluation of techniques for determining fatigue allowances". International Journal of Industrial Ergonomics, 8, pag. 165-178. 1991.

El descanso en el trabajo (II): espacios

*Rest-break working
Repos au travail*

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial y Arquitecto
Silvia Nogareda Cuixart
Lcda. en Medicina del Trabajo. Ergónoma
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Los lugares de trabajo requieren ser cuidadosamente concebidos para que el trabajo se pueda realizar de manera segura y saludable, facilitándose que el trabajador pueda recuperarse de la fatiga acumulada que éste comporta con las pausas necesarias y en el lugar idóneo. Los lugares de descanso no pueden ser, ni desconsiderados, ni tratados de manera independiente al tipo de actividad. Merecen un tratamiento especial e integral, por la dignidad del propio trabajo y de quienes lo ejecutan, y además, por necesidades de productividad. En este documento que complementa al anterior se aportan una serie de consideraciones a tener en cuenta en la concepción de los espacios de descanso, mostrándose un conjunto de imágenes sugerentes al respecto.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES DE LOS ESPACIOS DE DESCANSO

La persona permanece en el centro de trabajo durante toda o la mayor parte de su jornada laboral, salvo que el trabajo se realice en el exterior. Durante este tiempo de permanencia debe realizar diversidad de actividades, algunas colectivas, como reunirse o formarse; pero también tiene que satisfacer necesidades personales, unas meramente fisiológicas (descansar, comer, asearse,...) y otras de carácter psicosocial, en base a sus propias necesidades de relación. Por tanto, el centro de trabajo como hábitat temporal de un colectivo de personas debe ser proyectado como un gran espacio en el que confluyan de forma coherente todo el encadenamiento de funciones que constituyen el sistema productivo -razón de ser de la empresa-, compatibilizadas con el conjunto de actividades y exigencias colaterales de las personas que allí trabajan. Ello es esencial para que la empresa sea saludable y eficiente.

La actividad laboral suele ser compleja, pero aún lo es más la actividad humana en la que se integra. ¿Cuáles deben ser entonces los criterios a seguir para diseñar un centro de trabajo que ofrezca un adecuado hábitat en el que se pueda trabajar de manera eficiente y convivir dignamente? La respuesta no es simple y tal vez un solo proyectista difícilmente puede resolver problemas tan diversos. Se supone que habrían de ser profesionales de la Arquitectura y la Ingeniería quienes interviniéran en su diseño al disponer de conocimientos para lograr la calidad espacial y ambiental de un entorno físico, sea laboral o de otra índole. Pero son los profesionales de la preventión de riesgos laborales desde su interdisciplinariedad quienes habrían de enriquecer el análisis. Sus reflexiones sobre los factores favorables y adversos para que los lugares de trabajo y demás funciones complementarias, como la del descanso, se realicen debidamente en base a las demandas del trabajo y de los propios trabajadores,

habrían de resultar más que provechosas. Además, los ergónomos del trabajo son quienes tienen competencias específicas para profundizar en la evaluación de la carga física y mental en el trabajo y asociarla la frecuencia necesaria de descansos. Desde luego, es aconsejable el trabajo en equipo de especialistas que puedan analizar en detalle tanto los aspectos técnicos como humanos y organizativos de los procesos productivos y de su entorno físico para su optimización. Es también necesaria la participación de los delegados de prevención de la empresa en la concepción de los espacios de descanso, de ser posible desde su inicio y más allá del reglamentario deber de información y consulta.

Posiblemente, dos palabras sintetizarían conceptos clave para un correcto diseño del hábitat laboral, que serían: "racionalidad humanista". La primera representa que todas las fases de un proceso productivo se han de ligar de forma coherente y con la necesaria flexibilidad en diferentes ámbitos físicos que maximicen su eficiencia y faciliten el correcto desempeño de las personas. Pero sobre todo, ello ha de hacerse con visión humanista, situando en el punto de mira a las personas que han de ocupar tales espacios e intervenir en ellos. Nada debería ser diseñado sin considerar su relación con la función, posición y movilidad de las personas, con sus necesidades, exigencias y también con sus limitaciones. El centro de trabajo debería disponer de modo similar a una estructura urbana orgánicamente saludable y apetecible de vivir, de un conjunto de espacios y equipamientos que faciliten el trabajo, la formación, la convivencia, el enriquecimiento cultural y el descanso. Todo ello con la necesaria coherencia para su buen funcionamiento. El Reglamento 486/1997 de Lugares de Trabajo aporta una serie de aspectos a considerar tanto en lo que se refiere a las condiciones generales de seguridad como de confort que deben reunir los ambientes físicos de trabajo, incluidos los espacios de descanso. Otras reglamentaciones aportan también algunos requisitos.

Ya se comentó en la anterior NTP que la persona necesita en función del tipo y ritmo de trabajo de una serie de pausas o descansos para no llegar al final de su jornada laboral extenuado, sin que su fatiga le impida dedicarse a actividades de ocio, y no sea sólo el reposo absoluto la única alternativa viable. En el trabajo se conjugan el esfuerzo físico y el intelectual, y según la intensidad de cada uno de ellos, las personas precisarán descansar en sus pausas de una u otra forma, aunque presumiblemente la mejor sería aquella que pudiera ser elegida por el propio trabajador/a. En la figura 1 se indican una serie de características esenciales de los lugares de descanso, algunas de las cuales se exponen a continuación de manera sintetizada y con ayuda de algunas imágenes. Pero hay una citada en último término que no se debiera descartar nunca: habría de procurarse que el descanso sea placentero y estimulante para la vuelta al lugar de trabajo y así cumplir mejor su función. Es previsible que en las empresas del futuro, los lugares de descanso lo serán, incluso también, divertidos.

- Aislamiento de agentes agresivos ambientales (ruido, calor, etc.).
- Localización próxima al lugar de trabajo, considerando su frecuencia de uso.
- Dimensiones amplias, tanto de altura como de superficie, en función de la simultaneidad de usuarios.
- Simplificación y selección de elementos y materiales acordes al descanso y que faciliten la limpieza. Evitar amplias superficies brillantes.
- Ambiente ordenado y de extrema pulcritud.
- Preferiblemente con acceso o relación visual al exterior si este es gratificante. En su defecto, acondicionamiento de espacio interior, debidamente acondicionado, en lo posible ajardinado.
- Calidad y confort del espacio, con identidad propia, que haga factibles funciones asociadas al descanso, acordes a la actividad laboral y sin descuidar el valor estético en su conjunto.
- Enriquecimiento del espacio con actividades compatibles y dotado de suficiente flexibilidad, que además faciliten la comunicación y la creatividad.
- Separación de actividades de descanso que pudieran resultar incompatibles.
- Armonía cromática y lumínica acorde a las funciones de descanso previstas. Evitar el abuso de colores excitantes y un exceso de luz.
- Equipamiento con mobiliario ergonómico de calidad. Lugares de asiento o para recostarse, confortables.
- Paredes con elementos de grata visión sobre sus superficies, debidamente presentados (artísticos, murales con información de interés, etc.)
- Proximidad a los servicios higiénicos.
- Disponibilidad de agua potable fresca y otras bebidas refrescantes, en ningún caso alcohólicas.
- En caso de utilizar el local de descanso como comedor, acondicionarlo con el equipamiento necesario (Calentador de alimentos, nevera, fregadero, etc.). Emplear cortinas o revestimiento de paredes con materiales absorbentes del ruido para su minimización.
- Atrayente, placentero, estimulante, ..., y por qué no, divertido.

Exigencias mínimas reglamentarias

El citado RD 486/1997, en su Anexo V sobre Servicios higiénicos y locales de descanso establece una serie de requisitos mínimos para tales lugares. En particular, respecto a locales específicos de descanso, demandados cuando la seguridad y salud de los trabajadores lo exijan, y en función del tipo de actividad, indica lo siguiente. Los comentarios que se apuntan al respecto no tienen consideración legal, solo pretender orientar en la aplicación de soluciones idóneas:

Agua potable.

La disponibilidad de agua potable en los lugares de trabajo es una exigencia legal citada en el primer punto del citado Anexo. Aunque no hay una definición expresa en donde deben localizarse los puntos de suministro, es lógico que deban localizarse especialmente en los lugares de descanso o en sus proximidades inmediatas, entre otros lugares que se estimen convenientes.

Locales de descanso

1. Ser de fácil acceso.

Es obvio que los locales de descanso han de ser fácilmente accesibles y por tanto han de estar relativamente próximos en lo posible al lugar habitual de trabajo.

2. Se exonera de locales específicos de descanso cuando se trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.

Aunque no sean exigibles lugares específicos de descanso, se asumen de manera implícita las pausas que sean necesarias en función del trabajo, las cuales podrán realizarse en el propio lugar de trabajo si éste reuniese las características idóneas o en otros ámbitos que aunque no sean específicos para el descanso, lo faciliten.

3. Las dimensiones de los locales de descanso y su dotación de mesas y asientos con respaldos serán suficientes para el número de trabajadores que deban utilizarlos simultáneamente.

Aunque no haya una indicación expresa a las dimensiones mínimas de los locales por trabajador, es lógico pensar que como mínimo habrían de respetarse las mínimas exigibles a los lugares de trabajo. Cabe destacar la importancia de la confortabilidad del mobiliario, sobre todo de los asientos, no siendo admisibles los clásicos bancos sin respaldo.

4. Las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

Aunque la posición horizontal es muy recomendable en la mayoría de ocasiones para un reposo absoluto o ante posibles mareos, cabría también considerar la utilización de sillones ergonómicamente diseñados que permiten una posición de descanso regulable. El uso de sillones ergonómicos específicos para el descanso laboral ante largas jornadas laborales de mañana y tarde, o en trabajos nocturnos, pueden ser recomendables también para otros trabajadores al facilitar un corto sueño, que se ha demostrado muy provechoso para el rendimiento en el trabajo en turnos nocturnos y en tareas prolongadas generadoras de carga mental.

Figura 1. Características esenciales de un lugar de descanso

5. Los lugares de trabajo en los que sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpe regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante estas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad y salud o para la de terceros.

Aunque no hay una referencia expresa al nivel de riesgo para la seguridad y salud para disponer de tales lugares de permanencia, cabe considerar que cuando las condiciones ambientales de trabajo en el propio lugar de trabajo no sean las más idóneas por cualquier factor de riesgo, serían necesarios unos espacios complementarios más saludables.

6. Tanto en los locales de descanso como en los espacios mencionados en el apartado anterior deberán adoptarse medidas adecuadas para la protección de los no fumadores contra las molestias originadas por el humo del tabaco

Tal medida ya no tiene sentido al estar prohibido fumar en los lugares de trabajo y obviamente en los de descanso. No obstante, cabe destacar la importancia de que los lugares de descanso no ofrezcan contaminación ambiental alguna.

7. Cuando existan dormitorios en el lugar de trabajo, éstos deberán reunir las condiciones de seguridad y

salud exigidas para los lugares de trabajo en tal Real Decreto y permitir el descanso del trabajador en condiciones adecuadas.

Existen diversas circunstancias en las que los trabajadores deben pernoctar, e incluso vivir en el propio centro de trabajo o en su entorno inmediato, tal es el caso de explotaciones agrícolas o ganaderas. En tales situaciones, el empresario debería ofrecer lugares con garantías de habitabilidad que faciliten una vida digna tanto para los trabajadores como para sus familias, si es que éstas han de cohabitar en el mismo lugar. La llegada de inmigrantes a nuestro país en estos últimos años para la realización de actividades laborales muy diversas, especialmente en el ámbito doméstico y rural en las que se requiere residencia en el propio centro de trabajo o sus proximidades, demanda que los empresarios les deban ofrecer un hábitat digno, no solo por razones legales, sino también por responsabilidad moral.

Locales provisionales y trabajos al aire libre.

También en tales circunstancias y cuando la seguridad o salud de los trabajadores lo exijan, en particular en función de la actividad o del número de trabajadores, se dispondrá de local de descanso de fácil acceso. También cuando exista un alejamiento entre el centro de trabajo y el lugar de residencia de los trabajadores que impidiera regresar a su residencia, deberán haber locales



a) Proximidad de lugar de trabajo y de descanso en trabajo de proyectistas



b) Patio exterior ajardinado para el descanso



c) Gran patio interior de oficinas con ambientes diferentes de descanso



d) Armonía ambiental cromática de lugar de descanso con mobiliario funcional

Figura 2. Lugares de descanso de diferentes características

adecuados destinados a dormitorios y comedores, los cuales han de permitir el descanso y la alimentación en condiciones adecuadas.

El RD. 1627/1997 sobre Obras de construcción, establece una serie de requisitos prácticamente iguales a lo dispuesto en el citado RD. 486/1997

Localización, dimensiones y funcionalidad

El sistema productivo para funcionar correctamente necesita una infraestructura de servicios y equipamientos. Si bien muchos de estos servicios podrán estar centralizados, por ejemplo, los almacenes generales, las oficinas, o los vestuarios generales, es recomendable una distribución equilibrada y descentralizada de determinados equipamientos, próximos a los puestos de trabajo (lugares de descanso, servicios higiénicos, almacenamientos intermedios, etc.).

Hay que tener en cuenta que el principal valor de calidad de un espacio en términos arquitectónicos es la amplitud en su dimensionado: volumen, altura, así como la disponibilidad de superficie libre no ocupada. La iluminación adecuada conferirá el valor con que tal espacio haya de ser percibido. Uno de los arquitectos más relevantes, Mihes Van der Rohe, estableció un principio esencial en la configuración de los espacios arquitectónicos con su frase: "Menos es más", con la cual nos transmitió la importancia de la sencillez y la simplificación para poder lograr la unidad y belleza de los espacios, pero dando siempre respuesta plena a su funcionalidad. Lamentablemente, en los centros de trabajo, por necesidades de espacio, pero también por consideraciones erróneas de que un espacio libre es un espacio útil que puede ser ocupado, los ámbitos físicos de trabajo se convierten en angostos y llegan a crear sensaciones no confortables. Como reflexión al respecto, habría que pensar en cómo están equipadas nuestras viviendas en vistas a su confortabilidad, ¿no estamos muchas veces rodeándonos de un exceso de objetos o elementos innecesarios o no entrañables, que no hacen más que ocupar espacio y generarnos, además de una inconsciente tensión mental, la necesidad de tener que limpiarlos? ¿Se adecua el mobiliario a las estancias con las dimensiones, formas y funcionalidad necesaria?

La facilidad de acceso y proximidad de los lugares de descanso es un requisito esencial de partida, pero ante la diversidad de alternativas de descanso existentes, su distribución estará condicionada en parte a su frecuencia de uso, vinculada ésta como se ha dicho al tipo de actividad laboral (Ver figura 2a).

Las actividades compatibles con el descanso son muy diversas, unas más relajadas pueden permitir escuchar música, leer, conversar; y otras, pueden ser más activas, como por ejemplo, realizar ejercicios físicos; aunque cabe cierta flexibilidad en su contenido y en la complementariedad de actividades de descanso. Pero es importante no mezclar en un mismo espacio sin separación física o aislamiento, actividades que puedan ser antagónicas y repercutan desfavorablemente entre sí; por ejemplo, conversar y tomar un café, con practicar ejercicio físico generador de ruido, aunque éste sea puntual.

Hay que destacar que muchos espacios colectivos como vestíbulos, incluso pasillos, pueden convertirse en gratos lugares de descanso, si se acondicionan debidamente, enriqueciendo así la oferta de éstos en la empresa; muchas veces simplemente localizando una máquina de autoservicio de bebidas y equipando el entorno físico con elementos idóneos (Ver figura 3a). ¡Qué

agradable resulta ver en algunas empresas, en algunas de sus principales vías de circulación peatonal -siempre que tengan la suficiente anchura- muestras de arte contemporáneo, que sus propietarios prefieren compartir con los trabajadores de la empresa! Tal vez pueda sorprender que no sea ésta una situación aislada que solo practican empresas de servicios muy próximas a la clientela. También tales paredes se pueden enriquecer con murales que aporten información de interés o muestras también de carácter artístico, como carteles o dibujos relacionados con la prevención, incluso realizados por los hijos de los trabajadores, algo aplicado exitosamente en campañas de promoción de la Seguridad y la Salud laboral. Es importante cuidar la presentación de tales materiales de exposición (Ver figura 3c). También muchas empresas aprovechan sus paredes en espacios comunes de descanso o no solo de tal función, para mostrar ideas y sugerencias de mejoras de los trabajadores aplicadas y los reconocimientos habidos a las mismas. Las áreas de descanso pueden ser debidamente aprovechadas para la comunicación de mensajes de promoción de la salud, así como de buena convivencia (celebraciones, éxitos personales y colectivos, incluso ciertas anécdotas de interés).

En los trabajos en horario nocturno o en jornadas prolongadas de mañana y tarde, con descanso para almorzar, puede ser interesante la posibilidad de que las personas si quieren, tomen un sueño de corta duración, que se ha demostrado es revitalizante cuando la carga mental en el trabajo ha sido considerable. Pensemos que inmediatamente después de comer no puede desarrollarse una actividad intelectual que requiera mucha concentración al estar las neuronas y la mayor energía vital, concentradas por un tiempo en la digestión. Por eso, es natural cierta somnolencia o dificultad de atención tras un almuerzo al escuchar una conferencia por interesante que ésta sea. Es evidente la necesidad de evitar comidas copiosas en la jornada de trabajo. El espacio concebido para un corto sueño debería estar en silencio y a la penumbra, con sillones ergonómicos que permitan recostarse. En tales circunstancias, la temperatura ambiental en verano, cuando las personas usan ropa fresca, en locales climatizados, no debería ser inferior a 21-22°C, ya que podría generarse sensación de frío en algunas personas.

Relación visual con el exterior

La persona requiere de unas dimensiones y de un equipamiento adecuado en su entorno tanto de trabajo como de descanso para sentirse cómodo, pero por otra parte, es conveniente facilitarle la comunicación visual con el exterior, aunque sea ocasionalmente. De no existir, se acrecienta la fatiga natural del trabajo. Ante ello, es recomendable procurar, que especialmente en las áreas de descanso, la persona pueda observar el exterior, sobre todo en la medida que éste sea gratificante, disfrutando en lo posible de la iluminación natural. La visión en calma de la lejanía suele resultar relajante.

Muchas empresas facilitan que sus trabajadores puedan tomar su principal pausa de descanso en el exterior del centro de trabajo (ver figura 3b). Ello siempre suele resultar grato para la mayoría de personas, que optan por realizar un corto paseo, o tomar alimento o bebida con sus compañeros en una cafetería o restaurante próximo; aunque tal vez ese no sea el mejor lugar de descanso al estar densamente ocupado o ser el ambiente ruidoso. No obstante, hay que reconocer que el cambio absoluto de un ambiente laboral a otro completamente diferente



a) Vestíbulo: Lugar de descanso y encuentro informal funcionarios-alumnos en planta 3



b) Paseo en entorno exterior ajardinado



c) Exposición de comunicaciones a Congresos en pasillos y vestíbulos



d) Comedor

Figura 3. Lugares de descanso del CNCT/INSHT

y externo, incluso con la presencia de personas diferentes con las que también sea posible comunicarse, suele resultar atractivo.

La creación de patios o espacios interiores ajardinados con iluminación adecuada, no excesiva, puede contribuir en evitar la desagradable sensación de aislamiento y agobio que se producirá en una persona que trabaje prolongadamente en un lugar cerrado, aislado del exterior (ver figura 2c). Cuando el entorno exterior inmediato resulte no grato, se hace del todo imprescindible habilitar tales espacios interiores, dotándoles de un valor natural que favorezca la calma que el ser humano necesita para trabajar y vivir. La relación con el ambiente exterior facilita el descanso visual y mental y compensa de alguna forma el aislamiento y la falta de movilidad del lugar fijo de trabajo (Ver figura 2b y 3b). Hay que tener en cuenta que la especie humana ha convivido armoniosamente con la naturaleza durante miles de años, lo que la ha marcado genéticamente y hace que sienta su necesidad cuando no la tenga cerca, aunque la mayoría de la población viva actualmente en entornos urbanos. Debajo de un frondoso árbol en época de bonanza ha sido y seguirá siendo un lugar predilecto de descanso.

Las empresas muchas veces disponen de patios interiores sin un uso definido que se convierten en lugares de almacenamiento de materiales diversos, cuando debidamente acondicionados y de manera bastante sencilla podrían transformarse en magníficos lugares ajardinados

de descanso o incluso de relajamiento visual desde el lugar de trabajo.

Puede resultar muy interesante realizar en la empresa un esfuerzo de búsqueda para la recuperación de posibles espacios que podrían estar asociados al descanso u otras finalidades sociales. Algunas empresas han reutilizado sus cubiertas transitables para convertirlas en interesantes espacios de esparcimiento al aire libre, cubiertos solo parcialmente. Algunas empresas lo han aplicado exitosamente para lugar de descanso, comedor, gimnasio o actividades deportivas para sus trabajadores, aprovechables incluso en tiempo de ocio (Ver figura 4).

Condiciones ambientales. Aislamiento de agentes ambientales agresivos

El descanso requiere de unas condiciones ambientales de temperatura y de calidad de aire que sean gratificantes. En tal sentido, es imprescindible aislar los lugares de descanso de agentes ambientales agresivos y procurar su confortabilidad. Un lugar separado de los lugares ruidosos de producción con mamparas no aislantes, dotado de mesa y unas sillas para sentarse, algo que frecuentemente nos encontramos al visitar centros de trabajo, no sería ejemplo de aislamiento. A veces, los sistemas de ventilación forzada y de climatización generan ruido molesto que habría que minimizar.

Cuando en el lugar de descanso se busca alivio ante



a) Cubierta transitable como lugar de descanso.



b) Gimnasio para trabajadores

Figura 4. Lugares de descanso de la empresa MRW

ambientes de trabajo calurosos puede haber la tendencia de provocar contrastes térmicos considerables que son del todo desfavorables. También hay que evitar totalmente las corrientes de aire o estar expuesto de manera continuada a una velocidad de aire permanente superior a 1m/s en posición sentado, generada por ventilador o equipo de climatización. Se recomienda consultar la NTP 779 sobre “Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables”, para poder configurar lugares de descanso que resulten gratos de temperatura para la mayoría de personas.

Existe la tendencia de construir edificios de oficinas con grandes superficies acristaladas, que en caso de no estar bien diseñados pueden generar efectos contraproducentes (reflejos y deslumbramientos incontrolados, pérdida de intimidad, radiación solar excesiva, etc.). Hay que tener en cuenta que en nuestras latitudes la radiación solar puede resultar excesiva de no disponer de mecanismos de protección integrados al proyecto edificatorio.

Orden y limpieza

El establecer los mecanismos necesarios para que los entornos de trabajo y de descanso se mantengan ordenados y limpios es esencial para que las personas puedan sentirse cómodas y sus comportamientos resulten acordes a la calidad del lugar en el que se encuentran. El R. D. 486/1997 dedica un capítulo a este tema, haciendo hincapié no solo a los aspectos relativos a la necesidad de evitar obstáculos que dificultan las circulaciones, incluidas las situaciones de emergencia, si no también a la limpieza periódica de lugares de trabajo, locales de servicio y de descanso y sus respectivos equipos e instalaciones, los cuales también serán objeto de mantenimiento.

Desde luego, un entorno físico ordenado y limpio en el lugar de descanso favorece la necesaria tranquilidad que se demanda. Ahora bien, las paredes y demás superficies han de facilitar la limpieza sin generar brillos o reflejos. Por ejemplo, no sería recomendable alicatar paredes con material cerámico brillante, ni utilizar recubrimientos textiles que puedan acumular polvo. El orden y la pulcritud deben contribuir junto a otros factores ambientales cromáticos y lumínicos a la confortabilidad del lugar de descanso.

Es necesario, si realmente se quieren mantener los ámbitos colectivos, como zonas de paso, vestíbulos, sa-

las de reunión y en particular salas de descanso, en condiciones correctas de orden y limpieza, que sus usuarios se sientan responsables de cuidarlos y que exista alguien o algunas personas distribuidas por áreas, responsables de su control.

Color e iluminación

Los colores emiten, según su tonalidad, vibraciones de distintas intensidades que son percibidas por el cuerpo humano, reaccionando física y emocionalmente a ellos. Cada color emite un mensaje, un estímulo, según la frecuencia de su vibración que influye en los seres humanos seamos conscientes o no de ello. Algunos colores calientan y estimulan como el rojo, el amarillo y el naranja; otros, por el contrario, enfrián y producen relajación, calma y armonía como el azul, el verde y el violeta. El color además tiene efectos emocionales, como manifiestan muchas expresiones en castellano que se emplean para referirse a estados de ánimo, como por ejemplo, “verlo todo negro”, “tener un día gris”, “estar en una nube rosa”, “quedarse en blanco”, etc. En las reacciones emocionales que producen los colores se apoyan muchos mensajes publicitarios para lograr sus fines persuasivos. Por ejemplo, muchos productos alimenticios emplean en los diseños de sus envoltorios, en los logotipos de sus marcas, los tonos amarillos y naranjas porque estimulan el apetito. El color que más incita al consumo es el rojo, que es el mayormente usado en marcas comerciales. El blanco se utiliza para contrarrestar efectos nocivos, como símbolo de pulcritud y de pureza.

Nuestra percepción del color viene determinada por las vivencias de las fuerzas de la naturaleza, y a pesar de que existen diversas asociaciones simbólicas al color según las distintas culturas, y al margen de las connotaciones personales parece haber resonancias emocionales con los colores similares para todos, como por ejemplo, el azul del cielo que evoca amplitud, transparencia, tranquilidad y lejanía, aunque en espacios interiores con luz artificial genera frialdad; el negro de la noche se relaciona con lo tenebroso, lo serio y lo oculto; el rojo del fuego que se asocia a la fuerza, al peligro y a la vitalidad; el verde a lo natural, a lo novedoso y a la esperanza; el amarillo, a la sorpresa, al optimismo y a la creatividad; el rosa, a la comprensión, el buen humor y la dulzura. Un día gris de otoño puede provocar sentimientos melancólicos, mien-

tras un atardecer de espectaculares tonos anaranjados puede evocar una intensa sensación de plenitud.

El color se emplea en el entorno a través de su utilización en la pintura de las paredes, en los tejidos, en la iluminación, en los muebles y en los objetos decorativos para generar sensaciones. Por su gran visibilidad, el naranja es el color más propicio para las luces de seguridad. El color rojo revitaliza, y en un momento dado puede ser útil, pero su exceso o una exposición continua, puede polarizar al otro extremo, creando estados de nerviosismo, ansiedad o excesiva proximidad. Por ello no conviene pintar paredes de este color, que es mejor emplearlo en tejidos u objetos que puedan ser sustituidos, cuando no se precise el impulso que provoca tal color. En general, el color rojo no resulta adecuado ni en los espacios de descanso, ni en los lugares muy transitados. En cambio el azul, que es un color frío puede provocar introsión, además inhibe el apetito por lo que no resulta adecuado su empleo como color predominante en cocinas y comedores. El color rosa tiene efectos relajantes, por lo que resulta muy benéfico pintar las paredes de este color, por ejemplo en un dormitorio, ya que ayudará a conciliar el sueño o en un lugar tranquilo de descanso, pero la predominancia de este color tendrá efectos muy perturbadores en una habitación de trabajo o en un espacio dedicado a la actividad o donde se requiera dinamismo. Los colores ocres claros, verdes y azules pálidos y melocotón, en la pintura de las paredes de las estancias ayudan a la armonía y a las buenas relaciones. El amarillo es un color muy propicio para pintar los comedores, las cocinas, los cuartos de juego y parcialmente, en determinados espacios de trabajo, pero resulta perturbador en lugares de reposo y dormitorios. El color blanco cuando se usa en paredes debe cortarse con alguna gota de tinte porque es un color demasiado activo y generalmente provoca excesiva frialdad, aunque ésta podría compensarse introduciendo elementos de color como cuadros, murales o material gráfico.

El color se puede introducir en un espacio a través de mobiliario y elementos que incluso pueden ser sustituibles en un momento dado. Lo importante es lograr una armonía cromática en el conjunto del espacio con predominio de colores muy claros de acuerdo a los fines perseguidos y utilizar de manera muy controlada los colores intensos.

Por otra parte, la iluminación de una estancia va asociada plenamente al color y a la sensación que en su conjunto vayan a generar. La iluminación es determinante en la percepción de la calidad y funcionalidad de un espacio. Es importante que la iluminación genere confortabilidad, adecuándose a los diferentes ambientes y actividades previstas en cada lugar de descanso. No debieran emplearse luminarias descubiertas. La iluminación indirecta y asimilable en lo posible a la luz natural es siempre más confortable.

Equipamientos. Comer y beber en el descanso

Los lugares de descanso y comedores de las empresas deberían tener calor hogareño. Conviene que estas estancias posean un efecto relajado y renovador. Su atmósfera debe ser diferente a la de las demás áreas y lo más parecida al ambiente relajado doméstico o de un lugar agradable de ocio (ver figura 2d). El tipo de mobiliario y la iluminación habrían de favorecen esta situación. Las plantas contribuyen a suavizar el ambiente, creando entornos naturales allí donde se encuentren. La relación visual y la proximidad con el exterior, y más si este cons-

tituye un ambiente natural, resultará siempre más gratificante (Ver figura 3d).

El mobiliario de los lugares de descanso, incluidos los comedores, debe ser claro, funcional y ergonómico, ofreciendo comodidad y calidez. El empleo de materiales de componentes y colores naturales debería facilitarlo. Hay que cuidar en especial medida la calidad de los asientos en vistas a su confortabilidad. No deberían emplearse sillas de asiento rígido. Preferiblemente las mesas del comedor deberían disponer de iluminación localizada sobre las mismas para así lograr una mejor visibilidad de la comida y contribuir a una mayor calidez y confortabilidad.

Los locales de descanso en trabajos nocturnos o trabajos a turnos deberían disponer del equipamiento necesario para guardar alimentos y bebidas en nevera y poder calentarlos.

Los comedores deberían estar equipados con toda la infraestructura necesaria para que los trabajadores puedan guardar sus alimentos (neveras, suficientes en número para clasificar los alimentos en función de sus usuarios), calentarlos (hornos microondas y otros sistemas de cocción), y lavar sus enseres personales (fregaderos). La empresa debería cuidar de facilitar el utensilio necesario para que los trabajadores no tengan necesariamente que llevárselos de su casa, tales como platos, vasos, cubiertos y recipientes para la preparación o calefacción de alimentos. Se dispondrán de armarios para guardar tales enseres. Además, tal como se apuntó anteriormente, se facilitará agua potable fresca. Sería recomendable que también se facilitaran bebidas refrescantes y algunos alimentos preparados para situaciones en que puedan precisarse, por ejemplo, a través de máquinas de autoservicio.

Cuando la empresa ofrezca servicio completo de comedor cuidará de ofrecer dietas equilibradas y atender debidamente a personas con exigencias alimenticias especiales.

Es frecuente que los comedores sean lugares ruidosos debido fundamentalmente a que no disponen de la necesaria capacidad de absorción del ruido, disponiendo de mucha superficie reflectante del mismo, como es la que ofrecen los vidrios de los ventanales. Para evitarlo, es necesario disponer de superficies absorbentes y el empleo de cortinas en las ventanas.

Debería evitarse la diferenciación entre comedores para directivos y empleados. El compartir mesa es una magnífica oportunidad para conversar y contribuir al acercamiento entre personas. Comer en nuestra cultura es mucho más que cumplir con la función de alimentarse a las horas debidas.

Debería estar terminantemente prohibido comer en el lugar de trabajo por razones múltiples que no vamos a enumerar.

2. DESCANSO Y CREATIVIDAD

No queremos finalizar estas dos NTP sin una referencia expresa a la necesaria interrelación del descanso con la creatividad, en una sociedad marcada por la competitividad y la mercantilización del tiempo de trabajo, y en la que el tiempo para la reflexión y el análisis crítico de lo que hacemos y de lo que podríamos hacer y no hacemos suele ser mínimo o inexistente por parte de los trabajadores, quienes no tienen demasiadas oportunidades de contribuir como les corresponde. La innovación y la creatividad a todos los niveles de la empresa es determinante para su futuro. Pero ello requiere formas de or-

ganización del trabajo altamente participativas para que las personas se sientan cómodas y libres y aporten lo mejor de sí mismas, con espacios físicos que la favorezcan, incluido el descanso, que tiene su importancia en el proceso creativo.

Uno de nuestros genios de la pintura, Pablo Picasso, manifestaba con sentido del humor cuando le preguntaron sobre la “inspiración creativa”, que, de existir, que nos encuentre trabajando para poder aprovecharla. Es bien cierto que el propio trabajo realizado con la plena implicación y trascendencia del que lo realiza es fuente de motivación y de inspiración, pero también es cierto que se necesitan momentos pausados de reflexión y de relajación para que todo el esfuerzo que se viene realizando pueda sedimentarse y dar sus frutos creativos. Las neuronas necesitan realizar cientos de miles de interconexiones generadas por el trabajo, la experiencia acumulada y los intereses de curiosidad y de búsqueda, para que en un momento determinado, tal vez inesperado, aparezca el destello luminoso que permite avanzar, consolidando lo realizado o reinventándolo. La resolución de problemas a través de actividades participativas, además de facilitar el proceso de aprendizaje estimula el proceso creativo para seguir encontrando soluciones a nuevas inquietudes. El proceso creativo que desarrollan los buenos profesionales, incluidos los artistas, requiere mucho esfuerzo con un alto espíritu de curiosidad por lo nuevo, lo diferente –algo que está en la esencia del ser humano–, y con sus pausas para que los momentos creativos puedan ir surgiendo. Dejar reposar proyectos bien planeados por las noches o durante fines de semana de por medio está constatado que es tremadamente enriquecedor. La continuidad absoluta en una actividad, por artística o muy interesante que sea, encierra el pensamiento en una espiral cíclica que no permite la entrada de nuevas ideas. El pensamiento convencional debe alterarse con lo que Edgard de Bono denomina el pensamiento colateral, que en nuevos contextos y con nuevos planteamientos en grupos de trabajo, incluso radicalmente diferentes, permiten que surja la creatividad.

No hay recetas para concebir como debería ser un espacio para la creatividad; además cada persona es diferente y puede preferir espacios bien singulares para sentirse a gusto. Pero lo cierto es que si se trata de un espacio colectivo, las personas habrían de sentirse completamente libres, cómodas y estimuladas para el aporte de ideas, sin tensión o preocupación que pudiera perturbar el proceso creativo. ¿No es entonces en cierto modo compatible el descanso con la creatividad? (ver figura 5).

Sin desmerecer que los lugares de trabajo han de facilitar el trabajo en equipo, la cooperación y la innovación, muchas empresas consideran oportuno disponer



Figura 5. Lugares para el descanso y la creatividad

de lugares específicos, incluso divertidos y debidamente equipados que estimulen la creatividad. El mobiliario debería facilitar el registro de ideas y dibujos en pizarra o portafolios de gran tamaño, y la proyección audiovisual, entre otras cosas. Saber de antemano que un lugar al que se acude regularmente está concebido para facilitar y re conducir diálogos, disolver conflictos y tener ideas novedosas de interés colectivo, dejando fuera formalismos y rigideces, ¿no estará de alguna manera también estimulando a tenerlas? Y, ¿por qué no aprovechar el descanso para crear una predisposición natural hacia lo mejor?, ¿por qué no aprovechar el descanso como semillero de ideas de colaboración?, ¿por qué no aprovechar el descanso como un cauce de crecimiento?

Antes de terminar queremos manifestar que la revisión y discusión final de estas dos NTP ha sido realizada en un momento compartido de descanso en el desarrollo de otros proyectos, cercano ya nuestro descanso vacacional.

BIBLIOGRAFÍA

La referenciada en la Nota Técnica de Prevención anterior.

Agradecimientos: a Montserrat Solórzano (CNCT/INSHT), por la revisión reglamentaria sobre el tiempo de trabajo y de descanso; al experto laboral y amigo, Luis Salgado, por sus interesantes reflexiones sobre el descanso; al Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, CNCT/INSHT y a la empresa MRW por permitirnos mostrar sus lugares de descanso.

Coordinación de actividades empresariales (I)

*Business activity coordination (I)
Coordination d'activités patronales (I)*

Redactores:

Yolanda Iranzo García
Licenciada en Bioquímica

Tomás Piqué Ardanuy
Ingeniero Técnico Químico
Licenciado en Derecho

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

La presente Nota Técnica de Prevención y la siguiente sustituyen a la NTP 564, actualizándola y complementándola, según lo establecido en el Real Decreto 171/2004, en materia de coordinación de actividades empresariales, así como en otra normativa que alude a esta necesaria coordinación entre las empresas concurrentes en un mismo centro de trabajo.

El principal objetivo de esta NTP y la siguiente, es proporcionar unas orientaciones básicas a los sujetos implicados en la coordinación de las actividades empresariales, ya que es frecuente que a las empresas les surjan dudas a la hora de aplicar esta normativa a sus situaciones particulares. En la presente NTP se tratan los conceptos básicos en la coordinación, así como las obligaciones que emanan para cada sujeto implicado en la misma, según se trate de una empresa concurrente, de un empresario titular o de un empresario principal.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Complementada por las NTP 1052 y 1053.

1. INTRODUCCIÓN

La coordinación de actividades empresariales pretende ser una vía de solución a los problemas que surgen, en un escenario empresarial cada vez más habitual en los últimos años, en el que se tiende cada vez más a la contratación de obras y servicios. Esta contratación o subcontratación es una forma de descentralizar parte de la actividad productiva de la empresa, a través de diferentes tipos de contratos entre una empresa titular o principal y una empresa contratista. En estas situaciones, se da la circunstancia que coinciden trabajadores de varias empresas en un mismo centro de trabajo, donde cada empresa realiza sus trabajos con sus respectivos riesgos, los cuales pueden afectar a los trabajadores de las otras empresas existentes en el centro o incluso agravarse a consecuencia de las actividades realizadas por estas empresas. Es decir, hay que contemplar los riesgos del centro y de su actividad, los de los trabajos efectuados por cada una de las empresas contratadas o subcontratadas, más los generados por la concurrencia de las mismas.

Además hay que tener en cuenta que en los centros de trabajo suelen concurrir empresas de diferente tamaño, con diferente sistema de organización de la prevención e incluso enfoques divergentes de la cultura y gestión de la prevención, lo que supone una mayor complejidad y dificultad a la hora de velar por la seguridad y salud de todos los trabajadores presentes en estos centros.

Estadísticamente se puede comprobar que en muchas ocasiones los índices de siniestralidad sufridos o provocados por las empresas contratadas o subcontratadas están muy por encima de los de las empresas para las que trabajan. Las causas de estas situaciones suelen ser

entre otras: deficiente comunicación en materia de coordinación, inadecuada formación e información sobre los riesgos generales y específicos, imprevistos asociados a la temporalidad en los trabajos, desconocimiento de normas de seguridad internas, falta de control efectivo de las condiciones de trabajo, etc. De ahí la importancia de que las empresas concurrentes en un mismo centro de trabajo se coordinen perfectamente entre ellas para dar cumplimiento a la normativa existente en esta materia.

Ante este panorama y como primer paso para alcanzar el necesario equilibrio entre la seguridad y salud de todos los trabajadores y la descentralización productiva, en el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante LPRL), se regularon de una forma genérica las obligaciones relativas a la coordinación en materia preventiva de las actividades de todas las empresas concurrentes en un centro de trabajo. También en el art. 42 del Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, relativo a las obligaciones y responsabilidades ante la subcontratación de obras y servicios de la propia actividad, se establece que dentro de las obligaciones de información entre las empresas se incluirán las medidas previstas para la coordinación de actividades desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, además de concretarse en este mismo artículo otras obligaciones de naturaleza salarial y las referidas a la seguridad social durante el período de vigencia de la contrata.

Posteriormente, con la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, se añade un apartado al art. 24 de la LPRL referente a la necesidad de un desarrollo reglamentario del citado artículo. En cumplimiento a este mandato legal surgió el RD 171/2004 sobre la coordinación de actividades em-

presariales, propio de nuestro ordenamiento jurídico y cuyo contenido se desglosará a lo largo de esta NTP y la siguiente. No obstante, las disposiciones de este reglamento tienen un carácter de derecho necesario mínimo indisponible, por lo que podrán ser desarrolladas y mejoradas en los convenios colectivos, de acuerdo con la DA 2^a del RD 171/2004, así como el art. 2.2. de la LPRL.

En el sector de la construcción debe tenerse en cuenta además, lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, en materia de coordinación, así como en la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción y el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarollo dicha Ley y que introdujeron aspectos novedosos que afectan directamente a la relación entre las empresas que constituyen la cadena de subcontratación en las obras de construcción. Este sector, no será objeto de la presente NTP, en la que se hace alusión simplemente a las remisiones que hace el RD 171/2004 para la coordinación en las obras, tanto a la LPRL como al RD 1627/1997. La modificación prevista de la Guía Técnica del INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos laborales en las obras de construcción, tratará ampliamente en uno de sus Apéndices de todos los aspectos vinculados a la coordinación en las obras.

Existen algunos reglamentos relativos a la prevención de riesgos laborales que dentro de su articulado dedican de forma expresa un apartado a la coordinación de las actividades empresariales, como es el caso del Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (art. 6) o el Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado (art. 9). Por otra parte, en el ámbito de los trabajadores por cuenta propia o autónomos, el art. 8 de la Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo, remite al art. 24 de la LPRL. En el caso de las relaciones contractuales entre empresas de trabajo temporal y empresas usuarias, los aspectos vinculados a la coordinación, como las obligaciones sobre el intercambio de información de los riesgos y la formación del trabajador, viene regulada en la Ley 14/1994, de 1 de junio, por la que se regulan las Empresas de Trabajo Temporal y en el Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

Los principales objetivos que persigue la coordinación de actividades empresariales son, además de la aplicación coherente y responsable de los principios de la acción preventiva establecidos en el Art 15 de la LPRL y los métodos de trabajo necesarios por parte de las empresas concurrentes en el centro, el control de las interacciones de cada una de las actividades llevadas a cabo en dicho centro y en particular cuando puedan generar riesgos graves o muy graves, así como cuando se efectúen actividades incompatibles entre sí desde un punto de vista de la seguridad y salud de los trabajadores. Finalmente, también es un objetivo de esta coordinación alcanzar un equilibrio y adecuación entre los riesgos del centro que puedan afectar a los trabajadores de todas las empresas concurrentes y las medidas adecuadas para su prevención.

2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA COORDINACIÓN

Centro de trabajo: Según el art. 2.a del RD 171/2004, es cualquier área, edificada o no, en la que los trabajadores deban permanecer o a la que deban acceder por razón de su trabajo.

Empresario titular del centro de trabajo: la persona que tiene la capacidad de poner a disposición y gestionar el centro de trabajo. Es decir, quien tiene el dominio del centro y además lo dirige y controla. Le corresponden diferentes obligaciones en función de si dispone o no de trabajadores en el centro.

Empresario principal: el empresario que contrata o subcontrata con otros la realización de obras o servicios correspondientes a su propia actividad y que se desarrollan en su propio centro de trabajo (conceptos que se analizan más adelante). Puede ser a su vez el empresario titular.

Concurrencia: cuando en un mismo centro de trabajo desarrollan actividades trabajadores de dos o más empresas. Por tanto, se considera empresa concurrente a cada una de las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos que intervienen simultáneamente en el mismo centro de trabajo durante la ejecución de las actividades.

Contratista: persona física o jurídica que asume contractualmente ante el empresario titular y/o principal, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de los trabajos con sujeción a un proyecto o un contrato.

Subcontratista: persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, con medios humanos y materiales propios, el compromiso de ejecutar la totalidad⁽¹⁾ o parte de los trabajos con sujeción a un proyecto o un contrato.

Coordinador de Actividades Preventivas: figura regulada en el RD 171/2004 como uno de los medios de coordinación preferente para distintas situaciones de concurrencia de empresas en el mismo centro de trabajo.

Coordinador de seguridad y salud: figura diferente a la anterior, regulada en el RD 1627/1997, designada por el promotor, para llevar a cabo la coordinación en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra si interviene más de un proyectista o la coordinación en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra cuando intervenga más de una empresa o trabajadores autónomos.

Recurso Preventivo: trabajador designado o asignado con unos conocimientos, cualificación, experiencia y dotado con medios suficientes para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas en determinados supuestos y situaciones de especial riesgo y peligrosidad, regulado en el art. 32 bis de la LPRL y el art. 22 bis del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Está previsto además por el RD 171/2004 como uno de los posibles medios de coordinación.

3. OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS EN LA COORDINACIÓN

En la coordinación de actividades empresariales hay que tener presente que intervienen diferentes empresas con sus correspondientes obligaciones, en función de la condición que ostenten o posición que ocupen en el proceso,

⁽¹⁾ Excepto en construcción según definición dada en el artículo 3 de la Ley 32/2006.

lo que genera diferentes situaciones posibles, tal y como se analizan en los siguientes apartados.

- Cuando existen trabajadores de varias empresas que concurren en un mismo centro de trabajo.
- Cuando alguna de estas empresas actúa como titular del centro de trabajo (este empresario está contratando una actividad distinta a la del centro).
- Cuando alguna de estas empresas actúa como principal (este empresario contrata servicios o trabajos que forman parte de su propia actividad)

Estas situaciones permiten ciertas combinaciones generando una variedad de escenarios posibles, algunos de los cuales se irán analizando en la presente NTP, como por ejemplo que el empresario titular del centro tenga a sus propios trabajadores presentes o no, que el empresario titular coincida o no con la persona del empresario principal, que existan varios empresarios principales simultáneamente al contratarse diferentes actividades en un mismo centro y en un mismo momento y que éstos a su vez han subcontratado respectivamente a otras empresas, etc.

Por ello, cada empresa involucrada en este proceso de la contratación y subcontratación, tanto cuando desplaza a sus trabajadores a otro centro para prestar sus servicios, como cuando una empresa contrata o subcontrata a otra, incluyendo a los trabajadores autónomos, para prestar algún servicio (sea propia actividad o no), con el fin de conocer las obligaciones y actuaciones a seguir en materia de coordinación, debe analizar en qué situación se encuentra de las que se representan en la tabla 1

A) Empresas Concurrentes

Todos los empresarios cuyos trabajadores coinciden en un centro de trabajo, independientemente de cuál de ellos tenga la titularidad del establecimiento, son empresarios concurrentes. A estos empresarios les corresponde el

deber de cooperación al que se refiere el art. 24.1 de la LPRL y que se desarrolla en el Cap II del RD 171/2004. Esta obligación resulta de aplicación a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.

El deber de cooperación se canaliza a través de la obligación de la información, tal y como se muestra en la tabla 2.

Esta información intercambiada debe ser real, actualizada, suficiente y se proporcionará por escrito cuando alguna de las empresas genere riesgos calificados como graves o muy graves. En el resto de los casos puede ser oral, aunque también puede hacerse por escrito y de hecho en muchas ocasiones es más recomendable que esta información que se entrega o se recibe entre las empresas quede documentada.

Cuando se habla de riesgos graves o muy graves en este contexto, no significa que automáticamente se corresponda con los de las empresas del Anexo I del RD 39/1997, ya que no todos los riesgos de estas empresas son graves o muy graves, ni sólo pueden considerarse como tales los generados en estas empresas. Por ello, estos riesgos serán los que en la correspondiente evaluación de riesgos de cada empresa, el técnico de prevención competente haya calificado como graves o muy graves.

Sobre el contenido de esta información, conviene matizar que no se trata de entregar una mera copia de la propia evaluación de riesgos de los puestos de trabajo o de la información facilitada a sus propios trabajadores de acuerdo con el art. 18 de la LPRL, sino la información detallada sobre los riesgos concretos de las obras y servicios contratados, que puedan afectar al centro y a los trabajadores de otras empresas concurrentes. En definitiva, los riesgos que aporta cada empresa a esta situación de concurrencia, los cuales deberán actualizarse cuando existan cambios en los procedimientos de trabajo, uso de

EMPRESA		OBLIGACIONES	
		LPRL	RD 171/2004
Empresas concurrentes		art. 24.1	Cap II y V
Empresario que contrata:	un servicio no considerado de su propia actividad (empresario titular) con trabajadores en el centro.	art. 24.1 y 24.2	Cap II , III y V
	un servicio considerado de su propia actividad (empresario principal) .	art. 24.1, 24.2 y 24.3	Cap II, III, IV y V

Tabla 1: Obligaciones en materia de coordinación

DEBER DE INFORMACIÓN DE LAS EMPRESAS CONCURRENTES (art. 4.2 y 4.3 RD 171/2004)		
CONTENIDO	MOMENTO	FORMA
Todos los riesgos de su actividad que puedan afectar a las otras empresas, particularmente los que puedan verse agravados o modificados por circunstancias derivadas de la concurrencia de actividades.	Antes del inicio de las actividades. Cuando se produzca un cambio relevante en las actividades concurrentes.	Obligatoriamente por escrito cuando se trate de riesgos graves o muy graves.
Accidentes.		----
Emergencias.	Cuando proceda y de forma inmediata.	

Tabla 2: Deber de información de las empresas concurrentes

equipos o materiales u otras circunstancias y que sean relevantes para la coordinación.

La información que las empresas concurrentes deben intercambiarse no debe limitarse a la que cada una de ellas proporcione al resto sobre los riesgos propios, si no que cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados por circunstancias derivadas de la concurrencia de actividades, las empresas concurrentes deberán valorar conjuntamente e informarse recíprocamente de tales situaciones y de las acciones preventivas a tomar por todas y cada una de ellas.

Además cada empresario informará sobre los accidentes que sufran sus trabajadores en el centro a consecuencia de las actividades concurrentes, así como de toda situación de emergencia que pueda afectar a la seguridad y salud de los trabajadores de cualquiera de las empresas presentes en el centro.

Una vez las empresas cumplen con esta obligación de información deben proceder de la siguiente forma:

- Tener en cuenta la información recibida por las otras empresas para realizar o modificar la evaluación de riesgos de las actividades que se llevarán a cabo en el centro de trabajo, así como la correspondiente planificación de la actividad preventiva, según el Art 4.4 del RD 171/2004, de forma que todos los empresarios concurrentes garanticen a sus respectivos trabajadores la "protección eficaz" exigida por el artículo 14 de la LPRL.
- Adoptar los medios de coordinación necesarios según el artículo 5 del RD 171/2004, teniendo en cuenta lo establecido en el capítulo V de la misma norma y que más adelante se analiza, e informarán de los mismos a sus trabajadores.
- Informar a sus respectivos trabajadores de los nuevos riesgos derivados de la concurrencia de las actividades en los términos previstos en el artículo 18 de la LPRL, tal y como regula el art. 4.4 del RD 171/2004. Es decir, los riesgos y medidas preventivas, así como las actuaciones en caso de emergencia, tras haber tenido en cuenta los riesgos derivados de la concurrencia de las actividades en la evaluación de riesgos y la planificación derivada.

Por todo ello, las empresas deben informarse entre ellas de los riesgos y posteriormente informar a sus trabajadores respectivamente, no sólo de los riesgos derivados de la concurrencia, sino también de las medidas preventivas para prevenirlos o protegerse de los mismos, de las medidas a seguir en caso de emergencia, así como de los medios de coordinación adoptados para poder garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores frente a dichos riesgos.

Estas obligaciones establecidas para las empresas concurrentes, deben entenderse no sólo como un deber sino también como un derecho recíproco para garantizar la protección eficaz en materia de seguridad y salud, para todos los trabajadores de cada una de estas empresas que trabajan en un momento determinado en un mismo centro de trabajo.

Es importante no confundir la concurrencia de empresas que se acaba de analizar, con aquellas situaciones en las que en un centro de trabajo pueden acceder otras empresas o cualquier persona a modo de cliente, visitante, usuario, etc. En estos casos, debido a que no se trata de empresas a las que se les haya contratado o subcontratado para prestar unos servicios y desarrollar unas actividades en dicho centro que pudieran proyectar riesgos en cualquier trabajador presente en el mismo, no estarán sujetos a la necesidad y obligación de efectuar

una coordinación de actividades empresariales. Estas personas o trabajadores, para poder acceder a las instalaciones, simplemente deberán estar informados sobre las actuaciones a seguir en el caso de una emergencia, ya sea mediante explicaciones, folletos o planos de evacuación e instrucciones en los lugares de recepción y espera, además de los que se encuentren distribuidos por el centro según resulten necesarios. La vía para efectuar esta información se elegirá en cada centro en función del tamaño y tipo de instalaciones, de la actividad de la empresa, de la zona a acceder por parte de estas personas o el motivo y tiempo de permanencia en el centro. En las correspondientes medidas previstas para estas situaciones de emergencia, se deberá tener en cuenta la posibilidad de presencia de personas ajenas al centro de trabajo, tal y como especifica el art. 20 de la LPRL. Todo ello, sin perjuicio de otras informaciones, instrucciones ó indicaciones que la empresa considere convenientes u aquellas obligaciones que la empresa exija para poder acceder al centro o permanecer en su interior en condiciones de seguridad y salud. Este es el caso por ejemplo, de las visitas de una empresa cuando entran en una zona de producción en la que hay maquinaria e instalaciones que emitan niveles sonoros que requieran el uso de protectores auditivos y se encuentre señalizado su uso obligatorio.

B) Empresario Titular

El empresario que pone a disposición y gestiona el centro de trabajo, además de cumplir con las obligaciones de información establecidas en el Cap II del RD 171/2004 como un empresario concurrente más, deberá llevar a cabo las actuaciones adicionales que se establecen en la figura 1:

Las empresas concurrentes una vez han informado a la empresa titular de los riesgos propios de su actividad y su concreción en las tareas específicas a desarrollar y tras haber recibido la correspondiente información e instrucciones por parte del titular, procederán de la misma forma que se detalla en el apartado A:

- De forma previa al inicio de los trabajos:
 - Elaborar o modificar la evaluación de sus riesgos incorporando esta información e instrucciones del empresario titular (art. 4.4. y 9 del RD 171/2004).
 - Comunicar a sus trabajadores la información e instrucciones recibidas (art.4.5 del RD 171/2004) y cumplir con dichas instrucciones.
 - Establecer los medios de coordinación necesarios, a iniciativa del empresario titular (art. 5 del RD 171/2004) y comunicarlo a sus trabajadores.
- Cuando proceda, durante la ejecución de los trabajos:
 - Informar al empresario titular, de los accidentes ocurridos en sus instalaciones y de cualquier situación de emergencia, de forma inmediata (art. 4.2 y 4.3 RD 171/2004).
 - Informar de los nuevos riesgos generados, cuando existan modificaciones en los trabajos durante su ejecución, siempre que sean relevantes para la coordinación de actividades. El empresario titular entregará nuevas instrucciones ante cambios existentes en el centro que así lo requieran.

Cuando el empresario ostenta la titularidad del centro pero sin aportar trabajadores, las obligaciones en este caso, se limitan solamente a informar a los empresarios concurrentes de los riesgos de su centro y que puedan afectar a las actividades desarrolladas en éste por las empresas contratadas y subcontratadas, así como de las

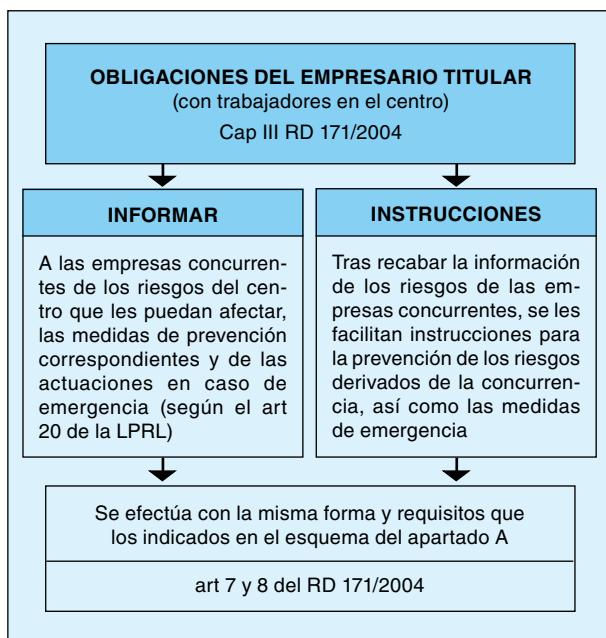


Figura 1. Obligaciones del empresario titular

medidas necesarias para la prevención de los mismos. Se informará además de las actuaciones a seguir en caso de emergencia que habrán previsto de acuerdo con el art. 20 de la LPRL y cualquier otra normativa en esta materia que pudiera resultarles de aplicación, como el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

Por tanto, podemos diferenciar por una parte, un nivel de obligaciones de menor nivel de exigencia que se da en esta situación que se acaba de describir y en la que el empresario titular no dispone de trabajadores propios en el centro, y por otra, un nivel de obligaciones más exigente cuando sus trabajadores se encuentran en el centro de trabajo y que por tanto, además de la obligación de información le corresponde la obligación de facilitar instrucciones tal y como se describió anteriormente.

Finalmente dentro de las obligaciones en coordinación de actividades empresariales, pueden considerarse las correspondientes a un nivel máximo o superior para aquellas situaciones donde el empresario contrata trabajos de su propia actividad para realizar en su centro de trabajo y pasa a ser empresario principal. Estas obligaciones se detallan en el apartado C.

En el sector de la construcción, de acuerdo con la DA 1ª del RD 171/2004, la información del art. 7 se entenderá cumplida por el promotor mediante el estudio de seguridad y salud o el estudio básico, en los términos establecidos en los art. 5 y 6 del RD 1627/1997. Asimismo, las instrucciones del art. 8 se entenderán cumplidas por el promotor mediante las impartidas por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, cuando tal figura exista; en otro caso, serán impartidas por la dirección facultativa.

C) Empresario Principal

El empresario principal es aquel que contrata o subcontrata a otras empresas para realizar un trabajo o un servicio en su centro de trabajo que sea de su propia actividad.

Durante mucho tiempo en la determinación doctrinal

y jurisprudencial de lo que significa "propia actividad" se han mantenido dos interpretaciones:

- Según una primera interpretación, se integran en el concepto tanto las actividades que constituyen el ciclo de producción de la empresa principal como aquellas complementarias o no nucleares, es decir, todas aquellas que resulten necesarias para la organización del trabajo o el fin productivo empresarial (es lo que se denomina teoría de la indispensabilidad). Podrían ser con carácter general por ejemplo, actividades de mantenimiento, limpieza o vigilancia, aunque habría que matizar las circunstancias particulares que se den de cada situación.
- De acuerdo con una segunda interpretación, propia actividad será únicamente la que es inherente al ciclo productivo, de modo que sólo incluye las tareas que corresponden dicho ciclo de la empresa principal, en sentido estricto (teoría de la inherencia). Este puede ser el caso de la contratación en un hospital del servicio de restauración para los pacientes ingresados, ya que se trata de una actividad productiva inherente a los servicios hospitalarios y que debería prestarse por el propio hospital si no se subcontratara, al igual que ocurre con la contratación del servicio de comedor en un Colegio Mayor, tal y como manifestó la STS de 28 de noviembre de 1998.

Por tanto, mientras que en el primer caso se incluyen como propias las tareas complementarias o no nucleares, en el segundo quedan excluidas del concepto. El Tribunal Supremo en los últimos tiempos, se ha venido inclinando por la segunda teoría, es decir en términos generales se considera propia actividad, cuando coincide con la actividad nuclear del empresario (la imprescindible para conseguir en el objeto jurídico que da lugar a la actividad de la empresa principal). No obstante, a la hora de clasificar una actividad como propia o no, debe efectuarse un análisis específico y pormenorizado de la situación existente para cada caso concreto.

En referencia al concepto "propio centro de trabajo", no sólo debe ser entendido en el sentido literal previsto en el artículo 1.5 del RDL 1/1995, es decir la unidad productiva con organización específica, que sea dada de alta, como tal, ante la autoridad laboral, lo que conduciría a un concepto demasiado restrictivo, sino que atendiendo a la finalidad del legislador de garantizar la seguridad y la salud del trabajador, debe entenderse desde un punto de vista material y considerar el concepto de centro de trabajo como equivalente al lugar de trabajo. La sentencia del Tribunal Supremo (STS) de 18 de abril de 1992, ya descartó la aplicación del concepto de centro de trabajo establecida en el citado artículo 1.5 del RDL 1/1995, al equiparar los postes de tendido eléctrico donde había ocurrido el accidente tratado en dicha sentencia, a la idea de centro de trabajo. Posteriormente, también la STS de 22 de noviembre de 2002 que resolvió en unificación de doctrina, consideró que cuando la colocación de postes del tendido aéreo de líneas telefónicas forma parte de la actividad propia de la empresa que va prestar sus servicios de telefonía por medio de esa estructura o red, el lugar donde se están realizando esas tareas de colocación de los elementos materiales que la soportan, aunque sea en despoblado o en el campo, como ocurría en este caso, realmente constituye un centro de trabajo de la empresa principal que ha contratado las tareas.

El Tribunal Supremo alude a esta equivalencia de los conceptos de "centro de trabajo" y "lugar de trabajo" de forma expresa, en otras sentencias como la del 26 de mayo de 2005, al indicar: "la doctrina científica y la

jurisprudencia (*sentencia de esta Sala de 22/11/2002*) vienen entendiendo que el estricto concepto de *centro de trabajo* previsto en el artículo 1.5 del *Estatuto de los Trabajadores* no resulta aplicable a los efectos previstos en las normas ahora examinadas, sino que la referencia legal equivale más bien a la expresión «*lugar de trabajo*».

En la actualidad, en la definición de centro de trabajo establecida en el artículo 2 del RD 171/2004 se incluyen tanto las zonas edificadas como las que no lo estén, en las que los trabajadores deban permanecer o a la que deban acceder por razón de su trabajo.

Por otra parte, el Convenio núm. 155 de la OIT, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, ya preveía en su artículo 17 que «siempre que dos o más empresas desarrollen simultáneamente actividades en un mismo lugar de trabajo tendrán el deber de colaborar en la aplicación de las medidas previstas en el presente Convenio». Asimismo la Directiva Marco 89/391/CEE, sobre aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, se refiere al lugar de trabajo, no al centro de trabajo, al establecer en su art. 6.4 que «cuando en un mismo lugar de trabajo estén presentes trabajadores de varias empresas, los empresarios deberán cooperar en la aplicación de las disposiciones relativas a la seguridad, la higiene y la salud, así como, habida cuenta el tipo de actividades, coordinarse con vistas a la protección y prevención de riesgos profesionales, informarse mutuamente de dichos riesgos, e informar a sus trabajadores respectivos y/o a sus representantes». Es decir, en ambos textos

se utiliza la expresión: «*lugar de trabajo*», más amplia que la de «*centro de trabajo*».

Una vez, definidos y aclarados todos estos conceptos hay que analizar las obligaciones sobre la coordinación que le corresponden al empresario principal.

Cuando en un centro de trabajo, el empresario titular está contratando o subcontratando su propia actividad, sus obligaciones reguladas específicamente en el punto 3 del artículo 24 de la LPRL y el Capítulo IV del RD 171/2004 (deber de vigilancia del cumplimiento de las normas de seguridad y salud que sean exigibles para la ejecución de los trabajos contratados o subcontratados en su centro de trabajo), se superponen con las correspondientes a los puntos 1 y 2 del artículo 24 de la LPRL y desarrolladas en los Cap. II (cooperación de contratas y subcontratas) y Cap. III (información e instrucciones) del RD 171/2004, respectivamente. Es decir, el empresario principal como empresa concurrente en un centro y como empresario titular del centro (siempre que coincidan ambas figuras), debe asumir las correspondientes obligaciones, las cuales no se excluyen entre sí, si no que se van acumulando, tal y como se resumen en la figura 2.

Una vez el empresario principal ha cumplido con las citadas obligaciones, el resto de empresas concurrentes deben proceder de la misma forma que la indicada en el apartado B, tanto de forma previa al inicio de los trabajos como durante la ejecución de los mismos, según proceda.

Dentro de la obligación de facilitar información por parte de la empresa principal, hay que tener en cuenta que cuando los trabajadores de la empresa contratista o subcontratista para realizar las operaciones objeto del contrato, no presten sus servicios en los centros de

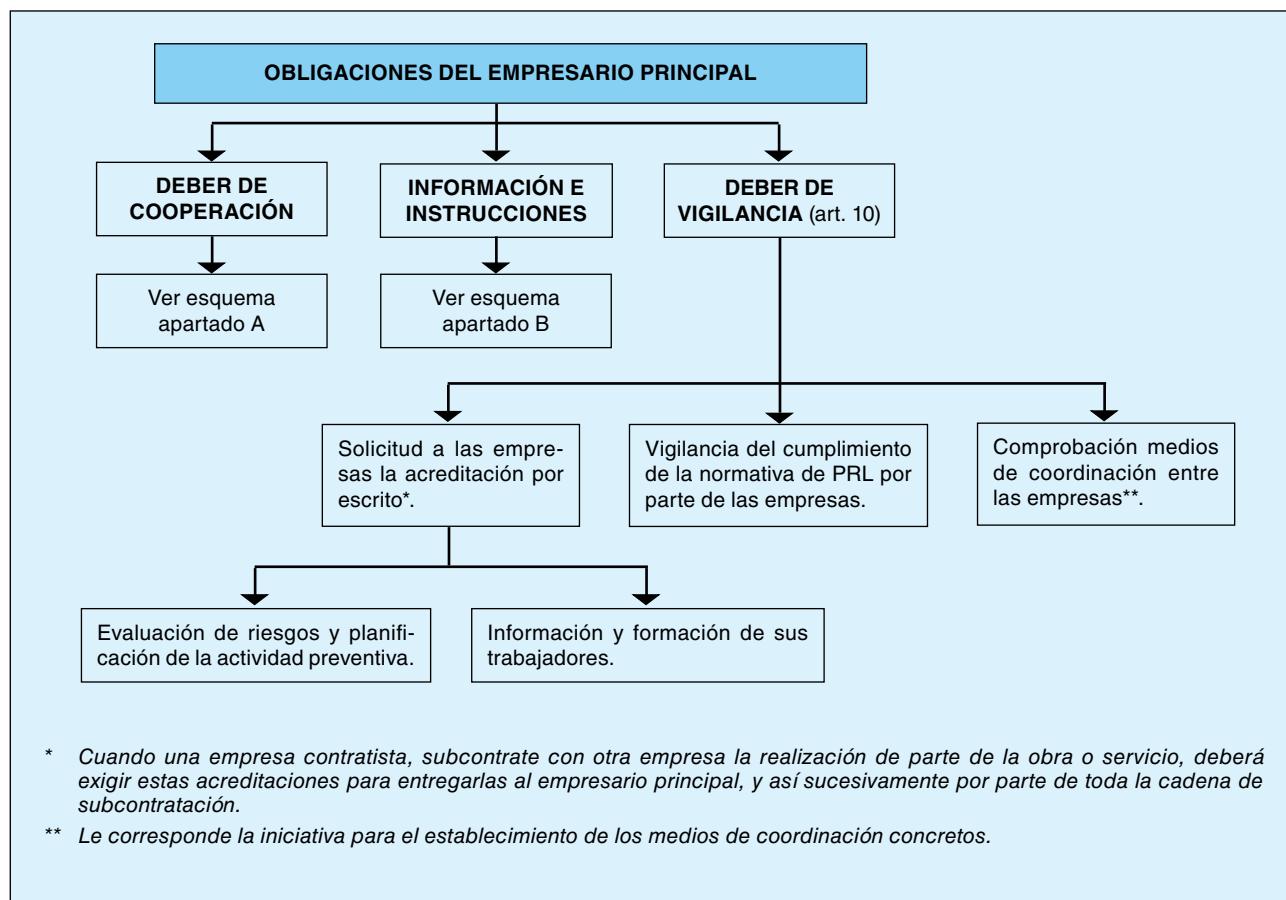


Figura 2. Obligaciones del empresario principal

trabajo de dicha empresa principal y deban operar con maquinaria, equipos, productos, materias primas o útiles facilitados por la misma, está deberá proporcionar a las empresas contratadas o subcontratadas la información necesaria para que la utilización y manipulación de todos estos medios se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus correspondiente obligación de información a sus trabajadores. De esta forma se regula en el artículo. 24.4 de la LPRL al remitir al último párrafo del artículo 41 de la misma Ley, relativo a la información que deben trasmitir los fabricantes, importadores y suministradores de estos elementos a los empresarios en el momento de su adquisición. Este es el caso por ejemplo, cuando un fabricante de zapatos encarga la realización de un pedido de un modelo de zapatos a otra empresa que se dedica a esta misma actividad, para que éste se efectúe en las instalaciones de la empresa contratada pero es la empresa que subcontrata este trabajo (es decir la empresa principal) quien le facilita los materiales específicos y necesarios (piel, cuero, tintas, lacas, adhesivos) o los equipos de trabajo (para cortar, perforar, forrar y grabar). La empresa principal deberá entregar a la subcontrata al menos las correspondientes fichas de seguridad de los productos y los manuales de instrucciones y cualquier otra documentación informativa facilitada por el fabricante de los de los equipos.

Esta obligación es extrapolable a la contratación o subcontratación de trabajadores autónomos en estas circunstancias, tal y como más adelante se detalla.

Dentro del deber de vigilancia de la empresa principal y concretamente en referencia a la obligación de exigir a las empresas contratistas y subcontratistas que le acrediten por escrito que han realizado, para las obras y servicios contratados, la evaluación de riesgos y la planificación de su actividad preventiva, regulada en el punto 2 del artículo 10 del RD 171/2004, existen interpretaciones jurídicas que establecen que una recta interpretación del precepto lleva a entender que no solo se exige del contratista que le acredite por escrito el cumplimiento de sus obligaciones preventivas, sino que además es preciso que efectivamente ello se acredite documentalmente (entre otras, la Sentencia del TSJ de Murcia de 9 de julio de 2010). Las acreditaciones mencionadas, como ya se ha indicado anteriormente, deberán ser exigidas por cada empresa contratista para su entrega al empresario principal, cuando subcontratará con otra empresa la realización de parte de la obra o servicios.

En la coordinación de actividades, pueden darse ocasiones en las que no coincida la figura del empresario principal y empresario titular del centro de trabajo. Este sería el caso de una empresa que contrata la realización de una obra o servicio que no es de su propia actividad y esta a su vez, subcontrata con otra la realización de dicha obra o servicio. Es decir, la primera empresa actúa como empresario titular y la segunda como empresario principal respecto a la subcontrata, por el hecho de subcontratar su propia actividad. Pongamos por ejemplo un supermercado que contrata con una empresa de telefonía la instalación de los teléfonos y para ello, ésta subcontrata a otra empresa o a un trabajador autónomo para que le ayude durante la realización de dicho trabajo en el supermercado. El supermercado es el empresario titular y la empresa de telefonía que además de tener a sus trabajadores en el centro, subcontrata a otra empresa o a un trabajador autónomo, pasa a ser el empresario principal respecto a dicha subcontrata.

Al respecto hay que considerar que la doctrina científica más autorizada, viene sosteniendo que el término “centro de trabajo” empleado por el artículo 24.3 de la LPRL es equivalente al de “lugar de trabajo”. Así lo entendió también el Tribunal Supremo en las sentencias referentes al centro de trabajo citadas anteriormente y lo reiteran entre otras, la Sentencia de 5 de abril de 2001 del TSJ de Aragón, en la que se matiza: *“El término «centro de trabajo de la empresa principal», a los efectos de lo dispuesto en los artículos 24.3 y 42.2 de la LPRL, debe entenderse como el lugar de trabajo de la empresa principal, lo que no exige que haya una organización empresarial específica en ese lugar, ni que el mismo esté dado de alta ante la autoridad laboral, pero sí que requiere que, si no se trata de una instalación propia de la empresa principal, sino de un tercero, que haya una efectiva presencia de la empresa principal en el lugar de trabajo”*.

Por tanto, una empresa pasará a ser empresario principal (correspondiéndole por ello el deber de vigilancia del artículo 10 del RD 171/2004), cuando haya sido contratada por un empresario titular para realizar una obra o servicio que no sea de su propia actividad, y dicha empresa a su vez, subcontrata su propia actividad con otra y se encuentra presente durante la realización de estos trabajos en el centro de trabajo (entendido en el sentido amplio como se acaba de argumentar).

De la misma forma, cuando una empresa contrata la realización de varias obras o servicios que no sean de su propia actividad de forma simultánea con varias empresas, si estas empresas contratistas a su vez subcontratan parte de estas actividades con otras empresas, pasan a ser empresarios principales de las respectivas subcontratas. En el ejemplo anterior, si el supermercado al mismo tiempo que contrata a la empresa de telefonía contrata también a una empresa instaladora del sistema de aire acondicionado, y estas dos empresas contratistas a su vez subcontratan parte de su trabajo con otras empresas o trabajadores autónomos, ambas pasan a ser empresarios principales de sus subcontratas, siendo como en el caso anterior el supermercado el empresario titular. Cada una de estas empresas deberá cumplir con las correspondientes obligaciones establecidas en el RD 171/2004 en función de la posición que ocupan, es decir como empresario titular o empresarios principales y en el caso de las subcontratas como empresas concurrentes.

Cuando se trata de la coordinación de actividades en el sector de la construcción, las medidas establecidas en el capítulo IV del RD 171/2004 para el empresario principal, de acuerdo con la disposición adicional primera (DA 1^a) del mismo reglamento, corresponden al contratista definido en el art. 2.1.h del RD1627/1997.

Finalmente, en referencia a las obligaciones del empresario principal en cualquier sector, cuando contrata o subcontrata una obra o servicio con una empresa extranjera que desplaza sus trabajadores a España de forma temporal en el marco de una prestación de servicios transnacional, éstas son las mismas independientemente de la nacionalidad de la empresa contratada o subcontratada. Por su parte, la empresa extranjera que desplaza a sus trabajadores, deberá cumplir con sus correspondientes obligaciones como empresa concurrente según el RD 171/2004, sin perjuicio de las obligaciones que le corresponden de acuerdo con la Ley 45/1999, de 29 de noviembre, sobre el desplazamiento de trabajadores en el marco de una prestación de servicios transnacional.

NORMATIVA

- (1) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- (2) Ley 14/1994, de 1 de junio, por la que se regulan las Empresas de Trabajo Temporal.
- (3) Ley 45/1999, de 29 de noviembre, sobre el desplazamiento de trabajadores en el marco de una prestación de servicios transnacional.
- (4) Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- (5) Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción .
- (6) Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo.
- (7) Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- (8) Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- (9) Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- (10) Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- (11) Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- (12) Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- (13) Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- (14) Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- (15) Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado.

Coordinación de actividades empresariales (II)

*Business activity coordination (II)
Coordination d'activités patronales (II)*

Redactores:

Yolanda Iranzo García
Licenciada en Bioquímica
Tomás Piqué Ardanuy
*Ingeniero Técnico Químico
Licenciado en Derecho*
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

La presente NTP como continuación de la anterior, está dedicada al estudio de los principales medios de coordinación, derechos de los representantes de los trabajadores en la coordinación, a cómo afecta la coordinación a los trabajadores autónomos y a las relaciones laborales a través de empresas de trabajo temporal, además de las responsabilidades e incumplimientos en esta materia y la importancia de la elaboración de procedimientos que faciliten y agilicen la coordinación interempresarial.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Complementada por las NTP 1052 y 1053.

1. MEDIOS DE COORDINACIÓN

Son todos los recursos que pueden emplearse en el centro de trabajo para llevar a cabo la coordinación de actividades empresariales. Se regulan en el Capítulo V del RD 171/2004 y concretamente el artículo 11 recoge una lista no exhaustiva de posibles medios de coordinación, que se resumen en la figura 1.

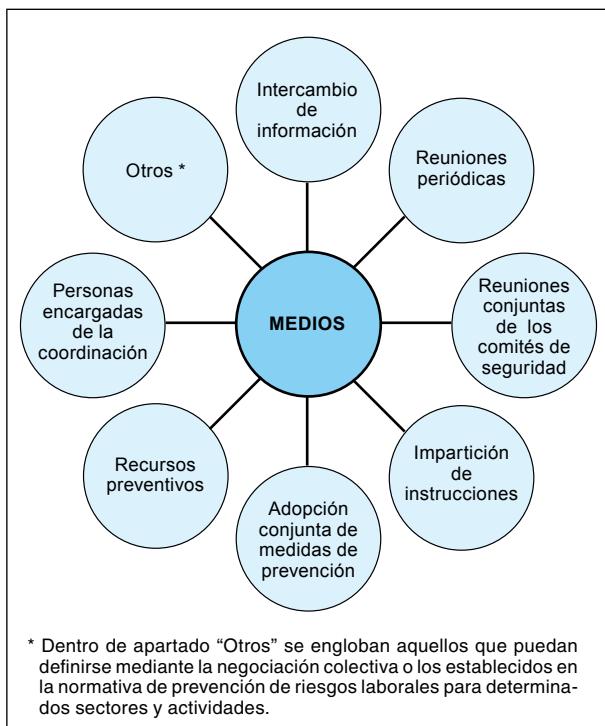


Figura 1. Medios de coordinación

A la hora de establecer los medios de coordinación hay que tener en cuenta que:

- La iniciativa para el establecimiento de los medios de coordinación corresponde al empresario titular o en su defecto, al empresario principal y se establecerán por las empresas concurrentes antes del inicio de las actividades
- Los medios de coordinación deberán actualizarse siempre que sea necesario y se revisará su efectividad durante todo el periodo en el que se requiera la coordinación.
- El medio de coordinación más adecuado dependerá en cada caso de la complejidad y grado de dificultad de cada actividad. Para ello, deben valorarse aspectos como la peligrosidad de las actividades (obviamente a mayor peligrosidad, más eficaces y complejos deben ser estos medios); así como las instalaciones y materiales empleados, la duración de dichas actividades y el número de trabajadores que pueden verse afectados.

Entre las posibilidades de este listado abierto que se detalla en el Cap V del RD 171/2004, se encuentra la designación de recursos preventivos y la de personas encargadas de la coordinación, que se describen de forma más detallada en los dos siguientes apartados.

A su vez, en esta materia el artículo 39.3 de la LPRL establece que a fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en esta Ley respecto de la colaboración entre empresas en los supuestos de desarrollo simultáneo de actividades en un mismo centro de trabajo, se podrá acordar la realización de reuniones conjuntas de los Comités de Seguridad y Salud o, en su defecto, de los Delegados de Prevención y empresarios de las empresas que carezcan de dichos Comités, u otras medidas de actuación coordinada. Es decir, regula la posibilidad de celebrar estas reuniones aunque lo menciona simplemente como una opción. Estas reuniones posteriormente se han incluido

en el artículo 11 del RD 171/2004 como uno de los diversos medios de coordinación existentes.

Recursos preventivos

La LPRL tras su modificación por la Ley 54/2003, incorpora mediante el artículo 32 bis la presencia del recurso preventivo. A esta figura nombrada por el empresario, se le atribuye la función de vigilar el cumplimiento y comprobar la eficacia de las actividades preventivas, como una medida preventiva complementaria a otras medidas técnicas tradicionales. Los recursos preventivos se regulan también en el artículo 22 bis del RD 39/1997 y cuyos aspectos más relevantes se reflejan en la tabla 1.

Se consideran recursos preventivos, de acuerdo con el artículo. 32 bis de la LPRL:

- a. Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- b. Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c. Uno o varios miembros del o los servicios de preventión ajenos concertados por la empresa.

Asimismo, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin estar incluido en ninguno de los tres apartados anteriores, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos que hacen necesaria su presencia y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. No obstante, podrán darse situaciones en las que por la peligrosidad de la actividad o las circunstancias en las que se desarrolle, puedan generarse riesgos de tal gravedad que resulte conveniente que el recurso preventivo disponga de unos conocimientos específicos e imprescindibles para la prevención de estos riesgos y poder así garantizar

la seguridad y salud de los trabajadores implicados en dichas actividades o puedan resultar afectados por las mismas. Por ejemplo, cuando deba existir un recurso preventivo en operaciones que impliquen el uso de máquinas que carezcan de declaración CE y la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada, que se regula en el art. 22.bis, apartado b.3 del RD 39/1997, dicho recurso deberá tener conocimientos específicos sobre la máquina en concreto, así como de sus partes y componentes, del procedimiento exacto para su correcto funcionamiento y de los riesgos concretos y de las medidas para proteger al trabajador teniendo en cuenta las particularidades de esa máquina en concreto, así como de su estado y de las características de la tarea u operación concreta a realizar

Todos estos aspectos relativos a la formación y capacitación de los recursos, vendrán recogidos en la planificación de la actividad preventiva.

En el mismo artículo 32 bis de la LPRL, se regula la necesidad de que los recursos preventivos sean suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia. Asimismo, el apartado 7 del artículo 22 bis del RD 39/1997, establece que la presencia de recursos preventivos en el centro de trabajo podrá también ser utilizada por el empresario en casos distintos de los previstos en el artículo 32 bis de la LPRL, siempre que sea compatible con el cumplimiento de sus funciones. Es decir, cuando no se encuentren desarrollando las labores de vigilancia previstas en el citado artículo 32 bis de la LPRL, podrán realizar otra actividad preventiva o productiva o incluso de forma simultánea con dichas funciones de vigilancia, siempre que éstas no se vean perjudicadas y así esté previsto en la planificación de la actividad preventiva o plan de seguridad y salud en su caso.

SE DEBE CONTAR CON LA PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS CUANDO:		
a) Los riesgos puedan verse agravados o modificados por la concurrencia de operaciones diversas y que requieran el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.	b) Se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales y detallados en el art. 22.bis.b) del RD 39/1997. En el caso, de las obras de construcción vienen recogidos en el art. 2.1.b) y Anexo II del RD 1627/1997*.	c) Se requiera por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, debido a las condiciones de trabajo detectadas**.
La evaluación de riesgos identificará estos riesgos en el primer caso y los trabajos del puesto vinculado a estas actividades o procesos peligrosos en el segundo. La forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos quedará determinada en la planificación de la actividad. Cuando se trate de obras de construcción viene determinado en el Plan de seguridad y salud.		En este caso, si la evaluación de riesgos no contempla las situaciones de riesgo detectadas, se procederá a su revisión, así como a la modificación de la planificación de la actividad preventiva correspondiente.
Cuando exista más de un recurso preventivo perteneciente a dos o más empresas, deben coordinarse entre sí.		
<p>* Según la Guía técnica del INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos laborales en las obras de construcción, se considera que un trabajo está incluido en el art. 2.1.b) si tras la aplicación de los principios de prevención, el riesgo continúa siendo de especial gravedad, lo que hace necesario adoptar medidas preventivas adicionales para evitar o minimizar la posibilidad de que un trabajador sufra un accidente grave. El hecho de que un trabajo no esté incluido en el anexo II no quiere decir que no pueda exponer a los trabajadores que lo realizan a un riesgo de especial gravedad. Es a través de la evaluación de los riesgos como se obtiene la información necesaria para tomar una decisión al respecto.</p> <p>** De acuerdo con los criterios técnicos de la propia Inspección, se podrá requerir su presencia cuando se considere que las medidas preventivas son insuficientes o inadecuadas para cumplir con los principios de la acción preventiva y no puedan adoptarse de forma inmediata, cuando ante actividades esporádicas o excepcionales no haya control absoluto de los riesgos o en caso de trabajos de menores de edad, trabajadores especialmente sensibles o trabajadores de reciente incorporación, etc. En todo caso, se requerirá obligatoriamente cuando exista normativa específica aplicable que así lo establezca.</p>		

Tabla 1. Presencia de recursos preventivos

Los recursos preventivos por tanto, son preceptivos en determinados supuestos para ejercer esta labor de vigilancia, la cual deberán llevar a cabo de la forma prevista en los punto 4, 5 y 6 del artículo 22 bis del RD 39/1997. En el resto de los casos, el RD 171/2004, estable la posibilidad de optar por esta figura como medio de coordinación de las actividades empresariales. Por ello, habrá situaciones en las que pueden coincidir en el mismo recurso preventivo las funciones previstas en ambos reglamentos.

Un sector aparte es el de la construcción, en el que de acuerdo con la Disposición Adicional decimocuarta (DA 14^a) de la LPRL, la presencia de los recursos preventivos le corresponde a cada contratista, es decir a la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato. El objetivo fundamental de esta figura en la obra, será la de vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas, sin perjuicio de las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. El propio plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.

En este sector, según la DA 1^a del RD 171/2004 los medios de coordinación, serán los establecidos en el RD 1627/1997 y en la DA 14^a de la LPRL, además de otros complementarios que puedan establecer las empresas concurrentes en cada obra.

Coordinador de las actividades preventivas

Dentro del listado no exhaustivo de la relación de medios de coordinación del artículo 11 del RD 171/2004, se incluye en último lugar la designación de una o más personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas.

En los artículos 13 y 14 del mismo reglamento, se desarrolla los aspectos relativos a su designación, cuándo y quién, así como sus funciones y facultades.

Concretamente en el punto 1 del artículo 13, se especifica que se considerará medio de coordinación preferente cuando concurren dos o más de cuatro condiciones que en el citado artículo se enumeran y explicitan

Hay que tener en cuenta que en estas circunstancias señaladas derivadas de la concurrencia de actividades empresariales, se requiera la preceptiva presencia de recursos preventivos de acuerdo con lo ya visto el apartado anterior, por lo que en este caso, el artículo 13.4 de este reglamento prevé que cuando los recursos preventivos de la empresa a la que pertenezcan deban estar presentes en el centro de trabajo, podrán ser igualmente encargadas de la coordinación de actividades preventivas, siempre que ello sea compatible con la totalidad de las funciones encomendadas y se trata de las personas mencionadas en el apartados a) a d) del punto 3 del mismo artículo y que más adelante se analiza.

Se añade además, dentro del mismo artículo 13, que cuando existan razones técnicas u organizativas justificadas, la designación de una o más personas encargadas de las actividades preventivas podrá sustituirse por cualquier otro medio de coordinación que garanticen el cumplimiento de los objetivos de la coordinación.

Habitualmente, suele entenderse que concurren razones técnicas cuando se produzcan cambios, entre otros, en el ámbito de los medios o instrumentos de producción y razones organizativas cuando se produzcan cambios, entre otros, en el ámbito de los sistemas y métodos de trabajo del personal.

El punto 3 del artículo 13 del reglamento contempla que personas podrán ser encargadas de la coordinación de las actividades preventivas, enumerando seis situaciones posibles.

El reglamento dedica el artículo 14 para regular las funciones y facultades del encargado de coordinación que se representan en la tabla 2.

Cuando los medios de coordinación establecidos sea la designación de un encargado de la coordinación, al igual que si se opta por un recurso preventivo, el empresario, cumpliendo con lo señalado en el artículo 12.3 del RD 171/2004, facilitará a todos los trabajadores los datos necesarios para permitirles su identificación.

FUNCIONES DEL ENCARGADO DE COORDINACIÓN			
Favorecer el cumplimiento de los objetivos de la coordinación de actividades, previstos en el artículo 3 del reglamento.	Servir de cauce para el intercambio de las informaciones que deban intercambiarse las empresas concurrentes en el centro de trabajo.	Cualesquiera otras encomendadas por el empresario titular del centro de trabajo.	
FACULTADES DEL ENCARGADO DE COORDINACIÓN			
Conocer las informaciones que deban intercambiarse las empresas concurrentes, así como cualquier otra documentación preventiva que sea necesaria para el desempeño de sus funciones.	Acceder a cualquier zona del centro de trabajo.	Impartir a las empresas concurrentes las instrucciones que sean necesarias para el cumplimiento de sus funciones.	Proponer a las empresas concurrentes la adopción de medidas para la prevención de los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores presentes.
PARA ELLO LAS PERSONAS ENCARGADAS DE LA COORDINACIÓN DEBEN:			
Estar presentes en el centro de trabajo durante el tiempo que sea necesario para el cumplimiento de sus funciones.		Contar con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel intermedio*.	
<p>* En aquellas situaciones descritas anteriormente en las que puedan coincidir en la misma persona las funciones de encargado de coordinación y de recurso preventivo, la formación de prevención de nivel básico que como recurso preventivo podría ser suficiente, no lo será al ejercer también como encargado de coordinación, debiendo en este caso de disponer al menos de una formación de nivel intermedio.</p>			

Tabla 2. Funciones y facultades del encargado de coordinación

Los trabajadores por su parte, dentro de las obligaciones en materia preventiva acuerdo con el artículo 29 de la LPRL, les corresponde velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos u omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario, además de cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores. Para ello, deberán cumplir entre otras, las órdenes impartidas por las personas encargadas de la coordinación.

Finalmente en referencia al encargado de la coordinación, conviene matizar que es una figura totalmente diferente a la del coordinador de seguridad y salud en las obras de construcción, por lo que no deben confundirse.

El coordinador de seguridad y salud en las obras de construcción viene regulado en el artículo 3 del RD 1627/1997 al indicar que, cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. La misma obligación existe, cuando en la fase de proyecto interviene más de un proyectista, denominándose en este caso coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra. Cuando proceda, la designación de ambos coordinadores podrá recaer en la misma persona.

Entre las funciones que le encomienda el artículo 9 del mismo RD 1627/1997, se encuentra la de organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la LPRL, aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo, así como coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo y para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva regulados en el artículo 15 de la LPRL.

2. DERECHOS DE LOS REPRESENTANTES DE LOS TRABAJADORES EN LA COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES

El capítulo VI del RD 171/2004 regula los derechos de consulta y participación que tienen los trabajadores a través de sus representantes, en relación a la coordinación de actividades empresariales. La representación legal de los trabajadores en materia de seguridad y salud de acuerdo con el capítulo V de la LPRL, se canaliza a través de los delegados de prevención, designados por y entre los representantes del personal, y los comités de seguridad y salud en las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

Los derechos y facultades de los delegados de prevención o, en su defecto, de los representantes legales de los trabajadores en relación con la aplicación del RD. 171/2004 se encuentran definidas y enumeradas en el artículo 15 del mismo.

Asimismo, otros artículos del RD 171/2004 ya vistos anteriormente, se refieren a los representantes de los trabajadores, como el artículo 4.5 relativo al deber de

información de los empresarios a sus trabajadores de los riesgos derivados de la concurrencia de actividades, el artículo 9.3, sobre la obligación de información e instrucciones del empresario titular del centro, o el artículo 12.3 sobre la información de los empresarios concurrentes a sus trabajadores sobre los medios de coordinación establecidos, ya que toda esta información e instrucciones en su caso, cuando las empresas cuenten con representantes de los trabajadores, se facilitará a través de los mismos, en los términos previstos en el artículo 18.1 de la LPRL.

Por su parte, los comités de seguridad y salud de las empresas concurrentes o, en su defecto, los empresarios que carezcan de dichos comités y los delegados de prevención podrán acordar la realización de reuniones conjuntas u otras medidas de actuación coordinada, en particular cuando, por los riesgos existentes en el centro de trabajo que incidan en la concurrencia de actividades, se considere necesaria la consulta para analizar la eficacia de los medios de coordinación establecidos por las empresas concurrentes o para proceder a su actualización.

Es decir, estas reuniones de los comités o delegados de prevención en su defecto, es uno de los medios de coordinación posibles a adoptar de acuerdo con el artículo 11 del mismo reglamento y ya expuestos en el apartado "medios de coordinación".

3. TRABAJADORES AUTÓNOMOS Y LA COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

El artículo 3.1 de la LPRL al delimitar su ámbito de aplicación, regula textualmente: "... Ello sin perjuicio de los derechos y obligaciones que puedan derivarse para los trabajadores autónomos". Por tanto, los trabajadores autónomos no se encuentran dentro de su ámbito de aplicación de forma genérica, pero si que se les reconoce que pueden tener ciertos derechos y obligaciones en materia de seguridad y salud. Este es el caso del de las obligaciones en la coordinación de actividades empresariales, tal y como se establece en el artículo 24 de la LPRL y se desarrolla en el RD 171/2004. Según estas normas, la obligación de la coordinación de las actividades resulta de aplicación también a los trabajadores autónomos, de la misma forma que a las empresas cuyos trabajadores desarrollen actividades en un mismo centro de trabajo.

En referencia a esta obligación, a nivel normativo debe destacarse los siguientes preceptos:

- Artículo 24.5 de la LPRL: "*Los deberes de cooperación y de información e instrucción recogidos en los apartados 1 y 2 serán de aplicación respecto de los trabajadores autónomos que desarrollen actividades en dichos centros de trabajo*".
- Artículo 4.2 del RD 171/2004, sobre las obligaciones de las empresas en caso de concurrencia: "*El deber de cooperación será de aplicación a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos*".
- Artículo 9.4 del RD 171/2004 sobre las obligaciones de los empresarios en caso de concurrencia cuando exista un empresario principal: "*Las medidas a que se refieren los apartados anteriores serán de aplicación a todas las empresas y trabajadores autónomos que desarrollen actividades en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre el empresario titular y ellos*". (Estas medidas se basan en tener en cuenta la

información recibida y cumplir con las instrucciones facilitadas por el empresario titular).

- Artículo 12.1.d del RD 1627/1997 sobre las obligaciones de los **trabajadores autónomos** en las obras de construcción: “Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la LPRL, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido”.
- Artículo 8.3 de la Ley 20/2007 sobre la prevención de riesgos laborales en los trabajadores autónomos: “Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades **trabajadores autónomos** y trabajadores de otra u otras empresas, así como cuando los trabajadores autónomos ejecuten su actividad profesional en los locales o centros de trabajo de las empresas para las que presten servicios, serán de aplicación para todos ellos los deberes de cooperación, información e instrucción previstos en los apartados 1 y 2 del artículo 24 de la LPRL”:

Se entiende por trabajador autónomo de acuerdo con el artículo 1 de la Ley 20/2007, toda aquella persona física que realice de forma habitual, personal, directa, por cuenta propia y fuera del ámbito de dirección y organización de otra persona, una actividad económica o profesional a título lucrativo, dí o no, ocupación a trabajadores por cuenta ajena. Se incluyen también en esta definición a sus familiares que no tengan la condición de trabajadores por cuenta ajena, conforme a lo establecido en el artículo 1.3.e del RDL 1/1995.

En el ámbito concreto del sector de la construcción, el artículo 2.1. j del RD 1627/1997 define al trabajador autónomo como la persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Al considerar a los trabajadores autónomos hay que diferenciar entre dos situaciones, cuando éstos no tienen trabajadores por cuenta ajena o cuando ocurre lo contrario, en cuyo caso pasan a tener la consideración de empresarios de acuerdo con la definición del artículo 1.2 del RDL 1/1995 (todas las personas, físicas o jurídicas, o comunidades de bienes que reciban la prestación de servicios de trabajadores por cuenta ajena).

Cuando se trate de un trabajador autónomo que disponga de trabajadores asalariados, se considerará como una empresa más, a las que alude el artículo 24 de la LPRL y el RD 171/2004; o como un contratista y subcontratista más, a efectos del RD 1627/1997 o de la Ley 32/2006, tal y como se especifica en estas mismas normas. Al considerarse como una empresa y no como un trabajador autónomo, éstos tendrán todas las obligaciones en materia de seguridad y salud respecto a sus trabajadores, que establece la LPRL y normativa de desarrollo para cualquier empresario.

Cuando se trate de un trabajador autónomo como tal (es decir cuando no dispone de trabajadores por cuenta ajena), que concurre en un centro de trabajo con otras empresas o trabajadores autónomos, tiene una serie de obligaciones y derechos en materia de coordinación; debe comunicar e informar al resto de empresas y trabajadores autónomos presentes en el centro, de los riesgos que pueden generar con su actividad en ese centro, de todo accidente sufrido como consecuencia de los riesgos de las actividades concurrentes, así como de toda situación de emergencia que puede afectar a la seguridad y salud

de los trabajadores de otras empresas o trabajadores autónomos concurrentes. Esta información se efectuará según lo indicado anteriormente en el apartado de la obligación de información de las empresas concurrentes. A su vez, debe recibir la correspondiente información del resto de empresas o trabajadores autónomos concurrentes, así como la información e instrucciones facilitadas por el empresario titular o principal cuando corresponda. Tras este intercambio de información, deberá cumplir con sus correspondientes obligaciones, es decir en tener cuenta la información recibida, adoptar los medios de coordinación necesarios y cumplir con las instrucciones facilitadas por el empresario titular o principal en su caso.

Cuando una empresa contrate con trabajadores autónomos la realización de obras o servicios correspondientes a la propia actividad de aquéllas, y que se desarrolle en sus propios centros de trabajo, el empresario principal deberá vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por estos trabajadores, según el punto 4 del mismo artículo 8 de la Ley 20/2007, en coherencia con el artículo 24.3 de la LPRL que regula esta misma obligación para cuando se trate de la contratación o subcontratación de otras empresas.

Al respecto, hay que tener en cuenta que en el artículo 5.b de la Ley 20/2007 dentro de las obligaciones del trabajador autónomo, se encuentra la de cumplir con las obligaciones en materia de seguridad y salud laborales que la ley o los contratos que tengan suscritos les impongan, así como seguir las normas de carácter colectivo derivadas del lugar de prestación de servicios. Asimismo, estos trabajadores ostentan el correlativo derecho a su integridad física y a una protección adecuada de su seguridad y salud en el trabajo, según el artículo 4.3.e de la misma Ley.

En el caso de que se contrate a un trabajador autónomo que deba operar con maquinaria, equipos, productos, materias o útiles proporcionados por la empresa para la que ejecutan su actividad profesional, pero no realice esa actividad en el centro de trabajo de tal empresa, el artículo 8.5 de la Ley 20/2007 regula la obligación de la empresa principal de facilitarle la información necesaria para que la utilización y manipulación de todos estos medios se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, de forma paralela a lo que regula el artículo 24.4 de la LPRL cuando remite al último párrafo del artículo 41 de la misma Ley en referencia a las empresas contratadas y subcontratadas.

Con la Ley 20/2007 se introduce la figura del autónomo económico dependiente (TRADE), que es un trabajador que como su propio nombre indica, mantiene una dependencia económica con la empresa que le contrata. Ello no debe suponer que se mantenga además una dependencia organizativa ni que exista una ajenidad, ya que en este caso pasaría a considerarse un trabajador por cuenta ajena y no un autónomo. Concretamente, la Ley 20/2007 los define como aquéllos que realizan una actividad económica o profesional a título lucrativo y de forma habitual, personal, directa y predominante para una persona física o jurídica, denominada cliente, del que dependen económicamente por percibir de él, al menos, el 75 % de sus ingresos por rendimientos de trabajo y de actividades económicas o profesionales. Para ello, deberán reunir simultáneamente las condiciones establecidas en el artículo 11.2 de la citada Ley.

No existe actualmente una regulación normativa específica en seguridad y salud para este tipo de trabajadores, más allá del artículo 4.3.d del RD 197/2007, de 23 de febrero, por el que se desarrolla el Estatuto del Trabajo

Autónomo en materia de contrato del TRADE, que especifica que en el contenido del contrato se podrá estipular la manera en que las partes mejorarán la efectividad de la prevención de riesgos laborales, más allá del derecho de estos trabajadores a su integridad física y a la protección adecuada de su seguridad y salud en el trabajo, así como su formación preventiva de conformidad con en el artículo 8 de la Ley 20/2007.

En cualquier caso, como trabajadores autónomos que son, de acuerdo con el artículo 2.2.d de la misma, les resulta de aplicación lo establecido en el citado artículo 8, ya detallado anteriormente.

4. LA COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES EN LAS EMPRESAS USUARIAS (EU) RESPECTO A LOS TRABAJADORES CEDIDOS POR EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL (ETT)

De acuerdo con el artículo 43 del RDL 1/1995, la contratación de trabajadores para cederlos temporalmente a otra empresa sólo podrá efectuarse a través de ETT debidamente autorizadas en los términos que legalmente se establezcan. Esta regulación se efectúa mediante la Ley 14/1994, de 1 de junio, por la que se regulan las Empresas de Trabajo Temporal, cuyo artículo 1 define a estas empresas como aquéllas cuya actividad consiste en poner a disposición de otra EU, con carácter temporal, trabajadores por ellas contratados.

Esta situación supone ciertas peculiaridades en materia de seguridad y salud debido a la integración en la EU del trabajador cedido. Por ello, la coordinación a llevar a cabo respecto a las tareas realizadas por estos trabajadores, no será exactamente igual a la prevista en el artículo 24 de la LPRL y del RD 171/2004 para la concurrencia de actividades empresariales, ya que la dirección y el control de su actividad mientras están cedidos, le corresponde a la EU y no a la ETT.

Estos trabajadores deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la EU, tal y como ha previsto

la LPRL en su artículo 28 mediante la concreción de una serie de obligaciones para ambas empresas que se desarrollan en el RD 216/1999. Estas obligaciones se resumen en la tabla 3, siguiendo el mismo orden cronológico previsto en el RD 216/1999.

Cuando con la EU concurren otras empresas, ésta actuará como empresario concurrente (si la EU se desplaza junto con este trabajador cedido a otro centro de trabajo para prestar sus servicios), ó como empresa titular o principal según el caso (si es la EU quien contrata o subcontrata a otras empresas para realizar obras y servicios en su centro de trabajo, ya sea de distinta o de su propia actividad). En base a la condición que ostente la EU de las tres citadas, deberá cumplir con las correspondientes obligaciones vistas en otros apartados de esta NTP. Concretamente, respecto a los trabajadores cedidos deberá garantizar de igual forma que al resto de trabajadores de su plantilla, tal como se refleja en la tabla 4.

El artículo 5.2 del RD 216/1999, establece que en los supuestos de coordinación de actividades empresariales a los que se refiere el artículo 24 de la LPRL, se deberá tener en cuenta la incorporación en cualquiera de las empresas concurrentes de trabajadores puestos a disposición por una ETT. Asimismo, el artículo 6.3 de la misma norma regula que los trabajadores designados o en su caso, los servicios de prevención de la ETT y de la EU deberán coordinar sus actividades a fin de garantizar una protección adecuada de la salud y seguridad de los trabajadores puestos a disposición. En particular, deberán transmitirse cualquier información relevante para la protección de la salud y la seguridad de estos trabajadores.

Por tanto, cuando en una EU existen trabajadores cedidos por una ETT, pueden darse dos tipos de actuaciones de coordinación, una entre los servicios de prevención de la EU y de la ETT de acuerdo con el artículo 28 LPRL y artículo 6.3 del RD 216/1999; y otra cuando además la EU concurre con otras empresas en su propio centro o en el de un tercero y esta concurrencia afecte al trabajador cedido. Deberá haber en este caso una coordinación entre la EU y las otras empresas, de acuerdo con el artículo 24 LPRL y el RD 171/2004.

A) OBLIGACIONES PREVIAS AL INICIO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEL TRABAJADOR				
1. La EU	Realizar Evaluación de Riesgos del puesto a cubrir.		Facilitar la información prevista en el art. 2 a la ETT.	
2. La ETT	Asignar el puesto a un trabajador idóneo.	Facilitar al trabajador la información de la EU		Cumplir con las obligaciones de formación y vigilancia de la salud previstas en el art. 3.
		Acreditar documentalmente estas obligaciones.		
3. La EU	Asegurarse que el trabajador cedido está informado, formado y dispone de la aptitud médica.	Informar al trabajador de los riesgos del centro y del puesto, medidas preventivas y de emergencia, así cualquier otra información necesaria en materia de seguridad y salud.	Informar a los delegados de prevención, al servicio de prevención o trabajadores designados de la próxima incorporación del trabajador cedido.	
B) OBLIGACIONES DESDE EL INICIO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEL TRABAJADOR				
4. La EU	Asegurar al trabajador cedido el mismo nivel de protección que al resto de trabajadores de la empresa.	Computar a estos trabajadores al organizar los recursos para desarrollar las actividades preventivas.	En los supuestos del art. 24 LPRL, tener en cuenta la incorporación en cualquiera de las empresas concurrentes de trabajadores puestos a disposición por una ETT.	Informar a la ETT de los resultados de la evaluación de riesgos que afecten a trabajadores cedidos.
5. La ETT	Realizar la vigilancia de la salud periódica teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de riesgos, para garantizar la aptitud médica del trabajador.		Notificar a la autoridad laboral los accidentes de los trabajadores cedidos en la EU, así como efectuar la investigación de las causas conjuntamente con la EU.	

Tabla 3. Obligaciones de la ETT y de la empresa usuaria

OBLIGACIONES DE LA EU EN MATERIA DE COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES RESPECTO A LOS TRABAJADORES CEDIDOS POR UNA ETT			
Informarles	De los riesgos derivados de la concurrencia	De las medidas de prevención	De las medidas de emergencia
Comunicarles	La información recibida de otras empresas, así como cuando proceda la información e instrucciones recibidas del empresario titular del centro de trabajo		
Contar con estos trabajadores	En la elección y puesta en marcha de los medios de coordinación		
Informarles	De los medios de coordinación establecidos, identificando al coordinador de las actividades preventivas, en los casos en que se haya designado		

Tabla 4. Obligaciones de la EU en materia de coordinación de actividades empresariales respecto a los trabajadores cedidos por una ETT

5. INCUMPLIMIENTOS Y RESPONSABILIDADES EN LA COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de coordinación de actividades empresariales vistas a lo largo de la presente NTP, dará lugar a las responsabilidades administrativas, así como, en su caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse, tal y como regula el artículo 42.1 de la LPRL para los incumplimientos de prevención de riesgos laborales en general, por parte de cualquier empresario que disponga de trabajadores por cuenta ajena, a los que deberá garantizar su seguridad y salud.

Las infracciones administrativas en materia de coordinación de actividades empresariales vienen tipificadas como graves o muy graves, en los artículos 12 y 13 del Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (LISOS), respectivamente, tal y como se muestran en la tabla 5.

En cambio, cuando se comentan estas mismas infracciones pero se trate de actividades reglamentariamente consideradas como peligrosas o con riesgos especiales, las infracciones pasan a calificarse como MUY GRAVES, según los puntos 7 y 8.a del artículo 13 de la LISOS. Se consideran actividades que pueden suponer la comisión de una infracción muy grave, de acuerdo con la DA 12 del RD 39/1997, las incluidas en el Anexo I del mismo RD, siempre que en su realización concurra con alguna de las siguientes situaciones:

a. Una especial dificultad para controlar las interacciones de las diferentes actividades desarrolladas en el centro de trabajo que puedan generar riesgos calificados como graves o muy graves.

- b. Una especial dificultad para evitar que se desarrollen en el centro de trabajo, sucesiva o simultáneamente, actividades incompatibles entre sí desde la perspectiva de la seguridad y la salud de los trabajadores.
- c. Una especial complejidad para la coordinación de las actividades preventivas como consecuencia del número de empresas y trabajadores concurrentes, del tipo de actividades desarrolladas y de las características del centro de trabajo.

Además de estas responsabilidades exigibles a cada empresa concurrente individualmente según proceda, cuando se contrata o subcontrata la propia actividad, el artículo 42.3 del RDL 5/2000 establece para la empresa principal, una responsabilidad solidaria del cumplimiento de las obligaciones en materia de prevención por parte de las empresas contratadas o subcontratadas, siempre que:

- Exista una contrata o subcontrata de obras o servicios que se corresponda con los de su propia actividad.
- La infracción se produzca durante el periodo de contrata o subcontrata y en su centro de trabajo.
- Este mismo artículo considera que los pactos que se establezcan entre empresas con objeto de eludir, en fraude de ley, estas responsabilidades son nulos y no producirán efecto alguno. La LISOS prevé a su vez, una infracción muy grave cuando se suscriban este tipo de pactos.

La responsabilidad solidaria también puede proceder en el pago del recargo de las prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social derivadas de un accidente de trabajo o una enfermedad profesional de un trabajador por cuenta ajena (de un 30 a un 50% según la gravedad de la falta), siempre que se determine que las lesiones se han producido por falta de medidas de seguridad y salud, según lo previsto en el artículo 123 del Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el

INFRACCIONES GRAVES		
art. 12.13 LISOS	Para todos los empresarios y los trabajadores por cuenta propia que desarrollos actividades en un mismo centro de trabajo o los empresarios a que se refiere el art. 24.4 de la LPRL	No adoptar las medidas de cooperación y coordinación necesarias para la protección y prevención de riesgos laborales
art. 12.14 LISOS	Para el empresario titular del centro de trabajo	No adoptar las medidas necesarias para garantizar que aquellos otros que desarrollos actividades en el mismo reciban la información y las instrucciones adecuadas sobre los riesgos existentes y las medidas de protección, prevención y emergencia, en la forma y con el contenido establecidos en la normativa de prevención de riesgos laborales

Tabla 5. Infracciones graves en materia de coordinación de actividades empresariales

Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social, y siempre que el empresario que responde solidariamente se considere empresario “infractor”.

Es decir, en la responsabilidad del pago de este recargo puede determinarse, que además de ser sujeto infractor y por tanto responsable el empresario vinculado contractualmente con el trabajador accidentado que ha incumplido la normativa en prevención de riesgos (como puede ser el empresario de un trabajador de una subcontrata), lo sean también aquellos otros empresarios que hubieran incumplido alguna de las obligaciones preventivas que les correspondían (como pueden ser las relativas a la coordinación de actividades empresariales por parte del empresario titular o principal), siempre que su incumplimiento sea la causa del daño producido al trabajador accidentado. En estas situaciones estos empresarios pasan a ser sujetos infractores y responden solidariamente de dicho pago.

En el caso concreto de las relaciones de trabajo mediante una ETT, el responsable directo del pago del recargo es la empresa usuaria, según prevé el artículo 43.3 de la LISOS, sin perjuicio de la posible responsabilidad solidaria de la ETT, por los incumplimientos de las obligaciones que le corresponden como tal, siempre que éstos hubieran ocasionado el accidente.

6. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE LA COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

El artículo 16 de la LPRL hace referencia a la obligación de que todas las empresas dispongan de un plan de prevención de riesgos laborales que contenga la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción de prevención de riesgos en la empresa, en los términos que reglamentariamente se establezcan. El art. 2.2 del RD 39/1997 al desarrollar el contenido del plan, hace alusión en su apartado C, a los procedimientos organizativos existentes en la empresa, en relación con la prevención de riesgos laborales. Dentro de estos procedimientos, puede situarse el de coordinación de actividades empresariales.

La elaboración de un procedimiento sobre la coordinación de actividades preventivas por parte de cada empresa, ayuda a planificar cuidadosamente esta coordinación, evitando fallos frecuentes debidos a una escasa comunicación, así como las improvisaciones y los errores. Además, este procedimiento permite agilizar y asegurar el conocimiento y cumplimiento de todas las actuaciones que se deben llevar a cabo de acuerdo con el art. 24 de la LPRL, así como con el RD 171/2004, y en definitiva garantizar las medidas de prevención necesarias para todos trabajadores de cualquier centro de trabajo, en el que existan posibles interacciones e incompatibilidades de las actividades por parte de diversas empresas o trabajadores autónomos concurrentes, siempre que puedan generar riesgos para la seguridad y salud de cualquier trabajador que se encuentre presente.

Para realizar un procedimiento de este tipo, cada empresa deberá plasmar por escrito la secuencia de las acciones y trámites a seguir para coordinar las actividades empresariales en su centro de trabajo. Para ello, deberá tener en cuenta tanto sus características y particularidades propias, como el sector, actividades del centro, tamaño, organización de la prevención, sistema de gestión de prevención, etc. de forma que redacte su propio

procedimiento específico en materia de coordinación que le resulte útil, en función de si actúa como empresa concurrente, empresario titular o principal.

En el procedimiento se podrá seguir el esquema habitual con los mismos apartados contenidos en cualquier otro procedimiento de gestión de la prevención de riesgos laborales o de otros sistemas de gestión, como calidad y medioambiente, que disponga la empresa. Estos procedimientos suelen contener apartados como; objetivo, alcance, desarrollo, responsables, documentación, etc.

Es importante definir los registros correspondientes a llenar en cada caso, previamente diseñados por la empresa, establecer la ubicación, archivo y control de toda la documentación derivada de la gestión de la coordinación, así como la forma de implantación y divulgación del procedimiento para garantizar el conocimiento y efectividad del mismo por parte de todos los sujetos afectados.

A la hora de redactar el procedimiento es conveniente que la empresa tenga en cuenta las siguientes recomendaciones, con el fin de mejorar la organización de la coordinación interempresarial:

- Debe exigirse que la información de los riesgos sea lo más concreta posible, es decir las empresas no pueden limitarse a entregar una fotocopia de parte de la evaluación inicial de riesgos que ya disponen por puesto de trabajo, si no que debe informarse sólo de los riesgos y medidas de las actividades a realizar en el centro que puedan afectar a las otras empresas, particularmente los que puedan verse agravados o modificados por circunstancias derivadas de la concurrencia de actividades.
- Debe preverse que las empresas actualizarán la información sobre los riesgos que aporta cada empresa a la situación de concurrencia, cuando existan cambios en los procedimientos de trabajo, uso de equipos o materiales u otras circunstancias y que sean relevantes para la coordinación.
- Debe garantizarse que cada empresa informa a sus respectivos trabajadores de los nuevos riesgos generados con la concurrencia y medidas preventivas correspondientes, así como de las actuaciones en caso de emergencia, tras haber tenido en cuenta en su evaluación y planificación, toda la información recibida sobre los riesgos generados por otras empresas concurrentes.
- Es recomendable efectuar siempre el intercambio de información, instrucciones y documentación dejando constancia por escrito, incluso cuando se informe sobre riesgos que no sean graves o muy graves.
- Es conveniente registrar por escrito no sólo el nombre del encargado de coordinación cuando exista, sino también otra información como el cargo y puesto de trabajo, horario, formación preventiva que dispone, así como todas las funciones que se le atribuyen.
- La empresa titular/principal deberá hacer un seguimiento de las potenciales contratas, estableciendo una valoración de las mismas basándose en una serie de requisitos de seguridad y salud exigibles. Esta valoración deberá ser revisada periódicamente teniendo en cuenta el resultado de los trabajos ya realizados. Algunos de los requisitos de seguridad y salud a tener en cuenta serían: existencia de una política preventiva que debe formar parte del Plan de Prevención de Riesgos Laborales en la que se garantice la integración de la prevención en todos los niveles jerárquicos y en cada una de las actividades que se realizan, la evaluación de riesgos y la correspondiente planificación

preventiva y una organización acorde a la actividad, cualificación del personal en prevención de riesgos laborales, resultados de la siniestralidad laboral, resultados de auditorías de prevención realizadas, etc. (Algunos de estos documentos se exigirán obligatoriamente para poder iniciar los trabajos, por parte de la empresa principal a quien le corresponde la vigilancia del cumplimiento de la normativa preventiva de las contratas y subcontratas, según el art. 10 del RD 171/2004). Posteriormente, se valorarán las ofertas recibidas contratando la más adecuada, en términos técnicos, organizativos y económicos.

- El contrato firmado con las contratas o subcontratas debe contener una cláusula específica sobre la obligatoriedad del contratista a cumplir con lo requerido en materia de seguridad y salud laboral por las normas internas de la empresa contratante, cuando éstas concreten o maticen la aplicación puntual en la empresa de las exigencias legales o vayan más allá de tales exigencias. El contrato debería especificar claramente la facultad de la empresa principal para su rescisión en caso de incumplimientos graves o repetidos de las dichas obligaciones, aunque no debe confundirse con cualquier otro pacto entre empresas en fraude de ley para eludir las responsabilidades correspondientes establecidas en el art. 43.2 de LISOS, cuyo hecho está tipificado como una infracción muy grave en la misma norma.
- En algunas empresas resulta muy útil elaborar un procedimiento con diferentes actuaciones a llevar a cabo en función del tipo de contratista implicado en la coordinación. Es decir, se efectúa previamente una

clasificación del contratista en alguna de las 2 o 3 categorías que tiene definidas la empresa. Por ejemplo podrían considerarse de categoría 1 las empresas que se contratan para realizar actividades que generarán riesgos importantes y que además permanecerán en el centro con una frecuencia elevada, como pueden ser determinadas tareas de mantenimiento o descarga de determinados productos químicos de uso frecuente.....etc. Podrían incluirse dentro de otra categoría 2 las actividades peligrosas con menor frecuencia o actividades menos peligrosas pero con una presencia habitual como la contratación de un servicio de vigilancia o de limpieza del local. Para cada categoría de contratas o subcontratas se deben prever la secuencia de actuaciones a seguir por parte de ambas empresas con el fin de garantizar la coordinación de las actividades y el responsable de las mismas, teniendo en cuenta si se trata de propia actividad o no, así como los específicos medios de coordinación elegidos, los documentos o registros concretos a llenar, etc. En función del tipo de empresa y de actividades que suelen contratarse o subcontratarse en la misma, este puede ser un tipo de procedimiento muy adecuado y provechoso para implantar.

Puede obtenerse más información sobre los procedimientos para la gestión de la coordinación, en la publicación del INSHT, "Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales en la Pequeña y Mediana Empresa", 3^a edición, dentro del capítulo 9, concretamente en el apartado tercero sobre coordinación interempresarial, en el que se incluye además un ejemplo de ficha para llevar a cabo la gestión preventiva de las contratas.

NORMATIVA

La normativa relacionada es además de la descrita en la NTP 918, la siguiente:

- (1) Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- (2) Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (LISOS).
- (3) Real Decreto 197/2009, de 23 de febrero, por el que se desarrolla el Estatuto del Trabajo Autónomo.

La formación inicial universitaria de maestros/as de educación infantil y primaria en PRL

*La formation universitaire initiale de maîtres d'éducation infantile et d'enseignement primaire en PRL
Initial university training of teachers of early childhood education and primary education in OSH*

Redactores:

Antonio Burgos García

Dr. Pedagogía

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Jaume Llacuna Morera

Dr. Filosofía y Letras

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Para que pueda producirse de manera constatable la famosa “cultura de prevención” debe actuarse sobre la escuela. Esto es bien sabido, pero no lo es tanto que dicha actuación parte de una eficaz enseñanza de los profesores de infantil y primaria que son, precisamente, los transmisores de las actitudes y conocimientos de los alumnos. Se pretende estudiar como debería abordarse este tema en la enseñanza universitaria de los maestros.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Abordar la Prevención de Riesgos Laborales desde una perspectiva formativa e integradora en los comportamientos y actitudes del conjunto de la sociedad pasa por la necesidad de ser insertada en los currículums de enseñanza-formación de nuestros alumnos y alumnas inmersos en nuestro sistema educativo. La formación inicial del profesorado desarrollada en los planes de estudio universitarios es una variable que asegura la calidad institucional del sistema educativo y el propio desarrollo profesional. Además, el nuevo contexto por el que pasa la sociedad actual en materia de prevención de riesgos laborales, obliga a un proceso de socialización y perfeccionamiento continuo que debe iniciarse desde el primer año de vida laboral del docente. La formación, y especialmente la inicial de carácter didáctico, se ha convertido en una necesidad inesquitable. En este sentido, desde el inicio de la etapa educativa obligatoria, es necesaria la formación e integración de la cultura preventiva en la educación superior y concretamente en la formación de los futuros docentes.

Uno de los *objetivos principales* de la Universidad de cara a los planes de estudios de las titulaciones de magisterio en la especialidad de Infantil y Primaria es conocer las carencias y demandas de los futuros docentes en su formación en materia preventiva, con vistas a prepararles para afrontar la realidad de la enseñanza y mejorar su bienestar profesional. Los resultados nos mostrarían las necesidades formativas más demandadas por el colectivo docente en esta materia, como carencias significativas en su formación y en la ejecución de destrezas y herramientas imprescindibles para inculcar la prevención tanto en su trabajo como con sus futuros alumnos y alumnas.

Para conocer con garantías el potencial de la formación inicial de los maestros y maestras en Infantil y Primaria, es prioritario centrarse, según Eichel y Goldman (2002), en un elemento importante y es la “promoción de la prevención en las universidades”. Ésta debe responder a la cuestión de qué tipo de actividades se necesitan

para modificar e integrar la prevención en el comportamiento diario de docentes y alumnado. La respuesta, en un principio, nos viene dada a partir de tres aspectos a tener en cuenta:

- Qué tipo de actividades, procesos comunicativos y de participación se deben exponer para promover el concepto de seguridad y salud en Infantil y Primaria.
- Cómo reforzar una actitud positiva hacia un comportamiento preventivo que ha sido aprendido a través de una actividad formativa.
- Cómo despertar el interés del alumnado para hacer uso del conocimiento y capacidades preventivas adquiridas y que éstas se traduzcan en acciones que promuevan la seguridad y la salud en su realidad social.

Siguiendo a Eichel y Goldman (2002), la conceptualización de la “promoción de la prevención” en la formación de maestros de Infantil y Primaria se debe ampliar hacia una perspectiva formativo-pedagógica (“safety education”: Educar en seguridad) para que seamos conscientes, tanto los maestros/as como el alumnado, del sistema de relaciones que se manifiestan tanto en lo personal como en lo profesional-laboral. La “promoción de la prevención” asume que las modificaciones del comportamiento y de las decisiones sobre cómo actuar no ocurren en un vacío sino se relacionan con las situaciones diarias, es decir, donde quiera que viva el alumnado-profesorado, trabaja, aprende y juega y pasa la mayor parte de su tiempo.

Para Hall-Long, Schell y Corrigan (2001) y Burgos (2007) la escuela y la universidad puede proporcionar este tipo de aprendizaje, a niños y al personal docente respectivamente. El diseño estructural, organizativo y social del contexto escolar y universitario puede tener una influencia importante en el comportamiento seguro y saludable en los diferentes agentes que intervienen en él.

Para Miller, Romano y Spice (2000) la puesta en práctica de una formación preventiva en los planes de estudio de las titulaciones universitarias de Educación Infantil y Primaria requiere de una serie de contenidos imprescindibles a trabajar, partiendo de la premisa de la necesidad de contar con una asignatura oficial insertada

en el plan de estudios, claro ejemplo lo encontramos en la Universidad de Granada con la asignatura de carácter obligatoria de 6 créditos ECTS denominada “Optimización en el desarrollo y prevención del riesgo en el aula de Educación Infantil” (Burgos, 2007). En cualquier caso, los cuatro contenidos y/o campos de acción que el alumnado de magisterio debe aprender son:

- a) **Edificio y equipo:** análisis del aula y recursos materiales con los que se cuenta, ya sea otorgados por la administración educativa y laboral como las que puedan ser diseñadas in situ.
- b) **Organización y desarrollo de la organización:** enseñar el clima, normativa interna de organización y funcionamiento, el proyecto educativo del centro, elementos que intervienen en el proceso comunicativo y participación.
- c) **Enseñanza de la prevención:** contenido de los temas, metodología y evaluación de la propuesta preventiva a enseñar, capacidad para el trabajo en equipo, capacidad auto-reflexiva, etc.
- d) **Condiciones políticas y marco social:** Condiciones políticas y del marco social: regulaciones y leyes, plan de estudios y pautas, trabajar con los padres y las nuevas tecnologías al servicio de la enseñanza y la prevención. Es importante acentuar la idea de interdependencia entre estos campos de acción. En cualquier caso, según Llacuna y Soriano (2003) la descripción de los campos de acción y, especialmente, los diferentes ejemplos que forman estos ámbitos, demuestra que hay muchas interfaces y posibilidades de establecimiento de una red entre estas líneas de actuación con otros asuntos que también forman parte de la prevención y que se suscriben en tareas educativas interdisciplinarias como, por ejemplo, educación medioambiental, educación vial, educación para el consumo, etc.

2. EL MÉTODO DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA EN MATERIA PREVENTIVA

La metodología constituye el conjunto de criterios y decisiones que organizan, de forma global, la acción didáctica llegando a conformar un singular estilo educativo y un ambiente de aula, cuyo objetivo más general será el de facilitar el desarrollo de los procesos de enseñanza-

aprendizaje expresados en las intenciones educativas. En este sentido, los futuros maestros y maestras tienen que ser capaces de motivar al alumnado y facilitarles la adquisición de las capacidades educativo-preventivas que se requieren (Burgos, 2008).

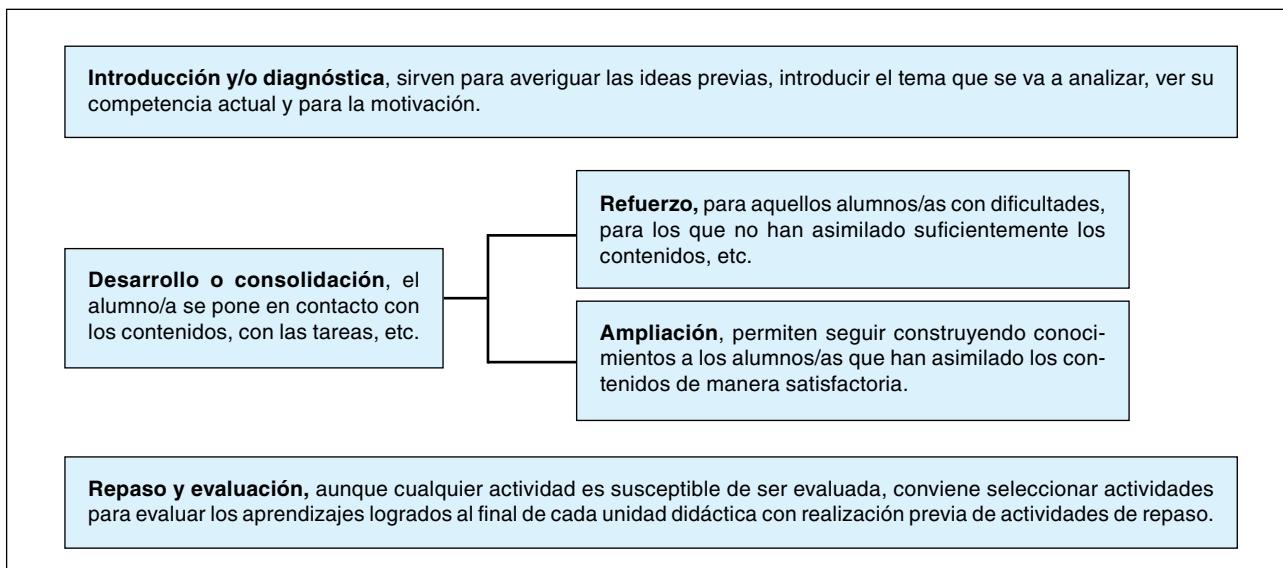
Las actividades de formación que deben desarrollarse desde una metodología participativa y aplicada, que se centra en el trabajo del estudiante de magisterio de carácter presencial y no presencial, son las *clases expositivas*, a través de la presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión y facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica. En segundo lugar, las *clases prácticas/talleres*, desarrollando actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos, enfocados hacia la adquisición específica de habilidades instrumentales.

También son necesarias *las tutorías*, ya que esta modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje que pretende orientar el trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica-integral del estudiante y finalmente, *el estudio y trabajo autónomo*, a través de actividades no presenciales e individuales, donde se favorece en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses, teniendo en cuenta dos tipos de actividades:

Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor/a a través de las cuales y de forma individual y grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la misma.

Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...) favoreciendo en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

En este sentido, todo diseño y desarrollo de actividad de carácter preventivo cuyo objetivo es la formación de los futuros maestros/as, debe seguir el indicado en el esquema 1 (Burgos, 2009).



Esquema 1. Diseño y desarrollo de actividad de carácter preventivo

3. LA EVALUACIÓN DE LOS CONTENIDOS PREVENTIVOS

Evaluar significa estimar en qué medida el elemento evaluado tiene unas características que se consideran deseables y que han sido especificadas a partir de la consideración de unos criterios. Por lo tanto toda evaluación exige una observación, una medición y un juicio. Además, siempre que se realiza una evaluación hay una intencionalidad y unos destinatarios, la evaluación se hace para algo y para alguien, a partir de ella muchas veces se tomarán decisiones. Así, y centrándonos en la evaluación necesaria de los estudiantes de magisterio, debemos aportarles mecanismos para valorar los medios didácticos que serán utilizadas en su futura aula/centro.

En cualquier caso, los criterios que se utilicen deben estar de acuerdo con la *intencionalidad* de la evaluación y con los *destinatarios* de la misma (Burgos, 2008). Por otra parte, cuando consideramos la evaluación de la metodología y de medios didácticos, uno de los criterios que siempre suele estar presente es el de la *eficacia didáctica*, es decir, su funcionalidad como medio facilitador de aprendizajes. Como la eficacia didáctica al utilizar materiales didácticos depende básicamente de dos factores, las características de los materiales y la forma en la que se han utilizado con el alumnado universitario, suelen considerarse dos tipos de evaluación como se expone en el esquema 2.

- **La evaluación objetiva.** La evaluación objetiva se centra en valorar la calidad de la metodología y de los medios didácticos. Los resultados de la evaluación se suelen recoger en unas plantillas "ad hoc" (más o menos extensas según el objeto y destinatarios de la evaluación) que incluyen diversos apartados: identificación, valoración de acuerdo con los indicadores, evaluación global y comentarios.
- **La evaluación contextual.** La evaluación contextual valora la manera en la que se han utilizado los medios en un contexto educativo determinado. La máxima eficacia didáctica con el uso de los medios en un determinado contexto educativo se conseguirá utilizando adecuadamente materiales didácticos de calidad.

Esquema 2. Tipos de evaluación

4. MECANISMOS DE EVALUACIÓN DE LOS CONTENIDOS PREVENTIVOS EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

Para poder llevar a cabo la evaluación se emplearán mecanismos o instrumentos de evaluación de experimentación y de observación.

Entre los *instrumentos de experimentación* se encuentran:

- Cuestionarios: cuestionarios de autoevaluación al finalizar cada contenido/tema del plan de estudios.
- Pruebas escritas: portfolio del alumno/a y trabajos de investigación.
- Pruebas orales: serán, sobre todo, preguntas de clase sistematizadas.

Entre los instrumentos de observación citaremos:

- Observación Directa (Procedimientos de apreciación):
 - *Registro anecdotico*: recogiendo comportamientos y fenómenos no previsibles que aportarán informaciones significativas para evaluar carencias o actitudes positivas.
 - Observación Indirecta (Procedimientos de apreciación):

- *Listas de Control*: relaciones de conductas observables a las que se responde simplemente si son realizadas o no. Se utilizan listas de control de asistencia a clase, listas para observar si se alcanzan los diferentes criterios de evaluación.
- *Escalas de valoración*: valoran además de si la tarea se realiza o no, el grado o nivel de desarrollo alcanzado. Se utilizan escalas para valorar comportamientos y actitudes

5. ELEMENTOS Y/O RECURSOS DIDÁCTICOS-METODOLÓGICOS DE LA ENSEÑANZA DE LA PREVENCIÓN EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS/AS

Los diferentes elementos metodológicos a utilizar en el proceso de formación de los futuros maestros y maestras de Infantil y Primaria están constituidos por diversos recursos y equipos que ayudarán al profesorado universitario, encargado de formar a éstos futuros maestro/as en materia de prevención de riesgos laborales. En cualquier caso los recursos nunca son un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar los objetivos que pretendamos en nuestro ejercicio didáctico. De esta forma sería conveniente prestar atención a los recursos metodológicos que se relacionan a continuación: espacios, material y relaciones afectivas.

Espacios

En primer lugar, debemos enseñarles que la estructuración del espacio escolar que tiene el futuro maestro/a de Infantil-Primaria no debe responder a esquemas rígidos. El espacio y recursos deben organizarse en la búsqueda de mayor aprovechamiento. Las propuestas que se realicen en el aula deben propiciar el trabajo en distintas modalidades de agrupamiento, ofrecer variables de ejecución de tareas y facilitar la cooperación de sus futuros alumnos/as. Los espacios a utilizar son:

- *Espacios cubiertos*: el aula clase, aula de audiovisuales, sala de informática, biblioteca, sala de usos múltiples, gimnasio, comedor, etc.
- *Espacios no cubiertos o al aire libre*: patios, pistas deportivas, etc.

Material

Los recursos materiales constituyen un elemento muy importante en la práctica educativa del futuro personal docente en estas etapas educativas básicas. De su selección y buen uso depende, en gran medida, el éxito en el cumplimiento de los objetivos. Los materiales que debemos mostrarles a tener en cuenta por parte de los futuros docentes en estas etapas educativas serán material didáctico y material informático

- Material Didáctico
 - Poco simbólicos: fichas
 - De observación directa: demostraciones del maestro/a, cuestionario, anecdotarios, etc.
 - Audiovisuales: programas informáticos, vídeo, televisión, etc.
 - Simbólicos: libro de texto o de consulta y representaciones gráficas
 - De reciclaje: periódicos, revistas, campañas institucionales de la administración pública
- Material Informático
 - Informático: Ordenador, internet, escáner, impresora, procesadores de texto.

Relaciones afectivas

Finalmente, dentro de las materias del plan de estudios que trabajen la prevención de los futuros maestros/as, se debe referenciar a los distintos tipos de agrupamientos para así desarrollar eficazmente una enseñanza universitaria de calidad. Todo grupo es heterogéneo, lo que implica la existencia de una gran diversidad dentro

del futuro alumnado con el que se encontrarán en los centros escolares. Por tanto, el **trabajo individual** y el **trabajo cooperativo** debe ser la base ya que hay que cuidar la formación de los mismos, teniendo en cuenta los aspectos relationales y afectivos, las posibilidades de ayuda y aprendizaje, el tipo de tarea, la posibilidad de que interactúen a lo largo del año unos alumnos/as con otros/as, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BURGOS, A.
Mainstreaming Occupational Safety and Health into Education: Good practice in school and vocational education.
In The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences, 2, 2007, p. 225-245.
- (2) BURGOS, A.
Aprende a crecer con seguridad: Unidades didácticas para la enseñanza de la seguridad y la salud.
Sevilla: Consejería de Empleo. Junta de Andalucía, 2009.
- (3) BURGOS, A.
Elementos didácticos y organizativos en la enseñanza de la prevención en el aula.
Córdoba: Dirección General de Seguridad y Salud laboral, 2008.
- (4) EICHEL, J. S. Y GOLDMAN, L..
Safety Makes Sense: A program to prevent Unintentional Injuries in New York City Public School.
The Journal of School Health, (71), 2002, p. 180-183.
- (5) HALL-LONG, B. A., SCHELL, K. Y CORRIGAN, V.
Young Safety Education and Injury Prevention Program.
Paediatric Nursing, (27), 2001, p. 141-148.
- (6) LLACUNA, J. Y SORIANO, M. (COORDS.).
La seguridad y la salud en el trabajo como materia de enseñanza transversal. Guía para el profesorado de enseñanza primaria.
Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003.
- (7) MILLER, T. R., ROMANO, E. O. Y SPICE, R. S.
The teaching of the safety and health in the educational centers.
Future of children, (10-1), 2000, p. 137-163.

Seguridad en el laboratorio: cuestionario de seguridad para laboratorios de secundaria

*Safety in the laboratory: Laboratory safety survey of high school
Sécurité au laboratoire : Enquête de sécurité de laboratoires de l'école secondaire*

Redactores:

Xavier Guardino Solá
Doctor en Ciencias Químicas
**CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO**

Montserrat Revuelto Vinuesa
Licenciada en Químicas
**DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT
GENERALITAT DE CATALUÑA**

La presente NTP es una adaptación y ampliación de la NTP 135 Seguridad en el laboratorio: Cuestionario de Seguridad, para su aplicación a los laboratorios de enseñanza secundaria. Esta adaptación es necesaria ya que este tipo de laboratorios presentan una serie de características que los diferencian de los laboratorios "profesionales" en los que la mayoría de los trabajadores son técnicos especialistas con un nivel de formación elevado. Se incluyen, además, una serie de recomendaciones para la correcta organización del trabajo en los laboratorios de prácticas.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo en los laboratorios tiene unas características que lo diferencian del que se desarrolla en otras áreas. Los riesgos existentes no son, en general, suficientemente valorados y tienen una especificidad propia que se comenta a continuación.

En primer lugar, la variedad. En un laboratorio pueden detectarse riesgos de origen y consecuencias muy diferentes que dependen, evidentemente, de las instalaciones existentes y de las operaciones que se realicen en ellos. No es difícil encontrar, en un mismo laboratorio, riesgos eléctricos, biológicos, de incendio, de intoxicación, de quemaduras químicas y térmicas, etc.

En segundo lugar, la intensidad. Pueden tener lugar exposiciones puntuales muy intensas, siendo relativamente corriente trabajar con productos de elevada peligrosidad.

En tercer lugar cabe considerar también la multiplicidad de riesgos. Suelen existir gran cantidad de productos químicos de características de peligrosidad muy diversas.

Finalmente, en el caso que nos ocupa, se deben considerar las características específicas de los laboratorios de prácticas, donde los «trabajadores» son personas no profesionales, que, o bien se hallan en periodo de formación o bien el único contacto que tendrán con el laboratorio será durante la realización de unas prácticas.

2. ESPECIFICIDAD DE UN LABORATORIO DE PRÁCTICAS DE SECUNDARIA

Abundando en el último punto del apartado anterior, las características diferenciadoras de los laboratorios de prácticas de secundaria son las siguientes:

- Los «trabajadores» del laboratorio son estudiantes que reúnen una serie de características que los diferencian claramente de los trabajadores profesionales (técnicos de laboratorio)

- Son personas jóvenes, entre 11 y 18 años, en plena etapa formativa y con poca información y experiencia preventiva.
- Se trata de una actividad novedosa para los estudiantes y, aunque se haya preparado de manera previa y correcta la «práctica» que van a desarrollar desde el punto de vista teórico, la parte experimental es del todo nueva para ellos.
- Se trata de una actividad esporádica en general, lo que impide que se adquieran hábitos por el mecanismo de repetición.
- La dotación en elementos de seguridad y el conocimiento sobre los mismos suelen ser, en este tipo de laboratorios, muy limitado.
- En general, los productos químicos empleados en ellos no suelen (no deberían) presentar características de peligrosidad elevadas

3. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LOS ALUMNOS

La información y la formación a los alumnos, efectuada siempre previamente a su entrada en el laboratorio, debe incluir, en primer lugar, la correcta y completa información sobre la actividad/práctica a realizar, información que es recomendable que se dé en un formato tipo PNT (Procedimiento Normalizado de Trabajo) que, aparte de ser un mecanismo adecuado de transmisión de instrucciones, a la vez puede introducir a los alumnos en el ámbito del aseguramiento de la calidad, de extensa aplicación en el campo de los laboratorios, con la correspondiente carga docente que ello puede implicar. En la tabla 1 se relaciona un posible contenido de las instrucciones a dar a los alumnos antes de su entrada en el laboratorio para la realización de una práctica o experimento.

La formación previa debe incluir también el enfoque adecuado para la comprensión y el tratamiento de las

1. Título de la práctica o actividad a realizar.
2. Introducción, en la que se tratan los aspectos teóricos de cada práctica.
3. Objetivo, en el que se concreta cual es la finalidad de cada práctica.
4. Materiales y equipos necesarios para poder realizar los experimentos.
5. Reactivos, es decir los productos químicos usados en los experimentos.
6. Equipos de Protección Individual (EPI) que son obligatorios para poder realizar la práctica. Normalmente no se irá mucho más allá de los más simples: guantes gafas, etc.
7. Documentación sobre los peligros que presenta la actividad remitiéndose a la Ficha de Datos de Seguridad (FDS), si el nivel del alumnado lo permite (por ejemplo, alumnos de Formación Profesional), o con información preparada por el profesor o bien con información buscada en la red por parte de los alumnos, dirigidos, obviamente, por el profesor.
8. Precauciones en Seguridad, a tener presentes antes de realizar la práctica.
9. Procedimiento, en el que se describe cómo realizar los experimentos, con anotaciones de advertencia de los riesgos de los productos utilizados.
10. Hoja con cuestiones y preguntas para entregar al finalizar la práctica.

Tabla 1. Posibles instrucciones a dar a los alumnos antes de la práctica

propiedades peligrosas de los productos químicos (por ejemplo, inflamabilidad, reactividad, corrosividad y toxicidad) así como una introducción a la seguridad en el laboratorio y la gestión de los residuos químicos.

En segundo lugar, no deben descartarse unas instrucciones básicas de comportamiento a transmitir a los alumnos como las que se resumen en la tabla 2.

El profesor responsable de las prácticas debe conocer *a priori* los problemas que se pueden presentar, que son de muy diversa índole, y la manera de abordarlos.

1. Llevar puesta la bata de laboratorio, correctamente abrochada.
2. Utilizar gafas de seguridad, imprescindibles en caso de llevar lentillas.
3. Llevar el cabello recogido.
4. Llevar calzado cerrado (nunca sandalias). No llevar pantalón corto o falda.
5. Trabajar sin prisas, manteniendo el máximo orden y limpieza en la ejecución de las actividades programadas.
6. No realizar experimentos o ensayos no previstos.
7. No llevar comida ni bebida al laboratorio ni consumirla dentro de éste. Tampoco masticar chicles ni caramelos.
8. No gastar bromas ni jugar en el laboratorio.
9. Informar de los incidentes, por pequeños que sean, al profesor.
10. Seguir siempre las instrucciones del profesor.

Tabla 2. Instrucciones básicas para los alumnos durante la práctica

En la tabla 3 se relacionan los problemas detectados con mayor asiduidad en el trabajo en los laboratorios de prácticas.

- Pequeños incendios.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Caída de materiales y productos.
- Vertidos y salpicaduras.
- Inhalación de vapores irritantes o tóxicos.

Tabla 3. Problemas más frecuentes en los laboratorios de prácticas

4. ENCUESTA DE AUTOVALORACIÓN DE RIESGOS EN EL LABORATORIO

Para evaluar el nivel de seguridad en las actividades desarrolladas en un laboratorio de prácticas de secundaria, a continuación se incluye una encuesta de autovaloración adaptada de la que se incluía en la NTP 135 referente a la seguridad en un laboratorio en general. Su validación se ha llevado a cabo aplicándola a seis laboratorios de centros de enseñanza secundaria.

1. ASPECTOS GENERALES DEL LABORATORIO	SI	NO	N.C.
1. Se comprueba que los alumnos han recibido la información y formación adecuada y suficiente para la realización del trabajo en el laboratorio.			
2. Se comprueba que todos los alumnos lleven la ropa adecuada para trabajar en el laboratorio.			
3. Está previsto que todos accidentes/ incidentes se comenten con los alumnos y el resto de los profesores.			
4. Se dispone de un sistema de alarma para el laboratorio.			
5. La puerta/as del laboratorio tienen las medidas adecuadas para realizar una evacuación de emergencia.			
6. Se trabaja siempre con las puertas cerradas.			
7. Se cierra la puerta del laboratorio con llave cuando no se utiliza.			
8. Hay señalización normalizada de emergencia.			
9. Los fregaderos están alejados de los enchufes.			
10. En todos los fregaderos hay detergente y equipos adecuados para la limpieza del material utilizado.			
11. Se dispone que material y productos específicos para neutralizar y/o recoger los vertidos.			
12. Se dispone de material suficiente para la práctica/trabajo a realizar.			
13. El material se encuentra en buen estado.			
14. Los alumnos disponen de espacio suficiente.			
15. Se dispone de un lugar específico para guardar la ropa y el material escolar fuera de la mesa de trabajo.			
16. Se informa a los alumnos sobre la necesidad de una política de calidad.			
17. El Laboratorio se inspecciona regularmente para evaluar las condiciones de seguridad.			

2. TRABAJO DE LOS ALUMNOS	SI	NO	N.C.
18. Se controla que los alumnos no realicen experimentos sin autorización del profesor.			
19. Está terminantemente prohibido probar ningún producto químico.			
20. Está terminantemente prohibido jugar.			
21. Está terminantemente prohibido gastar bromas.			
22. Se controla que los alumnos no permanezcan solos en el laboratorio.			
23. Está terminantemente prohibido comer y beber en el laboratorio.			
24. Saben que, en principio, no deben oler ningún producto y, en caso de ser necesario, lo han de hacer llevando una pequeña cantidad de vapor hacia la nariz con la mano.			
25. Saben que antes de empezar una experiencia han de leer las instrucciones.			
26. Saben que no pueden modificar el protocolo de la práctica.			
27. Saben que se ha de informar al profesor de cualquier incidente.			
28. Saben que se ha de utilizar la cantidad de producto que indica en el protocolo.			
29. Saben que han de pipetear mediante medios mecánicos.			
30. Saben que antes de salir del laboratorio han de lavarse las manos con jabón.			
31. Todos los alumnos utilizan bata.			
32. No llevan encima bufandas, pulseras ni ningún tipo de objeto que pueda generar una situación de riesgo.			
33. Los que llevan el pelo largo lo llevan recogido.			
34. Una vez concluido el experimento, lavan y recogen todo el material empleado.			
35. Hay un responsable de que el laboratorio quede ordenado.			
36. Saben que no se puede volver a introducir un producto en un recipiente una vez se ha sacado de él.			
37. Saben que las sustancias se deben pesar mediante un vidrio de reloj y no directamente sobre el plato de la balanza.			
38. Saben que no se puede sacar ningún producto del laboratorio.			
39. Conocen los pictogramas de seguridad.			
40. Conocen la existencia de las frases de indicaciones de peligro (H)/consejos de prudencia (P).			
41. Saben como han de actuar en el caso de un vertido, incendio o salpicadura.			
42. Saben como han de actuar cuando se produce una quemadura.			
43. Conocen las incompatibilidades básicas entre productos (ácido/base, oxidante/reducto, reactivo con el agua/agua, etc.).			
44. Saben que, en caso de efectuar una dilución, el ácido sulfúrico debe echarse sobre el agua y no al revés.			
45. Se mantiene la disciplina y se hace cumplir todas las normas de seguridad.			

3. MANIPULACIÓN DE MATERIALES	SI	NO	N.C.
46. Los materiales empleados son adecuados a un laboratorio escolar.			
47. El material de vidrio está en buen estado.			
48. El material de vidrio utilizado es de la calidad adecuada al experimento/práctica a realizar.			
49. Las pinzas diseñadas para usos especiales están siempre disponibles cerca del lugar de trabajo.			
50. Para calentar se emplean mantas calefactoras en lugar de llamas desnudas.			
51. Hay guantes de protección térmica para coger el material procedente de la estufa.			
52. Está prohibido (y se cumple) guardar alimentos en la nevera o los armarios del laboratorio.			
53. Hay lavaojos.			
54. Hay ducha de seguridad.			

4. MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS	SI	NO	N.C.
55. Los productos se encuentran guardados en sus armarios respectivos.			
56. No se dejan los envases abiertos durante la pesada.			
57. Cuando se utilizan productos peligrosos, se hace empleando siempre en la mínima cantidad posible.			
58. Cuando se emplean productos peligrosos, se lleva a cabo un seguimiento especial de la práctica/experimento por parte del profesor.			
59. Todos los productos adquiridos conservan la etiqueta.			
60. Se etiquetan todas las disoluciones y mezclas que se preparan.			
61. Se comprueba que los alumnos lean la información contenida en la etiqueta.			
62. En su caso, se comprueba que los alumnos lean la información contenida en la Ficha de Datos de Seguridad.			
63. Cuando se trabaja con productos peligrosos (p.e., ácidos o bases concentrados) se usa la vitrina.			
64. Los envases que contienen productos corrosivos se limpian antes de abrirlos.			
65. Las sustancias sólidas siempre se extraen de los envases mediante una espátula.			
66. Las sustancias líquidas siempre se extraen de los envases mediante una pipeta limpia o se trasvasan empleando un embudo.			
67. Los alumnos utilizan siempre guantes para manipular los productos.			
68. El laboratorio dispone de neutralizador y absorbentes para controlar vertidos y salpicaduras.			
69. Están accesibles las fichas de datos de seguridad de los productos manipulados.			

5. ALMACENAJE	SI	NO	N.C.
70. Hay un almacén para los productos fuera del laboratorio.			
71. El almacén tiene ventanas o dispone de un sistema de ventilación.			
72. El almacén está en un lugar fácilmente accesible.			
73. Cuando se almacenan productos se tienen en cuenta las posibles incompatibilidades.			
74. Los productos inflamables se guardan en un armario específico.			
75. Los productos corrosivos se guardan en un armario específico.			
76. Los productos que no es necesario guardar en los armarios de seguridad, se colocan en estanterías lo más cercanas posible al suelo.			
77. Los reactivos se guardan en armarios cerrados con llave.			
78. Las estanterías utilizadas para guardar líquidos disponen de un borde protector para evitar la caída.			
79. En las disoluciones o mezclas preparadas se indica la fecha de caducidad.			

6. VENTILACIÓN	SI	NO	N.C.
80. El laboratorio está bien ventilado.			
81. Hay algún tipo de control del aire que se respira en el laboratorio.			
82. Se dispone de vitrinas o campanas de extracción.			
83. Se controla que el aire que extrae las vitrinas o campanas no va a parar a zonas comunes.			
84. Se controla periódicamente el funcionamiento de las vitrinas o campanas.			
85. Se evita utilizar las vitrinas para almacenar sustancias.			

7. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	SI	NO	N.C.
86. Existen extintores suficientes.			
87. Los extintores son adecuados a los posibles fuegos.			
88. El extintor está señalizado y se halla en un lugar accesible y visible.			
89. Existen bocas equipadas de incendios .			
90. Los equipos con llama o productores de chispas están alejados de vapores y líquidos inflamables.			
91. El centro tiene un plan de emergencia y evacuación.			
92. Se realizan simulacros.			

8. PROTECCIONES PERSONALES	SI	NO	N.C.
93. Se utilizan gafas de seguridad.			
94. Se utilizan guantes de seguridad.			
95. Se ha formado a los alumnos de cuando y como hay que utilizar gafas y guantes.			
96. Se controla que se usen las gafas y guantes cuando es necesario y se haga correctamente.			

9. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	SI	NO	N.C.
97. No se tiran nunca productos al desagüe sin preguntar al profesor.			
98. Existe un plan de gestión de residuos del laboratorio conocido por todos.			
99. Se aplica el principio de minimización (generar la mínima cantidad de residuos).			
100. Se procura reutilizar los productos generados como residuos.			
101. Los residuos se guardan recipientes adecuados y etiquetados correctamente.			
102. Los residuos no tratables in situ son recogidos por una empresa especializada.			

10. PRIMEROS AUXILIOS	SI	NO	N.C.
103. Se dispone de material de primeros auxilios.			
104. El material de primeros auxilios se encuentra fácilmente localizable.			
105. Existen instrucciones claras de actuación en caso de accidente.			
106. Dichas instrucciones constan por escrito y han sido divulgadas.			
107. La información de los teléfonos de emergencia se encuentra visible.			

11. SEGURIDAD ELÉCTRICA	SI	NO	N.C.
108. Existe constancia de que el laboratorio cumple con la normativa de seguridad eléctrica.			
109. Se procura no usar alargaderas de forma permanente.			
110. Se procura no usar ladrones/multienchufes de forma permanente.			
111. Todas las bases de los enchufes y de los aparatos tienen toma a tierra.			
112. Se realiza una revisión periódica de la instalación.			
113. Todas las conexiones eléctricas están en buen estado.			

12. FORMACIÓN	SI	NO	N.C.
114. Los profesores han recibido formación en materia de seguridad en el laboratorio.			
115. Los profesores conocen las actuaciones a realizar en caso de accidente.			
116. Se informa a los profesores que se incorporan de los riesgos específicos del laboratorio y de las actividades que se realizan en él.			
117. Los profesores tienen conocimientos de primeros auxilios.			

BIBLIOGRAFÍA

- (1) J. A. MADRID MENDOZA
Prácticas de química para “prevención de riesgos profesionales”
Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Murcia. Murcia, 2008
- (2) INSHT
NTP-135. Seguridad en el laboratorio: Cuestionario de seguridad

Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I)

*Heat stress and heat strain: Risk assessment (I)
Contrainte thermique et astreinte thermique: évaluation des risques (I)*

Redactores

Eugenia Monroy Martí
Licenciada en Ciencias Ambientales
MC PREVENCIÓN

Pablo Luna Mendaza
Licenciado en Ciencias Químicas

**CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO**

Esta Nota Técnica de Prevención es la primera de dos que tratan sobre la evaluación del estrés térmico y la sobrecarga térmica. En ella se explican los fundamentos de la exposición laboral a ambientes calurosos así como de sus riesgos y se propone, además, un esquema de gestión de las situaciones de calor intenso basado en los criterios de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) y las metodologías de evaluación normalizadas que actualmente se utilizan. La segunda parte de este documento, se centra en la metodología del índice de Sobrecarga Térmica (IST) que describe la UNE-EN ISO 7933:2005.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. ESTRÉS TÉRMICO Y SOBRECARGA TÉRMICA

En el ámbito de la física de los materiales, las curvas stress/strain son muy utilizadas. Mientras que la fuerza (o la temperatura) aplicada sobre la pieza constituye el stress, la deformación que se produce en ella constituye el strain. Tradicionalmente, en el argot de la prevención de riesgos, se ha utilizado el término estrés térmico para referirse a las circunstancias que envuelven a las situaciones de trabajo muy calurosas, pero para evaluar los riesgos del calor debe distinguirse entre lo que constituye la causa y el efecto, entre el estrés térmico y la sobrecarga térmica.

El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan. La sobrecarga térmica es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico y corresponde al coste que le supone al cuerpo humano el ajuste necesario para mantener la temperatura interna en el rango adecuado.

Entre los factores que se miden y que determinan el estrés térmico potencial se incluyen: la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire, la radiación, la actividad metabólica y el tipo de ropa (emisividad y radiación de la misma). La medición de estos factores permite determinar las demandas térmicas internas y externas que dan lugar a la termorregulación del cuerpo humano. En definitiva, las mediciones de estrés térmico constituyen la base de la evaluación del ambiente térmico de trabajo, pero no predicen de manera exacta si las

condiciones bajo las que está trabajando una persona no suponen un riesgo para su salud.

Un nivel de estrés térmico medio o moderado puede dificultar la realización del trabajo, pero cuando se aproximan a los límites de tolerancia del cuerpo humano, aumenta el riesgo de trastornos derivados de la exposición al calor.

La sobrecarga térmica refleja las consecuencias que sufre un individuo cuando se adapta a condiciones de estrés térmico. No se corresponde con un ajuste fisiológico adecuado del cuerpo humano, sino que supone un coste para el mismo. Los parámetros que permiten controlar y determinar la sobrecarga térmica son: la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y la tasa de sudoración.

Un aspecto a destacar es que la sobrecarga térmica no se puede predecir de manera fiable a partir solamente del estudio del estrés térmico, ya que las mediciones del ambiente térmico no permiten determinar con precisión cuál será la respuesta fisiológica que sufrirá el individuo o el grado de peligro al que se enfrenta una persona en cualquier momento. Esto es debido a que la sobrecarga térmica depende de factores propios de cada persona que incluso puede variar en el tiempo, por lo que estos factores o características personales son los que determinan la capacidad fisiológica de respuesta al calor.

2. FACTORES INDIVIDUALES DE RIESGO

Entre estos factores personales de riesgo, que reducen la tolerancia individual al estrés térmico, se encuentran la edad, la obesidad, la hidratación, el consumo de medicamentos o bebidas alcohólicas, el género y la aclimatación.

Edad

El riesgo a sufrir las consecuencias del estrés térmico es “a priori” independiente de la edad, siempre que el individuo tenga un adecuado sistema cardiovascular, respiratorio y de sudoración, unos buenos reflejos, se encuentre totalmente hidratado y en buen estado de salud. De todas formas, se debe considerar que las personas de mayor edad son más susceptibles a padecer problemas de control de la circulación periférica o menor capacidad de mantener la hidratación y, en consecuencia, verse incrementada su vulnerabilidad al estrés térmico.

Obesidad

La persona con sobrepeso presenta una serie de desventajas a la hora de enfrentarse a una situación de estrés térmico debido al incremento del aislamiento térmico que sufre el cuerpo, las posibles deficiencias del sistema cardiovascular y la baja condición física. De todas formas, existen excepciones, por lo que se deben analizar de manera específica los requerimientos individuales de cada persona a la hora de evaluar el riesgo de exposición al estrés térmico para cada trabajador.

Hidratación

El cuerpo pierde agua por difusión a través de la piel y por la respiración, pero principalmente la pérdida de agua durante una situación de estrés térmico se produce mediante la sudoración. La rehidratación bebiendo agua es efectiva y rápida. El problema es que mantener la hidratación adecuada no es fácil, debido entre otros factores a que la sensación de sed no es siempre proporcional a la pérdida de agua.

Medicamentos y bebidas alcohólicas

Existen medicamentos anticolinérgicos que pueden llegar a inhibir la sudoración especialmente en individuos de mayor edad. Algunos sedantes afectan a la sensación de sed, otros fármacos intervienen en la termorregulación, incrementan el calor metabólico y reducen la distribución del calor, condicionando la circulación periférica.

En relación al alcohol, produce vasodilatación periférica y diuresis, que afectan a la respuesta del cuerpo al estrés térmico. Asimismo, bajas dosis de alcohol reducen la capacidad de termorregulación, incluyendo los reflejos vasomotores y la sudoración, y aumentan la probabilidad de una bajada de tensión durante la exposición.

Género

Son difícilmente demostrables las diferencias en la respuesta al estrés térmico entre hombres y mujeres, debido a que la respuesta al calor puede estar enmascarada por la condición física y el nivel de aclimatación. Existen estudios en los que se ha observado infertilidad temporal para hombres y mujeres cuando la temperatura interna alcanza los 38 °C. También se ha observado que durante el primer trimestre de embarazo existe riesgo de malformación en el feto cuando la temperatura interna de la madre excede los 39 °C en un periodo prolongado.

Aclimatación

La aclimatación es un proceso gradual que puede durar de 7 a 14 días en los que el cuerpo se va adaptando a

realizar una determinada actividad física en condiciones de calor (se recomienda que el primer día de trabajo la exposición al calor se reduzca a la mitad de la jornada; después día a día se debería aumentar progresivamente el tiempo de trabajo (10%) hasta la jornada completa. La aclimatación es específica para unas determinadas condiciones ambientales y de ropa, por lo que no se garantiza la respuesta cuando se cambian dichas condiciones. Aunque la aclimatación se produce rápidamente durante el periodo de exposición al calor, también se pierde muy rápidamente cuando se interrumpe la exposición (una o dos semanas sin exposición requieren de 4 a 7 días para volver a recuperar la aclimatación). Los beneficios de la aclimatación consisten en mejorar la efectividad y la eficiencia del sistema de distribución y pérdida de calor, mejorar el confort en la exposición al calor y dificultar la parición de sobrecarga térmica.

3. EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA EXPOSICIÓN AL CALOR

Además de los posibles efectos de la exposición al calor que se relatan a continuación, se debe tener en cuenta el incremento del nivel de estrés térmico como un factor que, junto con otros puede dar lugar a accidentes (p.e atrapamientos, golpes o caídas al mismo o distinto nivel derivadas de mareos o desvanecimientos, etc.).

Síncope por calor

La pérdida de conciencia o desmayo son signos de alarma de sobrecarga térmica. La permanencia de pie o inmóvil durante mucho tiempo en un ambiente caluroso con cambio rápido de postura puede producir una bajada de tensión con disminución de caudal sanguíneo que llega al cerebro. Normalmente se produce en trabajadores no aclimatados al principio de la exposición al calor.

Deshidratación y pérdida de electrolitos

La exposición prolongada al calor implica una pérdida de agua y electrolitos a través de la sudoración.. La sed no es un buen indicador de la deshidratación. Un fallo en la rehidratación del cuerpo y en los niveles de electrolitos se traduce en problemas gastrointestinales y calambres musculares.

Agotamiento por calor

Se produce principalmente cuando existe una gran deshidratación. Los síntomas incluyen la pérdida de capacidad de trabajo, disminución de las habilidades psicomotoras, náuseas, fatiga, etc. Si no es una situación muy grave, con la rehidratación y el reposo se produce la recuperación del individuo.

Golpe de calor

Se desarrolla cuando la termorregulación ha sido superada, y el cuerpo ha utilizado la mayoría de sus defensas para combatir la hipertermia (aumento de la temperatura interna por encima de la habitual). Se caracteriza por un incremento elevado de la temperatura interna por encima de 40,5 °C, y la piel caliente y seca debido a que no se produce sudoración. En este caso es necesaria la asistencia médica y hospitalización debido a que las consecuencias pueden mantenerse durante algunos días.

4. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DEBIDOS AL CALOR

La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) propone un esquema de actuación para la evaluación de los riesgos por calor (figura 1). En él se indican los pasos a seguir teniendo en cuenta la valoración del estrés térmico y la sobrecarga térmica. Las pautas que se describen no marcan la diferencia exacta entre lo que se considera niveles seguros o peligrosos, el proceso requiere del juicio profesional y de una gestión adecuada de las situaciones, por parte de la empresa, para garantizar la protección adecuada. Las diferentes etapas del proceso, numeradas en el esquema, se explican a continuación.

Ropa (1)

En el diagrama de actuación se observa la importancia que adquiere la ropa en la toma de decisión, ya que condiciona la pérdida de calor del cuerpo y, en consecuencia, la respuesta al calor.

La circulación de aire frío y seco sobre la superficie de la piel mejora el intercambio de calor a través de la evaporación y convección. Las prendas de ropa térmicamente aislantes e impermeables al paso del aire o vapor de agua (p.e. varias capas superpuestas o trajes aislantes) limitan severamente este intercambio sobre la superficie de la piel. La consecuencia es que con un incremento de la actividad metabólica puede producirse una situación de sobrecarga térmica, a pesar de que en un principio las condiciones ambientales no sean consideradas peligrosas.

A la hora de elegir el tipo de ropa para un puesto de trabajo se debe tener en cuenta no solo que su aislamiento térmico sea reducido (posibilidad de intercambio térmico por convección) sino que también permita la evaporación del sudor de la piel. En ambientes muy calurosos, a menudo es necesario que la ropa proteja de quemaduras por contacto o de la radiación térmica, debe tenerse en cuenta que ello puede dificultar la evaporación del sudor, e incrementar el nivel de estrés térmico.

En definitiva, si la vestimenta de trabajo que se va a utilizar presenta alguna de las características descritas a continuación, se debe proseguir en el apartado 6.

- La ropa supone una barrera para el paso de vapor de agua o del aire a través de ella.
- Se trata de un traje hermético (p.e traje protección frente al riesgo químico).
- La indumentaria de trabajo está constituida de múltiples capas de ropa.

Cálculo del índice WBGT (2)

En la evaluación de riesgo por calor se utiliza el método del índice WBGT con el fin de realizar una primera detección de aquellas situaciones en las que puedan existir riesgos por calor (ver referencias bibliográficas). Se trata de una primera aproximación, un método empírico que únicamente discrimina las situaciones que pueden ser peligrosas.

El método del índice WBGT fue desarrollado para un uniforme de trabajo de camisa de manga larga y pantalones (aproximadamente $I=0,5$ clo). No obstante, tal como se indica en la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo (INSHT), se pueden realizar ciertas correcciones, aplicables siempre que la ropa no dificulte de forma im-

portante el intercambio de calor entre la superficie de la piel y el ambiente, en cuyo caso se desaconseja la evaluación de las condiciones de trabajo a partir de los métodos de análisis teórico que se proponen (índice WBGT o Índice Sobrecarga Térmica) y se debería recurrir a la monitorización fisiológica (ver apartado 6).

Comparación con los valores límite del índice WBGT (3)

En función de la tasa metabólica, el ritmo de trabajo (% de cada hora dedicado al trabajo) y la aclimatación de los individuos, están establecido los valores límite para el índice WBGT, que determina el grado de exposición.

En aquellos casos en que la aplicación de la metodología del índice WBGT para la valoración de los riesgo por calor (ver NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT) indica que dicho índice es inferior al valor establecido como límite (con corrección de la ropa, si es pertinente), se considera que puede continuar el trabajo de forma controlada.

Si se observan trastornos en la salud de los trabajadores expuestos al calor se debe reconsiderar el análisis de forma inmediata.

Por el contrario, si el índice WBGT existente es superior a los valores límite, se debe proceder como se indica en el apartado 4.

Análisis detallado (4)

El cálculo del índice WBGT es una primera fase en el proceso de evaluación y control de situaciones muy calurosas. Cuando dicho índice WBGT es superior a los límites establecidos es conveniente realizar un análisis mas detallado de la situación, empleando una metodología de mayor precisión que informe en profundidad de las condiciones de estrés térmico. El Método del Índice de Sobrecarga Térmica (IST) que describe la UNE-EN ISO 7933 permite identificar (y priorizar) las causas de la exposición, calcular el tiempo máximo de permanencia en esas condiciones y organizar el trabajo en etapas de forma que se puedan compensar períodos de actividad y de recuperación.

Los fundamentos de esa metodología se explican en la segunda parte de esta NTP y los cálculos correspondientes se pueden llevar a cabo mediante el "Calculador" que se ofrece como herramienta informática en la página web del INSHT (<http://calculadores.insht.es:86>).

Si no se superan los valores límite establecidos en la metodología basada en IST, se puede continuar trabajando siempre que se establezcan los controles suficientes (ver apartado 5) sobre las condiciones que originan el estrés térmico.

Controles generales (5)

De acuerdo con el diagrama de flujo de actuación propuesto (ver figura 1) En el caso de que no se superen los límites establecidos por el Método del Índice de Sobrecarga Térmica (pero si se vulneran para el índice WBGT) o cuando se trabaje con ropa que limite de alguna forma la pérdida de calor, se deben realizar controles generales que pueden incluir las siguientes acciones:

- Ofrecer información y formación a los trabajadores sobre el estrés térmico y la sobrecarga térmica, así como instrucciones y procedimientos de trabajo precisos y programas de entrenamiento frecuentes.
- Fomentar en los trabajadores expuestos la ingesta de

- pequeñas cantidades de agua fresca o bebida isotónica (aproximadamente un vaso) cada 20 minutos.
- Permitir la autolimitación de las exposiciones y fomentar la observación, con la participación de los trabajadores, con el fin de detectar los primeros síntomas de sobrecarga térmica en los demás.

- Controlar especialmente y en su caso limitar la exposición de aquéllos trabajadores que tomen medicación que pueda afectar al funcionamiento del sistema cardiovascular, a la presión sanguínea, a la regulación térmica, a la función renal o a la sudoración; así como la ingesta de alcohol.

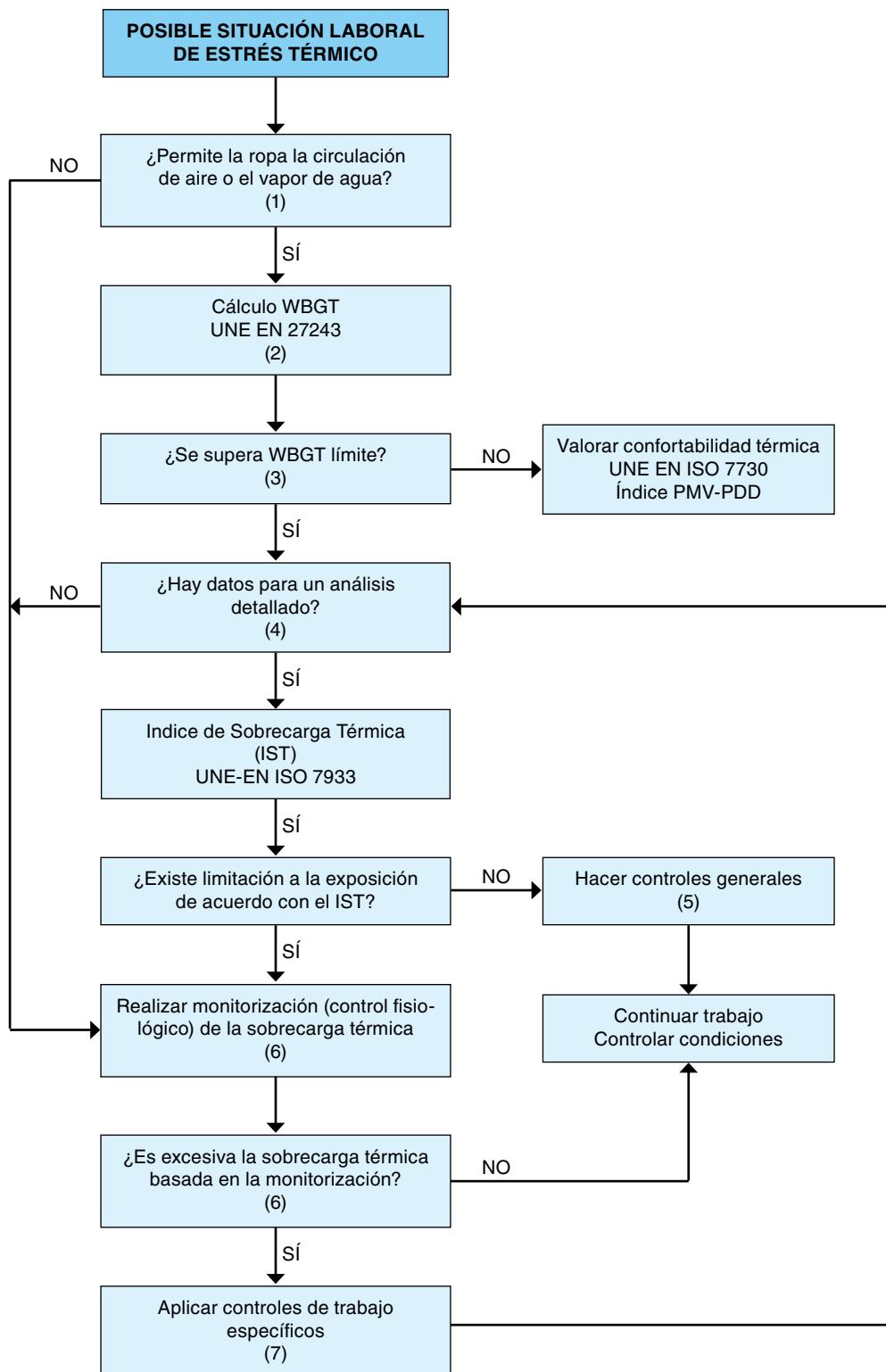


Figura 1.

- Fomentar el mantenimiento físico de los trabajadores, peso corporal controlado, alimentación etc. Controlar especialmente a aquéllos trabajadores que han permanecido durante un largo periodo sin exposición al calor y que han modificado sus parámetros de aclimatación.
- Considerar dentro de la vigilancia de la salud, la realización de pruebas médicas específicas con el fin de detectar precozmente la sensibilidad por exposición al calor.

Monitorización fisiológica del riesgo de sobrecarga térmica (6)

La monitorización de los signos y síntomas de los trabajadores que sufren estrés térmico es especialmente importante sobre todo cuando la ropa reduce significativamente la pérdida de calor. Los siguientes síntomas permiten identificar cuando existe sobrecarga térmica, en cuyo caso la exposición al calor debe ser interrumpida.

- Para personas con un sistema cardíaco normal, se debe interrumpir durante varios minutos la exposición cuando el pulso cardíaco supera 180 pulsaciones por minuto, restada la edad en años del individuo (180-edad).
- Si la temperatura corporal interna supera los 38°C en el caso de personal no aclimatado.
- Si tras un gran esfuerzo, cuando el pulso de recuperación (1 minuto después del esfuerzo máximo) es mayor de 110 pulsaciones por minuto.
- Si existen síntomas como fuerte fatiga repentina, náuseas, vértigo o mareos.
- Si un trabajador en exposición al calor aparece desorientado o confuso, o sufre una irritabilidad inexplicable, malestar general, síntomas gripales, se le debería retirar a una zona refrigerada con circulación rápida de aire y permanecer en observación por personal cualificado.
- Si la sudoración se interrumpe y la piel se vuelve caliente y seca, se le debe proporcionar atención médica inmediata, seguida de la hospitalización.

Bajo ningún concepto deben desatenderse los signos o síntomas en los trabajadores que puedan relacionarse con posibles consecuencias de la sobrecarga térmica excesiva.

Los controles generales son necesarios aunque la sobrecarga térmica entre los trabajadores se considere aceptable en el tiempo. Además, debe continuarse con el control fisiológico periódico para asegurar que la exposición al calor se mantiene en niveles aceptables.

Si durante el seguimiento fisiológico se observa que los individuos alcanzan situaciones de sobrecarga térmica, entonces debe plantearse la implantación de controles de trabajo específicos (de ingeniería, administrativos y de protección personal) y un mayor control del riesgo.

Controles de trabajo específicos (7)

Para proporcionar la protección adecuada frente al estrés térmico, además de la implantación de los controles generales, frecuentemente se requieren controles de trabajo específicos. En todos los casos, el objetivo principal de la gestión del estrés térmico es prevenir el golpe de calor. Al respecto se ofrecen las siguientes propuestas.

- Incrementar la circulación general de aire, reducir los procesos que liberan calor y vapor de agua y apantallar las fuentes de calor radiante.
- La ventilación natural (corrientes naturales de aire) es un medio lento pero eficaz para incrementar la transferencia de calor desde la piel al exterior. El aumento de la velocidad del aire incrementa la pérdida de calor, aunque se trate de aire del local, al facilitar la evaporación del sudor.
- El calor radiante se puede reducir mediante la interposición de barreras materiales que reduzcan la radiación térmica. Si no es posible aislar las fuentes de calor mediante pantallas y la radiación térmica es muy intensa se utilizará ropa que proteja la piel. Por el contrario al cubrir la piel también se reduce la refrigeración de la piel por convección o evaporación del sudor.
- La mayor dificultad se suele dar si la temperatura del aire es superior a la temperatura de la piel (35-36°C). En esa situación el cuerpo está ganando calor y la evaporación del agua en la superficie de la piel es la única vía de pérdida de calor. En estos casos juega un papel crucial la permeabilidad de los tejidos y la capacidad de circulación de aire a través de la ropa. A pesar de que la refrigeración del lugar de trabajo se considere una medida poco viable, existen casos localizados en los puede resultar muy efectivo, por lo que es interesante estudiar cada caso.
- La aplicación de medidas administrativas que permitan establecer tiempos de exposición aceptables para los trabajadores, tiempos de recuperación suficientes y limitación de la carga física (tasa metabólica). Estas medidas constituyen una vía de limitación de la exposición y de gestión del riesgo a través de la implantación de procedimientos de trabajo y gestión del personal.
- En última instancia, cuando los controles de ingeniería o administrativos son impracticables, la posibilidad de utilizar mecanismos de refrigeración personal, conjuntamente con ropa de protección, puede llegar a ser una alternativa. Existen chalecos refrigerados o trajes con mecanismos de refrigeración incorporados que impiden el incremento de la temperatura del cuerpo.

Tras la implantación de los controles de trabajo específicos es necesario evaluar su eficacia y realizar un ajuste en caso que fuera necesario. En estos casos el diagrama vuelve a la etapa del análisis detallado y, si no se dispone de mayor información que asegure la protección se deberá continuar con el control o monitorización fisiológica.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). 2010 TLVs® and BEIs®.
- (2) UNE-EN ISO 7933:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.
- (3) UNE EN 27243:1995. Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT.

Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (II)

*Heat stress and heat strain: Risk assessment (II)
Contrainte thermique et astreinte thermique: évaluation des risques (II)*

Redactores

Eugenia Monroy Martí
Licenciada en Ciencias Ambientales

MC PREVENCIÓN

Pablo Luna Mendaza
Licenciado en Ciencias Químicas

**CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO**

En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se exponen los fundamentos de la metodología de evaluación del estrés térmico y la sobrecarga térmica (IST), basada en la norma UNE-EN ISO 7933:2005, que proviene de la evolución del conocido Índice de Sudoración Requerida (ISR) al que sustituye. Del método IST sólo se destacan las diferencias respecto al anterior (ISR), incluyendo una serie de situaciones termohigrométricamente diferentes a modo de ejemplos. Debido a que esta nueva metodología se parece mucho a la del índice de sudoración requerida, se recomienda su lectura previa que se explica en la NTP 350, aunque tal como se indica allí, se considera ya superada y sustituida por la que se presenta en la UNE-EN ISO 7933:2005.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Tal como se indica en el esquema de evaluación de estrés térmico que se presenta en la figura 1 de la primera parte de esta NTP, el cálculo del índice WBGT corresponde a una primera fase de valoración y detección de aquellas condiciones que puedan resultar peligrosas para la salud. En aquellos casos en los que se detecte un posible riesgo, se puede aplicar el método de Sobrecarga Térmica, pues permite conocer mejor las fuentes de estrés térmico y valorar los beneficios de las modificaciones propuestas. Las principales ventajas del método consisten en poder determinar los parámetros físicos del ambiente que conviene modificar para reducir el riesgo de sobrecargas fisiológicas y organizar el trabajo en secuencias periódicas de trabajo y descanso. Aunque la complejidad de los cálculos que supone el método representa a priori un inconveniente, éste puede solventarse con ayuda del calculador que se halla en la Web del INSHT (<http://calculadores.insht.es:86>).

La metodología del IST, que como ya se ha indicado, se describe pormenorizadamente en la norma UNE-EN ISO 7933:2005, se basa en el cálculo de dos parámetros: el incremento excesivo de la temperatura interna y la pérdida máxima de agua corporal a través de la estimación de la tasa de sudoración. También se calcula el tiempo máximo de permanencia para el que la sobrecarga térmica es aceptable, es decir, el tiempo en el que la temperatura interna y/o la pérdida de agua se mantiene por debajo de los límites establecidos.

Las variables que, a partir de la ecuación del balance térmico, permiten el desarrollo del método pueden dividirse en cuatro grupos:

- Características del ambiente térmico, estimadas o medidas de acuerdo con la UNE-EN ISO 7726, son la temperatura del aire, la temperatura radiante media

(se suele medir la temperatura de globo termómetro), la presión parcial del vapor de agua (en mediciones de campo se utiliza la temperatura húmeda psicométrica y humedad relativa) y la velocidad del aire.

- Características de los individuos expuestos y su actividad en el trabajo, expresadas con la tasa metabólica, estimada en base a la posición de la persona y el esfuerzo físico (de acuerdo con la ISO 8996).
- Características térmicas de la ropa utilizada, como el aislamiento térmico, la capacidad de reflexión de la radiación térmica y su permeabilidad al vapor de agua, estimadas de acuerdo con la UNE-EN ISO 9920.
- Características específicas del movimiento de la persona durante el trabajo, como su velocidad y el ángulo de movimiento.

2. NUEVO PLANTEAMIENTO DEL BALANCE TÉRMICO

El método se basa, como en el caso del índice de sudoración requerida, en la resolución de la ecuación del balance térmico. Cuando no se cumple el balance térmico el calor sobrante (S), positivo o negativo, se almacena calentando o enfriando el cuerpo respectivamente.

La ecuación del balance térmico se puede expresar como sigue:

$$M - W = C_{\text{res}} + E_{\text{res}} + K + C + R + E + S$$

Siendo los diferentes términos:

M es la tasa o potencia metabólica, W es la potencia mecánica efectiva, C_{res} y E_{res} representan los intercambios de calor que se producen en el tracto respiratorio mediante convección y evaporación respectivamente, K, C y R representan los intercambios de calor que se

producen en la piel mediante conducción, convección y radiación, E representa los intercambios de calor que se producen en la piel por evaporación del sudor y S es el almacenamiento de calor en el cuerpo que puede ser positivo o negativo, como se ha indicado. Por convenio se entiende, independientemente de los signos predeterminados de la ecuación, que un valor positivo de alguno de estos términos significa que el cuerpo gana calor y un valor negativo indica que lo pierde.

Debido a que las partes del cuerpo que están en contacto con objetos sólidos respecto a la superficie corporal son despreciables, al aislamiento que supone la ropa y a que, habitualmente, no existen superficies de contacto no aisladas que estén a una temperatura diferente de la piel, se puede despreciar el término K de conducción y la ecuación general del balance térmico se puede escribir así:

$$E + S = M - W - C_{res} - E_{res} - C - R$$

Los términos de intercambio de calor a través de la respiración se calculan mediante las siguientes ecuaciones, que difieren de las ya utilizadas en el cálculo del índice de sudoración requerida, y que dependen del metabolismo (M), la presión parcial del vapor de agua (pa) y la temperatura del aire (ta):

$$C_{res} = 0,00152 M (28,56 + 0,885t_a + 0,641p_a)$$

$$E_{res} = 0,00127 M (59,34 + 0,53t_a - 11,63p_a)$$

Una diferencia importante entre la nueva metodología (IST) respecto al método del Índice de Sudoración Requerida (ISR) se encuentra a la hora de calcular la Evaporación requerida (E_{req}), es decir el flujo de calor por evaporación del sudor necesario para mantener el equilibrio térmico del cuerpo y por lo tanto para que el almacenamiento de calor sea nulo ($S = 0$). La nueva interpretación supone que incluso en un ambiente térmico neutro, existe un almacenamiento de calor asociado (dS_{eq}) al incremento de temperatura interna, ya que incluso en ambientes neutros debe alcanzar un valor de equilibrio ($T_{cr, eq}$). De la ecuación del balance térmico se calcula la evaporación del sudor requerida (E_{req}) como sigue:

$$E_{req} = M - W - C_{res} - E_{res} - C - R - dS_{eq}$$

Por otra parte y como sucedía al utilizar el ISR, la humedad (o mojadura) requerida de la piel (w_{req}) corresponde a la relación entre el flujo de calor por evaporación y el flujo máximo de calor por evaporación en la superficie de la piel:

$$W_{req} = E_{req} / E_{max}$$

La sudoración requerida (SW_{req}) se obtiene al dividir el flujo de calor por evaporación requerido por la eficiencia evaporativa (r_{req}) o fracción de sudor que condensa debido a variaciones pronunciadas de la humedad local de la piel:

$$SW_{req} = E_{req} / r_{req}$$

Cuando la evaporación de sudor requerida (E_{req}) es mayor que la (E_p) se produce un almacenamiento de calor (S) en el organismo (además de dS_{eq}), que se determina a partir de la diferencia entre la evaporación del sudor requerida para que se cumpla el balance térmico (E_{req}), la evaporación previsible (E_p) y las pérdidas por respiración (E_{res}). Estos términos adquieren importancia en el método, ya

que a partir de la determinación del almacenamiento de calor se estiman la temperatura interna (t_{cr}) y, posteriormente la temperatura rectal (t_{re}), cuyo valor determina el tiempo máximo de permanencia. Dicho de otro modo el tiempo máximo de permanencia es el tiempo necesario para que dicha temperatura rectal alcance el límite establecido en norma.

3. INCORPORACIÓN DEL AISLAMIENTO DINÁMICO DE LA ROPA

La actividad (movimiento del cuerpo) y la ventilación modifican las características de aislamiento de la ropa y de la capa de aire adyacente, debido a esto, es necesario introducir una corrección en el coeficiente de transferencia de calor por convección, al calcular el término de convección.

$$C = hc_{dyn} f_{cl} (t_{sk} - t_a)$$

f_{cl} es el factor de área de la ropa y t_{sk} es la temperatura media de la piel, como se definía ya al desarrollar el ISR.

hc_{dyn} es el coeficiente dinámico de transferencia de calor por convección que incluye un factor de corrección para el efecto del aislamiento que se produce en función de las características de la ropa que se utiliza (aislamiento estático), pero además, al introducir el concepto de aislamiento dinámico, se incorporan las variables de movimiento del individuo (ángulo y velocidad con la que se mueve) y del movimiento del aire (velocidad del aire). La velocidad con que el trabajador se mueve, a falta de datos, se estima como una función de la actividad (potencia metabólica, M).

La evaporación máxima (E_{max}) es el flujo máximo de calor por evaporación que puede darse en la superficie de la piel en el caso hipotético de que la piel estuviera completamente mojada. Su expresión matemática, ya empleada en el método ISR, es $E_{max} = (P_{sk,s} - P_a) / R_{tdyn}$, siendo $P_{sk,s}$ la presión de vapor de agua saturado a la temperatura de la piel, pero ahora se incorpora una modificación en la resistencia dinámica total a la evaporación de la ropa y la capa límite de aire (R_{tdyn}), que se calcula teniendo en cuenta la influencia del movimiento del aire y del cuerpo, así como también el índice de permeabilidad de la ropa. Este último, representa la resistencia del atuendo indumentario al paso del vapor de agua osea la resistencia a la evaporación, en este caso del sudor. El valor que se toma en ausencia de datos más concretos, es un valor medio para tejidos estándar (no ropa especial de trabajo), $i_{mst} = 0,38$.

4. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA PRENDAS REFLECTANTES

El flujo de calor por radiación en la superficie de la piel, cuya expresión es $R = h_r f_{cl} (t_{sk} - t_r)$ incluye el coeficiente de transferencia de calor por radiación (h_r), en el que ahora se introduce un factor de corrección F_{clR} que tiene en cuenta el efecto de las prendas de vestir reflectantes. Su expresión matemática es:

$$F_{clR} = (1 - A_p) \cdot 0,93 + A_p \cdot F_r$$

Siendo F_{clR} el factor de reducción del intercambio de calor por radiación, debido a la ropa, A_p la fracción de la superficie del cuerpo cubierta con prendas reflectantes y F_r es la emisividad de la prenda reflectante.

5. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LAS VARIABLES CORPORALES DURANTE LA EXPOSICIÓN AL CALOR

En el caso de condiciones de trabajo intermitentes, el método del Índice de Sudoración Requerida (ISR) utilizaba los valores medios obtenidos a partir de las diferentes secuencias, de E_{req} y de E_{max} , ponderados en el tiempo. El método del Índice de Sobrecarga Térmica (IST) permite predecir la tasa de sudoración, temperatura de la piel, interna y rectal en cada instante (minuto a minuto), teniendo siempre en cuenta la exposición anterior y efectuando ponderaciones exponenciales de algunas de las variables. Así por ejemplo calcula la Temperatura de la piel en el instante de tiempo i a partir de la temperatura de la piel en el instante $i-1$ y de la temperatura media de la piel ($T_{sk,eq}$), mediante la ecuación $T_{sk,i} = (e^{-1/k})T_{sk,i-1} + (1-e^{-1/k})T_{sk,eq}$, donde $T_{sk,i}$ y $T_{sk,i-1}$ = Temperatura de la piel en el instante de tiempo i y $i-1$ y $T_{sk,eq}$ = Temperatura de la piel en equilibrio.

La temperatura media de la piel ($T_{sk,eq}$) se halla en función de las variables termohigrométricas propias de la situación de trabajo, temperatura del aire (t_a), temperatura radiante (t_r), velocidad del aire (v), presión parcial del vapor de agua (p_a), actividad metabólica (M), temperatura rectal (T_{re}) y aislamiento térmico de la ropa (I_c). Las ecuaciones que determinan la temperatura media de la piel varían según que el valor de I_c sea menor de 0,2 clo, entre este valor y 0,6 clo y mayor de 0,6 clo.

La Tasa de sudoración prevista también se obtiene de una ecuación de ponderación exponencial, que para el instante i es, $SW_{p,i} = (e^{-1/k}) SW_{p,i-1} + (1-e^{-1/k}) SW_{req}$; donde $SW_{p,i}$ es la Tasa de sudoración prevista en el instante de tiempo i , y SW_{req} es la Tasa de sudoración requerida.

En las ecuaciones exponenciales anteriores, k es la constante de tiempo asociada, a la que, en la metodología expuesta en la UNE ISO 7933, se da un valor $k = 3$ en el caso de la temperatura de la piel y $k = 10$, cuando se calcula la tasa de sudoración. También se hace $k = 10$ en la ecuación de cálculo la temperatura interna (T_{cr}), que se menciona más adelante.

6. DISTRIBUCIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE CALOR EN EL CUERPO

El modelo que propone el método IST asume que, en el interior del cuerpo, la temperatura varía linealmente desde T_{sk0} (temperatura de la piel inicial) a T_{cr0} (temperatura interna inicial) inicialmente y desde T_{sk} a T_{cr} al final del periodo de tiempo de un minuto. La temperatura interna (T_{cr}) se calcula teniendo en cuenta la distribución entre el interior y la capa de piel del calor almacenado en el cuerpo:

$$T_{cr,i} = \frac{1}{1 - \alpha} \left[\frac{dSi}{c_p \cdot wb} + T_{cr,i-1} - \frac{T_{cr,i-1} - T_{sk,i-1}}{2} \cdot \alpha_{i-1} - T_{sk,i} \frac{\alpha_i}{2} \right]$$

$T_{cr,i}$ = Temperatura interna en el instante i
 c_p = calor específico del aire seco, a presión constante
 wb = masa del cuerpo

$T_{cr,i-1}$ = Temperatura interna en el instante $i-1$

El factor de ponderación utilizado ($1-\alpha$) representa la fracción de masa corporal que se encuentra a la temperatura media interna, y se calcula así:

$$(1 - \alpha) = 0,7 + 0,09 (T_{cr} - 36,8)$$

Que está limitada por los valores:

$$\alpha = 0,7 \text{ para } T_{re} < 36,8^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0,9 \text{ para } T_{re} > 39^\circ\text{C}$$

El modelo de sobrecarga térmica utiliza la temperatura rectal como criterio de sobrecarga fisiológica limitándola a 38°C . A partir de ese valor se considera que existe riesgo por sobrecarga térmica.

La temperatura rectal se obtiene minuto a minuto mediante una fórmula empírica que depende directamente de la temperatura interna en un instante determinado y de la temperatura rectal del instante anterior.

$$T_{re,i} = T_{re,i-1} + \left[T_{cr,i-1} \frac{2T_{cr,i} - 1,962T_{cr,i-1} - 1,31}{9} \right]$$

7. EFICIENCIA EVAPORATIVA DE LA SUDORACIÓN

Tal como se definía en el método del Índice de sudoración requerida y se comentó al principio de este documento la humedad o mojadura requerida de la piel es:

$$w_{req} = E_{req} / E_{max}$$

Cuando E_{req} es mayor que E_{max} la humedad de la piel (fracción de la piel mojada por el sudor) es mayor que la unidad, en este caso el significado es que hay un cierto espesor de la capa de agua sobre la piel (capa sobre capa). Debido a que en la evaporación interviene sólo la superficie, la eficacia evaporativa (r), cuando $w < 1$, es más pequeña y se considera más acertado, en ese caso, adoptar esta expresión

$$r_{req} = \frac{2 - w_{req}^2}{2}$$

No obstante la eficacia evaporativa no es menor de 0,05 por lo que se limita el valor de r_{req} a como mínimo 0,05 (este valor corresponde a $w_{req} = 1,7$, aproximadamente).

Por el contrario, cuando w_{req} calculada es menor o igual a uno se sigue utilizando la expresión de r_{req} , tal como se indica en el ISR, es decir

$$r_{req} = 1 - \frac{2 - w_{req}^2}{2}$$

Aunque para el cálculo de la tasa de sudoración estimada (Sw_p) se permite, en teoría, que la humedad requerida de la piel sea mayor que 1, para el cálculo de la pérdida de calor por evaporación previsible (E_p), como ésta se encuentra restringida a la superficie de la capa de agua, es decir, la superficie de la piel, la humedad de la piel prevista no puede ser mayor que 1. Esto ocurre en el momento en que la tasa de sudoración estimada es más de dos veces el flujo de calor por evaporación máximo ($k = 0,5$).

8. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Los individuos aclimatados son capaces de transpirar más rápidamente, con más abundancia y más uniformemente sobre la superficie de la piel, que los no aclimatados. En consecuencia, los individuos aclimatados tienen

menor almacenamiento de calor y esfuerzo cardíaco (y menor temperatura interna), para una determinada situación. Además, pierden menos sales por el sudor, por lo que dichos individuos son capaces de resistir una mayor pérdida de agua. Con el fin de considerar las diferencias en la respuesta de los individuos aclimatados y no aclimatados se consideran, en ambos casos, valores de referencia máximos de la humedad o mojadura de la piel y de la sudoración. (ver tabla 1).

Variable	Individuos no aclimatados	Individuos aclimatados
Mojadura máxima de la piel (w_{max})	0,85	1
Tasa máxima de sudoración (SW_{max})	$(M-32) \times A_{Du}$	$1,25(M-32) \times A_{Du}$
A_{Du} = área de la superficie de Du Bois del cuerpo, se obtiene de la expresión, $A_{Du} = 0,202 \times (\text{peso en Kg})^{0,425} \times (\text{altura en m})^{0,725}$. SW_{max} debe estar comprendida entre 250 y 400 W/m ²		

Tabla 1. Valores máximos para la humedad de la piel y la tasa de sudoración

Además de los indicados en la tabla 1, el método fija valores máximos admisibles para la temperatura rectal de 38 °C, (en la metodología del ISR se limitaba el incremento de la temperatura interna) y para la pérdida de agua por deshidratación suponiendo que los trabajadores pueden beber agua durante el trabajo a voluntad. Para un individuo medio la pérdida de agua corporal máxima admisible (D_{max50}) es del 7% de su peso total. Esta limitación se considera suficientemente preventiva para el 50% de la población. Una limitación más conservadora, es la del 5% del peso corporal total, que supone proteger al 95% de la población trabajadora y por tanto a personas de respuesta más sensible a la deshidratación (D_{max95}).

Cuando la rehidratación del trabajador durante la exposición al calor no es posible se debe limitar D_{max} al 3% del peso corporal.

9. DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS

Como ya se ha indicado los cálculos para la obtención del tiempo máximo de permanencia y los distintos parámetros fisiológicos de interés, son demasiado laboriosos para hacerlos a mano por lo que, debido al interés que en la valoración de los riesgos por sobrecarga térmica pueda tener esta metodología, existe, en el apartado de "herramientas" un calculador en la Web del INSHT (<http://calculadores.insht.es:86>), que realiza dichos cálculos, presentando las gráficas de evolución de la temperatura interna, rectal y de la piel y de la pérdida de agua y mostrando el tiempo máximo de permanencia en la situación de trabajo definida previamente. Si la exposición no es uniforme sino compuesta de varias etapas, pueden asimismo obtenerse los datos correspondientes. Además la metodología permite, si se dispone de la herramienta de cálculo, simular las jornadas de trabajo, obteniendo la óptima ordenación de las secuencias que pueda suponer la exposición al calor menos agresiva.

La forma en que se deben desarrollar los diferentes cálculos que constituyen el método IST se puede seguir mediante el diagrama de flujo que se presenta en la figura

ra 1. Considerando los parámetros y expresiones mencionados en anteriores párrafos, se obtienen los valores de las siguientes variables para el instante t_i , a partir de las condiciones del cuerpo en el instante anterior t_{i-1} y en función de las condiciones ambientales y metabólicas existentes durante el incremento de tiempo (1 minuto).

De forma resumida las etapas son las siguientes:

- Partiendo de la ecuación del balance térmico se calcula E_{req} , w_{req} y SW_{req} .
- Se estiman los valores previsibles de la mojadura de la piel (wp), la evaporación del sudor (E_p) y de la tasa de sudoración (S_{wp}), teniendo en cuenta las limitaciones del cuerpo (w_{max} y SW_{max}) y la respuesta exponencial del sistema de sudoración.
- A partir de la diferencia entre los flujos de calor por evaporación requerido (E_{req}) y previsto (E_p), se estima la tasa de acumulación de calor. Este calor contribuye a incrementar o disminuir las temperaturas de la piel y el cuerpo y se utiliza en su cálculo.
- Se calculan las temperaturas de la piel, del cuerpo y rectal.
- Se repiten sucesivamente los cálculos para los incrementos de tiempo siguientes.
- Finalmente, se calcula la sudoración total a partir de la sudoración total del instante anterior, la tasa de sudoración prevista y las pérdidas por respiración: $SW_{tot(i)} = SW_{tot(i-1)} + SW_{p(i)} + E_{res(i)}$. A partir de la sudoración total se determinan los valores límite respecto a la pérdida de agua (D_{max}).

Este procedimiento hace posible el considerar no sólo condiciones de trabajo continuo, sino también condiciones ambientales o cargas de trabajo características que varían con el tiempo.

El tiempo de exposición máximo permisible (D_{lim}) se alcanza cuando la temperatura rectal o bien la pérdida acumulada de agua llegan a sus correspondientes valores máximos.

En aquellas situaciones en las que no se puede garantizar una exposición en la que no haya riesgo para la salud, la adopción de medidas de precaución especiales y la vigilancia fisiológica directa e individual de los trabajadores serán necesarias. Las situaciones son las siguientes:

- En aquellas situaciones en que los cálculos realizados indican que el flujo de calor por evaporación máximo en la superficie de la piel es un valor negativo ($E_{max} < 0$) o cuando el tiempo de exposición máximo permisible es inferior a 30 minutos, no se puede garantizar la exposición segura para el trabajador por lo que es necesario la adopción de las medidas de prevención que se consideren suficientes y la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos, ya que se pueden producir diferentes respuestas fisiológicas individuales.

La metodología del IST, se considera aplicable, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 7933:2005, en ambientes de trabajo cuya temperatura del aire no supere 50°C y donde la humedad no sea tal que el valor de la presión parcial del vapor de agua sea superior a 4,5 kPa.

10. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DE SOBRECARGA TÉRMICA

En las tabla 2 y 3 se muestran los resultados de la aplicación del método a exposiciones al calor, de diferentes características. En ellos se ha considerado un individuo

de 75 Kg de peso y 1,80 m de altura ($D_{max50} = 3750$ g y $D_{max95} = 5625$ g). A la vista de los resultados en todas las exposiciones que se muestran, el valor del tiempo máxi-

mo de exposición debería tomarse como el menor de los referidos para alcanzar la temperatura rectal de 38° C y la pérdida hídrica máxima correspondiente.

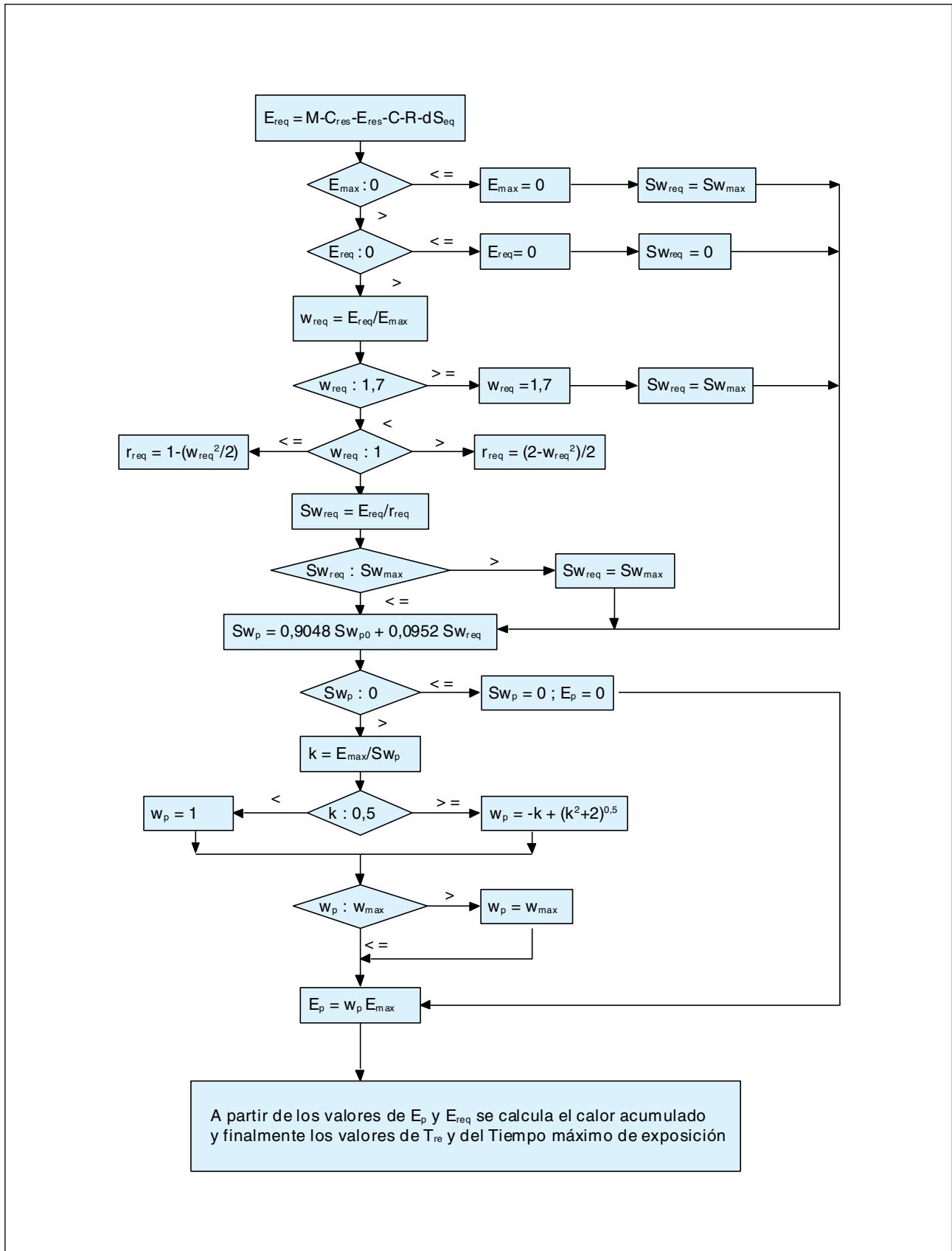


Figura 1. Diagrama de flujo. Metodología del IST

Características de la exposición	Exposiciones											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trabajador aclimatado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Postura de trabajo	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	Sentado	De pie	De pie	De pie	De pie
Temperatura aire (°C)	40	40	40	40	40	35	40	35	40	40	40	30
Humedad relativa (%)	34	40	40	40	40	60	34	40	40	40	40	35
Temperatura globo (°C)	40	50	40	40	40	35	40	35	40	40	40	50
Velocidad aire medida (m/s)	0,3	0,3	1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
Actividad Potencia metabólica estimada (W/m²)	150	150	150	200	150	150	150	100	150	150	150	150
Aislamiento térmico ropa (clo)	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1
Velocidad con la que se camina (m/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5
Ángulo (θ) (grados sexagesimales)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0
Posibilidad de hidratación	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Ropa reflectante	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí (2)	Sí (2)
Resultados obtenidos al aplicar el método del Índice de Sobrecarga Térmica (IST)												
Temperatura rectal final (°C)	37,5	42,6	37,6	38,5	41	37,4	38,1	37,3	37,7	37,6	37,7	38,7
Tiempo transcurrido hasta superar 38°C (minutos)	No supera	40	No supera	120	63	No supera	383	No supera	No supera	No supera	No supera	113
Pérdida total de agua (g)	6180	7269	5269	9372	7243	6324	5827	2720	7188	5604	7188	7284
Tiempo transcurrido hasta superar D_{max95} (min)	297	253	346	200	254	292	314	No supera	154(1)	326	257	253
Tiempo transcurrido hasta superar D_{max50}	439	375	No supera	294	375	429	464	No supera	154(1)	No supera	379	373

Notas:

(1) En la situación 9 se limita al 3% la pérdida de agua debido a que no se produce rehidratación, por lo que $D_{max95} = D_{max50} = 2250$ g.

(2) En las situaciones 11 y 12 se considera la utilización de ropa reflectante que le cubre el tórax, la espalda, brazos y los muslos. El coeficiente de emisividad de dichas prendas es 0,97.

Tabla 2. Aplicación del IST a exposiciones que se mantienen uniformes durante las 8 horas

Características de la exposición	Periodos de tiempo con diferentes condiciones de exposición (duración del periodo en minutos)					
	120	60	120	30	60	90
Trabajador aclimatado	Sí					
Postura de trabajo	De pie	Sentado	De pie	Sentado	De pie	De pie
Temperatura aire (°C)	35	25	40	25	30	35
Humedad relativa (%)	40	50	40	50	35	60
Temperatura globo (°C)	35	26	40	26	50	50
Velocidad aire medida (m/s)	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3
Actividad Potencia metabólica estimada (W/m ²)	150	100	200	100	150	150
Aislamiento térmico ropa (clo)	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,8
Velocidad con la que se camina (m/s)	0	0	0	0	0	0,5
Ángulo (θ) (grados sexagesimales)	0	0	0	0	0	90
Posibilidad de hidratación	Sí					
Ropa reflectante	Sí (1)	No (2)	Sí (1)	No (2)	Sí (1)	Sí (1)
Resultados obtenidos con la aplicación del método del Índice de Sobrecarga Térmica (IST)						
Temperatura rectal final (°C)	39,2					
Tiempo transcurrido hasta superar 38°C (minutos)	230 minutos					
Pérdida total de agua (g)	6089 g					
Tiempo transcurrido hasta superar D _{max95} (min)	308 minutos					
Tiempo transcurrido hasta superar D _{max50}	450 minutos					
Notas:						
(1) Se considera la utilización de ropa reflectante que le cubre el tórax, la espalda, brazos y los muslos. El coeficiente de emisividad de dichas prendas es 0,97.						
(2) Cuando se encuentra en las zonas de descanso se quita la ropa reflectante.						

Tabla 3. Aplicación del IST a jornadas de trabajo compuestas de diferentes períodos de exposición

BIBLIOGRAFÍA

- (1) AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS
Threshold Limit Values (TLVs) and Biological Exposure Indices (BEIs).
Cincinnati, OH 45211-4438. EEUU.
- (2) UNE-EN ISO 7933:2005.
Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.
- (3) J. MALCHAIRE, A. PIETTE, B. KAMPMANN, P. MEHNERT, H. GEBHARDT, HAVENITH, E. DEN HARTOG, I. HOLMER, K. PARSONS, G. ALFANO AND B. GRIEFAHN.
Development and Validation of the Predicted Heat Strain Model.
Ann. occup. Hyg., Vol. 45, No. 2, pp. 123–135, 2001. British Occupational Hygiene Society
- (4) HSE 2002.
The development of a practical heat stress assessment methodology for use in UK industry.
Research Report 008.

Causas de accidentes: clasificación y codificación

*Accident causes: classification and codification
Causes des accidents: classification et codification*

Redactor:

Alejo Fraile Cantalejo
Ingeniero Industrial

**CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN
DE MAQUINARIA**

En esta Nota Técnica de Prevención (NTP), se presenta un sistema de clasificación de las causas de accidentes de trabajo que permite su codificación y ordenación para facilitar su análisis y la definición de las medidas preventivas más eficaces.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La prevención de los accidentes de trabajo requiere la aplicación de varias técnicas entre las que se encuentra la **investigación de accidentes**, que está dedicada a identificar las causas que los han producido para definir las medidas más adecuadas para su prevención.

Dada su importancia y utilidad, su aplicación está establecida en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que en su artículo 16 apartado 3, establece la obligación del empresario de realizar una investigación para detectar las causas de todos los daños a la salud de los trabajadores que se hayan producido. La información obtenida ha de servir también para ajustar la evaluación de riesgos y así aumentar la eficacia de la actividad preventiva apoyada en ella.

La exigencia del legislador está orientada a favorecer la obtención de una información sobre sucesos que es necesario evitar para lograr unas condiciones de trabajo seguras. Conocer lo que ha alterado el desarrollo adecuado de un trabajo permite definir las medidas que hagan posible su control, y con esa intención, es recomendable analizar todos los incidentes que se hayan producido, hayan tenido o no consecuencias para la salud de los trabajadores, ya que conocer y controlar las causas de esos sucesos no deseados, nos ayuda a garantizar un trabajo seguro.

Con el fin de facilitar esa tarea, este documento presenta un sistema de clasificación y codificación de las causas obtenidas en el proceso de investigación de accidentes.

Antecedentes

La utilidad de clasificar las causas de los accidentes ha generado la creación de variados sistemas para ello, que han tratado de facilitar la recogida de la información que en cada época y circunstancia se consideraba necesario.

Así, podemos encontrarnos sistemas que reflejan el

interés por identificar de forma separada los *factores técnicos o condiciones peligrosas* y los *factores humanos o actos inseguros*, ya que el modelo preventivo subyacente en ellos considera que eso es suficiente para comprender y controlar los factores que han hecho posible que el accidente se produjera.

Según otros esquemas, los dos bloques antedichos estarían dentro de las denominadas *causas inmediatas*, cuya aparición se explica a través de las *causas fundamentales o básicas*, y relacionadas en su mayor parte con la *falta de control de la Dirección* en la planificación, organización, ejecución y control.

La toma en consideración de los *factores organizativos* es actualmente un requisito fundamental, pues sin ellos es difícil poder analizar el accidente con la suficiente profundidad para garantizar unas medidas correctoras eficaces, y así se ha puesto de manifiesto en varias propuestas efectuadas en los últimos años.

Haciendo un breve recorrido histórico, el *Programa INVAC*, desarrollado por el INSHT entre 1993 y 1996, se apoyaba en unos instrumentos para la recogida de información, incluyendo un programa informático específico, que en líneas generales incorporaba esa visión globalizadora tan necesaria. En esa misma línea se encuentra la NTP-442 de 1997: *"Investigación de accidentes-incidentes: procedimiento"*, elaborada por Tomás Piqué, y la NTP-592: *"La gestión integral de los accidentes de trabajo (I): tratamiento documental e investigación de accidentes"*, de Bestratén, M., Gil Fisa, A y Piqué, T.

Finalmente, el código que se presenta en este documento está elaborado por un grupo de técnicos del INSHT y de los Órganos Técnicos de las Comunidades Autónomas, encargados de la realización del estudio denominado *"Análisis de la mortalidad por accidente de trabajo en España"*, iniciado en el año 2001 y que analiza las causas de los accidentes mortales obtenidas en las investigaciones realizadas por dichos técnicos y cuyos resultados se muestran en los estudios publicados desde el año 2002 hasta la fecha. El código de causas original

fue elaborado en 2001 por el citado grupo de trabajo y, con modificaciones parciales, dio origen al que ahora se presenta, que es el utilizado desde el año 2008. (1).

Asimismo, dicho código es el propuesto para la realización del *Plan Prevea*, programa de compromiso voluntario incluido en la Estrategia española de seguridad y salud en el trabajo 2007-2011, actualmente en aplicación con carácter experimental en España (2).

2. CLASIFICACIÓN DE CAUSAS

Para aprovechar adecuadamente la información recogida en el proceso de investigación del accidente, es necesario disponer de un sistema de clasificación y codificación que permita recoger y ordenar las causas obtenidas con el fin de identificar las más relevantes, así como las relaciones (agrupaciones, combinaciones, asociaciones con otras variables, etc.) que se producen entre ellas, lo que a veces requiere reunir un mayor número de accidentes y de causas para poder poner de manifiesto ciertas tendencias que no es posible observar en accidentes aislados.

Para poder clasificar las causas que han intervenido en un accidente, es necesario establecer un esquema que contemple la mayor parte de factores que pueden intervenir en un accidente de trabajo, que pueden ser de naturaleza muy variada.

De forma general, es de esperar que en un accidente de trabajo hayan estado presentes características relacionadas al menos con los elementos indicados en la tabla 1.

PERSONAS
LUGARES DE TRABAJO
MATERIALES Y AGENTES
MEDIOS TÉCNICOS
MEDIOS ORGANIZATIVOS (incluidos los relativos a la gestión preventiva)

Tabla 1. Elementos presentes en un accidente de trabajo

Para facilitar el manejo de variables de dichos ámbitos, en el código propuesto, se establecieron 9 grupos y sus correspondientes subgrupos, que se reflejan en la tabla 2.

Por su especificidad preventiva se ha considerado conveniente separar las instalaciones de los equipos de trabajo, y dentro de éstos, las máquinas del resto. Asimismo, aún tratándose en ambos casos de aspectos organizativos, era evidente la utilidad de separar las deficiencias de la organización del trabajo de las relativas a la gestión de la prevención. Dada la variedad de situaciones a recoger, es imprescindible establecer un grupo dedicado a *otras causas*, que servirá para ir identificando aquellas situaciones que no tienen cabida en el código y facilitarán su proceso de mejora.

Esta clasificación se apoya en la elaborada en 2001 por el citado grupo de técnicos INSHT-CCAA, que se aplicó a los accidentes mortales ocurridos a partir de 2002, obteniéndose una experiencia que permitió identificar posibilidades de mejora del código que fueron recogiendo en modificaciones parciales que dieron origen finalmente al que ahora se presenta que es el utilizado desde el año 2008.

GRUPO	CÓDIGO DE CAUSAS
1	CONDICIONES DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO
11	Configuración de los espacios de trabajo
12	Orden y limpieza
13	Agentes físicos en el ambiente
2	INSTALACIONES DE SERVICIO O PROTECCIÓN
21	Diseño, construcción, ubicación, montaje, mantenimiento, reparación y limpieza de instalaciones de servicio o protección
22	Elementos y dispositivos de protección de instalaciones de servicio o protección
23	Señalización e información de instalaciones de servicio o protección
3	MÁQUINAS
31	Diseño, construcción, ubicación, montaje, mantenimiento, reparación y limpieza de máquinas
32	Elementos y dispositivos de protección de máquinas
33	Señalización e información de máquinas
4	OTROS EQUIPOS DE TRABAJO
41	Diseño, construcción, ubicación, montaje y limpieza de otros equipos de trabajo
42	Elementos y dispositivos de protección de otros equipos de trabajo
43	Señalización e información de otros equipos de trabajo
5	MATERIALES Y AGENTES CONTAMINANTES
51	Manipulación y almacenamiento de materiales
52	Productos químicos (sustancias o preparados)
53	Agentes biológicos y seres vivos
6	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO
61	Método de trabajo
62	Realización de las tareas
63	Formación, información, instrucciones y señalización sobre la tarea
64	Selección y utilización de equipos y materiales
7	GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN
71	Gestión de la prevención
72	Actividades preventivas
8	FACTORES PERSONALES/INDIVIDUALES
81	Factores de comportamiento
82	Factores intrínsecos, de salud o capacidades
9	OTROS
91	Otras causas
92	Hechos no causales

Tabla 2. Grupos y subgrupos de causas

El análisis de las investigaciones de accidentes mortales efectuadas por técnicos de prevención de Organismos pertenecientes a las Administraciones Públicas obtenidos desde 2002 están publicados por el INSTITUTO NACIONAL DE SEGUROIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (www.oect.es).

Los resultados obtenidos en la aplicación del código de causas durante estos años de desarrollo del proyecto, nos permiten recomendar claramente su utilización en la empresa, por parte de los recursos preventivos, sean propios o ajenos, pese a las diferencias que aparentemente pudiera haber entre una investigación de accidentes interna y otra de carácter oficial y más formal.

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
G.1	CONDICIONES DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO
11	CONFIGURACIÓN DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO
1101	Deficiente diseño ergonómico del puesto de trabajo.
1102	Superficies de trabajo habitualmente inestables, incluidos barcos.
1103	Espacio insuficiente en lugares de trabajo o en las zonas de tránsito.
1104	Ausencia/deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas.
1105	Aberturas y huecos desprotegidos.
1106	Falta de seguridad estructural o estabilidad de paramentos, etc.
1107	Ausencia de señalización de límite de sobrecarga de uso de las superficies de trabajo.
1108	Falta/deficiencia de entibación o taludes inadecuados.
1109	Dificultad/deficiencia en el acceso al puesto de trabajo.
1110	Pavimento deficiente o inadecuado (discontinuo, resbaladizo, inestable, con pendiente excesiva, etc.).
1111	Escaleras fijas, de servicio o escala inseguras por falta de anchura, peldaño desigual, huella insuficiente etc o en mal estado.
1112	Vías de evacuación o salida no señalizadas o señalizadas de forma insuficiente o incorrecta.
1113	Ausencia de vías de evacuación o insuficientes en número, mal dimensionadas, obstruidas o incorrectamente distribuidas.
1114	Inexistencia, insuficiencia o ineficacia de sectorización o aislamiento de áreas de riesgos, como por ejemplo zonificación de atmósferas explosivas, espacios confinados, zonas extremadamente cálidas o frías etc.
1115	Deficiencia/ausencia de señalización u otro tipo de elementos necesarios para la delimitación de la zona de trabajo (ej.: maniobras o trabajos próximos a instalaciones de a.t., área de obra, movimientos de vehículos, etc.).
1116	Vías de circulación deficientes (insuficientes, mal dimensionadas o con faltas de separación entre ellas).

La unificación de la información recogida, con uno u otro código de causas, es importante para favorecer la comparación interna en la empresa, tanto interdepartamental como intercentros, y asimismo permite analizar la evolución de aparición de ciertas deficiencias a lo largo del tiempo. La utilización de un código ya probado y que se utiliza en estudios publicados, presenta además la ventaja de poder realizar comparaciones sectoriales y con empresas del mismo segmento de actividad, tamaño o por tipología de accidentes.

La clasificación detallada de las causas con sus respectivos códigos, se indican en la tabla 3.

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
1117	Diseño incorrecto de ventanas (sistema de cierre inseguro, falta de previsión de situaciones de limpieza y mantenimiento).
1118	Diseño incorrecto de puertas y pontones (sistema de cierre inseguro, sin parada de emergencia, falta de previsión situaciones de limpieza y mantenimiento).
1199	Otras causas relativas a la configuración de los espacios de trabajo.
12	ORDEN Y LIMPIEZA
1201	Orden y limpieza deficientes.
1202	Ausencia o deficiencia de medios para drenaje de líquidos.
1203	No delimitación entre las zonas de trabajo o tránsito y las de almacenamiento o no respetar las zonas establecidas.
1299	Otras causas relativas al orden y limpieza.
13	AGENTES FÍSICOS EN EL AMBIENTE
1301	Causas relativas al nivel de ruido ambiental.
1302	Causas relativas a vibraciones.
1303	Causas relativas a radiaciones ionizantes.
1304	Causas relativas a radiaciones no ionizantes.
1305	Iluminación insuficiente o inapropiada.
1306	Deslumbramientos.
1307	Causas relativas a la temperatura y condiciones termo higrométricas.
1308	Causas relativas a los aspectos meteorológicos.
1309	Ausencia/deficiencia de protecciones para evitar la generación y propagación de agentes físicos.
1399	Otras causas relativas a los agentes físicos en el ambiente.
1999	Otras causas relativas a las condiciones de los espacios de trabajo.
G.2	INSTALACIONES DE SERVICIO O PROTECCIÓN
21	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, UBICACIÓN, MONTAJE, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y LIMPIEZA DE INSTALACIONES DE SERVICIO O PROTECCIÓN

Tabla 3. Código de causas

Continúa en páginas siguientes

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
2101	Corte no debidamente previsto de suministro energético o de servicios (agua, electricidad, aire comprimido, gases, etc.).
2102	No uso de muy baja tensión de funcionamiento (compatible con el MI BT 036) estando establecido su uso obligatorio.
2103	Defectos en el diseño, construcción, montaje, mantenimiento o uso de instalaciones eléctricas (ubicación de celdas de alta tensión, transformadores, aparallaje o instalaciones de baja tensión).
2104	Ausencia/deficiencia de sistemas para evitar la generación de electricidad estática.
2105	Sistemas de detección de incendios-transmisión de alarma inexistentes, insuficientes o ineficaces.
2106	Almacenamiento de Sustancias y/o Preparados inflamables ("Clasificados como Clases A y B en la MIE-APQ 1") en coexistencia con focos de ignición de distinta etiología (eléctricos, térmicos, mecánicos...), sin el control preciso.
2107	Inexistencia de instalación anti-explosiva en atmósferas potencialmente explosivas (aplicable a equipos eléctricos, instrumentos neumáticos e hidráulicos).
2108	Dificultad para efectuar un adecuado mantenimiento o limpieza de instalaciones de servicio o protección.
2109	Instalación de servicio o protección en mal estado por otra causa diferente de las anteriores.
2110	Ausencia de cubeto de retención de una Instalación de almacenamiento de productos químicos.
2111	Tanques o depósitos inadecuados (por diseño, construcción, ubicación, mantenimiento, uso, etc) por ejemplo no estancos o fabricados con material inadecuado para la naturaleza de la sustancia almacenada.
2112	Sistemas inadecuados de conducción de sustancias o preparados (por diseño, construcción, ubicación, mantenimiento, uso, etc) por ejemplo no estancos, fabricados con material inadecuado para la naturaleza de la sustancia transportada.
2199	Otras causas relativas al diseño, construcción, montaje, mantenimiento, reparación y limpieza de instalaciones de servicio y protección
22	ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE INSTALACIONES DE SERVICIO O PROTECCIÓN
2201	Ausencia/deficiencia de medios para evitar los contactos eléctricos directos (defectos en el aislamiento de las partes activas, barreras o envolventes inexistentes o ineficaces, ausencia o deficiencia en los medios para obstaculizar el paso o incumplimiento en cuanto a las distancias que conforman el volumen de accesibilidad).
2202	Deficiencias de aislamiento o inadecuado grado de protección (i.p.) en conductores, tomas de corriente, aparatos o conexiones eléctricas defectuosas de la instalación.
2203	Ausencia o no funcionamiento de elementos constituyentes del sistema de prevención contra contactos indirectos (interruptores diferenciales por ser inadecuados o haber sido "puenteados", puesta a tierra, etc.).
2204	Ausencia o no funcionamiento de dispositivos para la eliminación de la electricidad estática.

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
2205	Imposibilidad de corte omnipolar simultáneo en Instalaciones eléctricas.
2206	Ausencia de protección contra sobre-intensidad, sobrecarga y cortocircuito en instalaciones eléctricas.
2207	Ausencia de protección contra sobrepresión(válvulas de presión, venteos, discos de rotura, válvulas de descarga, etc.).
2208	Inexistencia, insuficiencia o ineficacia de medios de extinción.
2209	Generación de atmósferas peligrosas por deficiencias de ventilación, natural o forzada.
2210	Dispositivos de enclavamiento violados (puenteados, anulados, etc.).
2299	Otras causas relativas los elementos y dispositivos de protección de instalaciones de servicio y protección.
23	SEÑALIZACIÓN E INFORMACIÓN DE INSTALACIONES DE SERVICIO O PROTECCIÓN
2301	Defectos o insuficiencias en la identificación de conductores activos y de protección.
2302	Conducciones de fluidos peligrosos deficientemente señalizadas (inflamables, tóxicos, corrosivos, etc.).
2303	Medios de lucha contra incendios no señalizados o señalizados incorrectamente (pulsadores de alarma, extintores, bie's,etc.).
2399	Otras causas relativas a la señalización e información de protección de instalaciones de servicio y protección
2999	Otras causas relativas a las instalaciones de servicio y protección
G.3	MÁQUINAS
31	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, UBICACIÓN, MONTAJE, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y LIMPIEZA DE MÁQUINAS
3101	Diseño incorrecto de la máquina o componente que hace que no se cumplan los principios de la preventión intrínseca y/o de la ergonomía.
3102	Modificaciones realizadas en la máquina que dan lugar a situaciones de riesgo no previstas por el fabricante.
3103	Deficiente ubicación de la máquina.
3104	Defectos de estabilidad en equipos, máquinas o sus componentes.
3105	Resistencia mecánica insuficiente de la máquina.
3106	Diseño incorrecto de la máquina frente a presión interna o temperatura o agresión química.
3107	Focos de ignición no controlados (por causa mecánica, eléctrica, térmica o química).
3108	Fallos en el sistema neumático, hidráulico o eléctrico.
3109	Órganos de accionamiento inseguros (incorrecto diseño, no visibles o identificables, que posibilitan arranques intempestivos, imposibilitan la detención de partes móviles, variación incontrolada de velocidad, mal funcionamiento del modo manual, etc.).

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA	CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
3110	Falta de dispositivos de parada, puesta en marcha y control en el punto de operación (en este epígrafe no se contempla la parada de emergencia).	3299	Otras causas relativas a los elementos y dispositivos de protección de máquinas.
3111	Accesibilidad a órganos de la máquina peligrosos (atrapantes, cortantes, punzantes, o con posibilidad de ocasionar un contacto eléctrico).	33	SEÑALIZACIÓN E INFORMACIÓN DE MÁQUINAS
3112	Accesibilidad o falta de medios de aislamiento a zonas de la máquina en las que puede haber sustancias peligrosas por pérdidas, fugas etc. o a zonas extremadamente calientes/frías.	3301	Ausencia de alarmas (puesta en marcha de máquinas peligrosas o marcha atrás de vehículos, etc.).
3113	Deficiencia de los medios de acceso al puesto de trabajo o de conducción de la maquina.	3302	Deficiencia/ausencia del manual de instrucciones de máquinas.
3114	Visibilidad insuficiente en el puesto de conducción de la máquina ya sea por un mal diseño o por no disponer de dispositivos auxiliares que mejoren la visibilidad cuando el campo de visión no es directo (espejos, cámaras de T.V.).	3399	Otras causas relativas a la señalización e información de máquinas.
3115	Defectos o ausencia en el sistema de dirección de la máquina automotriz, en el mecanismo de embrague, en el sistema de cambio de velocidades o en el sistema de frenos.	3999	Otras causas relativas a las máquinas.
3116	Dificultad para efectuar un adecuado mantenimiento, reglaje o limpieza (accesibilidad a partes internas, dificultad de manipulación, dificultad de supervisión, ausencia de medios de diagnóstico).	G.4	OTROS EQUIPOS DE TRABAJO
3117	Ausencia/deficiencia de elementos de montaje de máquinas.	41	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, UBICACIÓN, MONTAJE Y LIMPIEZA DE OTROS EQUIPOS DE TRABAJO
3118	Deficiencia en el dispositivo de enganche/desenganche entre maquinas.	4101	Diseño incorrecto del equipo que hace que no se cumplan los principios de la prevención intrínseca y/o de la ergonomía.
3119	Categoría insuficiente del dispositivo de mando o de protección.	4102	Deficiente ubicación, defectos de estabilidad en equipos de trabajo debido a una incorrecta construcción, montaje y mantenimiento.
3199	Otras causas relativas al diseño, ubicación, construcción, montaje, mantenimiento reparación y limpieza de máquinas.	4103	Resistencia mecánica insuficiente del equipo de trabajo.
32	ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE MÁQUINAS	4104	Diseño incorrecto del equipo de trabajo frente a presión interna o temperatura o agresión química.
3201	Ausencia y/o deficiencia de resguardos y de dispositivos de protección (nota: el fallo puede consistir en la inexistencia de resguardos o de dispositivos de protección, en su mala instalación, en su aplicación en lugar de otros más adecuados al riesgo que quieren evitar).	4105	Partes del equipo accesibles peligrosas (atrapantes, cortantes, punzantes,etc.).
3202	Parada de emergencia inexistente, ineficaz o no accesible.	4106	Escalera de mano insegura (material no resistente, apoyos inadecuados,etc.).
3203	Ausencia/deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas y objetos desde máquinas.	4199	Otras causas relativas al diseño, ubicación, construcción, montaje, y limpieza de otros equipos de trabajo.
3204	Ausencia/deficiencia de protecciones antivuelco en máquinas automotrices (r.o.p.s.).	42	ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DEPROTECCIÓN DE OTROS EQUIPOS DE TRABAJO
3205	Ausencia/deficiencia de estructura de protección contra caída de materiales (f.o.p.s.).	4201	Ausencia/deficiencia de elementos de seguridad en los medios de elevación de cargas (pestillos de seguridad en ganchos, etc).
3206	Ausencia de medios técnicos para la consignación (imposibilidad de puesta en marcha) de la máquina o vehículo.	4202	Ausencia de elementos de protección de herramientas (protectores de empuñaduras, etc).
3207	Ausencia de dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados utilicen los equipos de trabajo.	4203	Ausencia/deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas y objetos desde equipos de trabajo.
3208	Ausencia/deficiencia o falta de uso de dispositivos que mantengan a los conductores o a los trabajadores transportados en su posición correcta durante el desplazamiento.	4299	Otras causas relativas a los elementos y dispositivos de protección de otros equipos de trabajo
		43	SEÑALIZACIÓN E INFORMACIÓN DE OTROS EQUIPOS DE TRABAJO
		4301	Deficiencia/ausencia del manual de instrucciones o señalización (nota: el fallo puede consistir en la inexistencia del manual de instrucciones o en la insuficiente o ininteligible información contenida en él o en la utilización de un idioma incomprensible).
		4302	Falta de señalización e información acerca de la carga máxima en eslingas y otros accesorios de elevación.
		4399	Otras causas relativas a la señalización e información de otros equipos de trabajo

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
4999	Otras causas relativas a otros equipos de trabajo
G.5 MATERIALES Y AGENTES CONTAMINANTES	
51 MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES	
5101	Defectos en los materiales utilizados de forma general, excluidos los que conforman una máquina, instalación y equipo.
5102	Materiales muy pesados, voluminosos, de gran superficie, inestables o con aristas/perfiles cortantes, en relación con los medios utilizados en su manejo.
5103	No mecanización o automatización de las operaciones de carga/descarga.
5104	Deficiente sistema de almacenamiento, empaquetado, paletizado, apilamiento, etc.
5105	Zonas de almacenamiento inadecuadas o no previstas.
5106	Falta de planificación y/o vigilancia en operaciones de levantamiento de cargas.
5199	Otras causas relativas a la manipulación y almacenamiento de materiales
52 PRODUCTOS QUÍMICOS (sustancias o preparados)	
5201	Inhalación, ingestión o contacto con productos químicos (sustancias o preparados) presentes en el puesto de trabajo.
5202	Ausencia o deficiencia en los procedimientos de manipulado o almacenamiento de productos químicos (sustancias o preparados).
5203	Presencia de productos químicos (sustancias o preparados) en el ambiente (tóxicos, irritantes, inflamables, etc...) en cualquier estado (polvos, vapores, gases, etc.), cuyo control o eliminación no está garantizado.
5204	Productos químicos (sustancias o preparados) capaces de producir reacciones peligrosas (exotérmicas, tóxicas, etc) cuyo control o eliminación no está garantizado.
5205	Productos químicos (sustancias o preparados) inflamable o explosiva, en cualquier estado físico, cuyo control o eliminación no está garantizado.
5206	Posibilidad de contacto o mezcla de productos químicos (sustancias o preparados) incompatibles o que pueden generar una reacción con desprendimiento de productos tóxicos, corrosivos y/o calor.
5207	Fugas o derrames de productos químicos (sustancias o preparados) (durante su fabricación, transporte, almacenamiento y manipulación).
5208	Deficiente envasado y etiquetado de los productos químicos (sustancias o preparados) utilizados en caso de trasvase en la propia empresa
5209	Deficiente envasado y etiquetado de los productos químicos (sustancias o preparados) utilizados (excluido los trasvasados en la propia empresa).
5210	Ausencia/deficiencia de protecciones para evitar la generación y propagación de agentes químicos (estarán incluida la ausencia/deficiencia de dispositivos de encapsulamiento de la fuente y en general de aquellos que eviten o minimizan la liberación de agentes).

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
5299	Otras causas relativas a los productos químicos
53 AGENTES BIOLÓGICOS Y SERES VIVOS	
5301	Contacto o presencia de animales.
5302	Agentes biológicos o seres vivos susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad, cuyo control o eliminación no está garantizado.
5303	Ausencia/deficiencia de protecciones para evitar la generación y propagación de agentes biológicos (estarán incluida la ausencia/deficiencia de dispositivos de encapsulamiento de la fuente y en general de aquellos que eviten o minimizan la liberación de agentes).
5304	Deficiencia de medidas de higiene personal adecuadas para la prevención de enfermedades infecciosas.
5399	Otras causas relativas a los agentes biológicos y seres vivos
5999	Otras causas relativas a materiales y agentes contaminantes
G.6 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	
61 MÉTODO DE TRABAJO	
6101	Método de trabajo inexistente.
6102	Método de trabajo inadecuado.
6103	Diseño inadecuado del trabajo o tarea.
6104	Apremio de tiempo o ritmo de trabajo elevado.
6105	Trabajo monótono o rutinario, sin medidas para evitar su efecto nocivo.
6106	Trabajos solitarios sin las medidas de prevención adecuadas.
6107	Sobrecarga de la máquina o equipo (respecto a sus características técnicas).
6108	Sobrecarga del trabajador (fatiga física o mental).
6109	Existencia de interferencias o falta de coordinación entre trabajadores que realizan la misma o distintas tareas.
6110	Ausencia de vigilancia, control y dirección por persona competente.
6111	No organizar el trabajo teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas adversas.
6199	Otras causas relativas a los métodos de trabajo
62 REALIZACIÓN DE LAS TAREAS	
6201	Operación inhabitual para el operario que la realiza, sea ordinaria o esporádica.
6202	Operación destinada a evitar averías o incidentes o a recuperar incidentes.
6203	Operación extraordinaria realizada en caso de incidentes, accidentes o emergencias.
6299	Otras causas relativas a la organización de las tareas
63 FORMACIÓN, INFORMACIÓN, INSTRUCCIONES Y SEÑALIZACIÓN SOBRE LA TAREA	

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA	CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
6301	Deficiencias en el sistema de comunicación a nivel horizontal o vertical, incluyendo la incomprendición del idioma.	7102	Inexistencia o deficiencia de un procedimiento que regule la planificación de la implantación de las medidas preventivas propuestas, incluidas las referidas a los planes de seguridad en las Obras de Construcción.
6302	Instrucciones inexistentes.	7103	Procedimientos inexistentes o insuficientes para formar o informar a los trabajadores de los riesgos y las medidas preventivas.
6303	Instrucciones respecto a la tarea confusas, contradictorias o insuficientes.	7104	Deficiencias en la organización de los recursos obligatorios (organización preventiva) para la realización de las actividades preventivas exigidas por la normativa.
6304	Formación/información inadecuada o inexistente sobre la tarea.	7105	Procedimientos inexistentes, insuficientes o deficientes, para la coordinación de actividades realizadas por varias empresas.
6305	Procedimientos inexistentes o insuficientes para formar o informar a los trabajadores acerca de la utilización o manipulación de maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo.	7106	Inadecuada política de compras desde el punto de vista de la prevención.
6306	Deficiencia/ausencia de información o señalización visual o acústica obligatoria o necesaria, incluyendo la utilización de un idioma incomprendible para el trabajador.	7107	Sistema inadecuado de asignación de tareas por otras razones que no sean la falta de cualificación o experiencia.
6307	Falta de señalista en caso necesario para organizar la circulación de personas y/o vehículos, así como el manejo de cargas.	7108	No apreciar las características de los trabajadores para la realización de la tarea o en función de los riesgos.
6308	Deficiencia/ausencia de señalización de "prohibido maniobra" en los órganos de accionamiento, en caso de trabajos a efectuar sin tensión, sin presión o sin otras energías.	7199	Otras causas relativas a la gestión de la prevención.
6399	Otras causas relativas a la formación, información, instrucciones y señalización sobre la tarea.	72 ACTIVIDADES PREVENTIVAS	
64 SELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES		7201	No identificación del/los riesgos que han materializado el accidente.
6401	No poner a disposición de los trabajadores las máquinas, equipos y medios auxiliares necesarios o adecuados.	7202	Medidas preventivas propuestas en la planificación derivada de la evaluación de riesgos insuficientes o inadecuadas, incluidas las referidas al Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en Obras de Construcción.
6402	Selección de máquinas no adecuadas al trabajo a realizar.	7203	No ejecución de medidas preventivas propuestas en la planificación derivada de la evaluación de riesgos.
6403	Selección de útiles, herramientas y medios auxiliares no adecuados al trabajo a realizar.	7204	Falta de control del cumplimiento del Plan de seguridad y salud en Construcción.
6404	Selección de materiales no adecuados al trabajo a realizar.	7205	Mantenimiento preventivo inexistente o inadecuado o falta de realización de las revisiones periódicas obligatorias.
6405	Utilización de la máquina de manera no prevista por el fabricante.	7206	Formación/información inadecuada, inexistente sobre riesgos o medidas preventivas.
6406	Utilización de útiles, herramientas y medios auxiliares de manera no prevista por el fabricante.	7207	Inexistencia o inadecuación de plan y/o medidas de emergencia.
6407	Utilización de materiales en general de manera no prevista por el fabricante.	7208	No poner a disposición de los trabajadores las prendas o equipos de protección necesarios o ser estos inadecuados o mal mantenidos, o no supervisar su correcta utilización.
6408	No comprobación del estado de las máquinas, herramientas, equipos o medios auxiliares antes de su utilización.	7209	Falta de presencia de los recursos preventivos requeridos.
6409	Ausencia de medios organizativos o procedimientos para la consignación de máquinas, instalaciones y lugares de trabajo.	7210	Vigilancia de la salud inadecuada a los riesgos del puesto de trabajo.
6499	Otras causas relativas a la selección y utilización de equipos y materiales.	7211	Ausencia/deficiencias de permisos y/o procedimientos de trabajo en intervenciones peligrosas (por ejemplo soldaduras en zonas de riesgo, trabajos en tensión, espacios confinados etc.).
6999	Otras causas relativas a la organización del trabajo.	7212	Asignación de tarea a un trabajador con falta de cualificación o experiencia.
G.7 GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN		7299	Otras causas relativas a las actividades preventivas.
71 GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN			
7101	Inexistencia o insuficiencia de un procedimiento que regule la realización de las actividades dirigidas a la identificación y evaluación de riesgos, incluidas las referidas a los estudios requeridos en las Obras de Construcción.		

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
7999	Otras causas relativas a la gestión de la prevención.
G.8	FACTORES PERSONALES/INDIVIDUALES
81	FACTORES DE COMPORTAMIENTO
8101	Realización de tareas no asignadas.
8102	Incumplimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo.
8103	Incumplimiento de normas de seguridad establecidas.
8104	Uso indebido de materiales, herramientas o útiles de trabajo, puestos a disposición por la empresa.
8105	Uso indebido o no utilización de medios auxiliares de trabajo o de seguridad puestos a disposición por la empresa y de uso obligatorio (empujadores, distanciadores, etc.).
8106	No utilización de equipos de protección individual puestos a disposición por la empresa y de uso obligatorio.
8107	Retirada o anulación de protecciones o dispositivos de seguridad.
8108	Permanencia de algún trabajador dentro de una zona peligrosa o indebida.

CÓDIGO DE CAUSA	CAUSA
8109	Adopción de una postura inadecuada en el puesto de trabajo.
8199	Otras causas relativas a los factores de comportamiento.
82	FACTORES INTRINSEcos, DE SALUD O CAPACIDADES
8201	Incapacidad física o mental para la realización normal del trabajo.
8202	Deficiente asimilación de órdenes recibidas.
8203	Falta de cualificación y/o experiencia para la tarea realizada achacable al trabajador.
8299	Otras causas relativas a los factores intrínsecos, de salud o capacidades
8999	Otras causas relativas a los factores personales-individuales
G.9	OTROS
91	OTRAS CAUSAS
9199	Otras causas.
92	HECHOS NO CAUSALES
9299	Hechos no causales.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) <http://www.oect.es/portal/site/Observatorio/menuitem.1a9b11e0bf717527e0f945100bd061ca/?vgnnextoid=4474e39fd7218110VgnVCM100000b80ca8c0RCRD&vgnnextchannel=c1ce0f94131d6210VgnVCM1000000705350aRCRD>
- (2) <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Instituto/Comision/GruposTrabajo/ficheros/PREVEA.pdf>

Exposición simultánea a varios agentes químicos: criterios generales de evaluación del riesgo

*Mixed exposure to chemical agents: Risk assessment
Exposition simultanée à des multiples agents chimiques: évaluation du risque*

Redactora:

Núria Cavallé Oller
Licenciada en Ciencias Químicas
**CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO**

En esta Nota Técnica se proponen criterios para la evaluación del riesgo laboral por exposición simultánea a varios agentes químicos, situaciones en las que pueden existir efectos combinados, ya sean aditivos, sinérgicos o antagónicos. Se expone un procedimiento sistemático basado en la información toxicológica disponible sobre las mezclas, los agentes y sus efectos comunes. Si se identifican tales efectos comunes pero no puede determinarse la naturaleza de la interacción, se propone tratarlos al menos como aditivos. Se listan fuentes de información y una aplicación informática para facilitar la recopilación y análisis de la información necesaria.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La coexistencia de varios agentes químicos es un hecho habitual en los puestos de trabajo y cobra especial relevancia en determinados sectores u operaciones (tabla 1). En estas situaciones la toma de decisiones se convierte en un proceso complejo donde influye no sólo el número de agentes y vías de exposición considerados, sino la posibilidad de que existan interacciones de distinta naturaleza entre los agentes, que determinen un nivel o tipo de riesgo distinto al que supondría la exposición independiente a los mismos. Existe poca información toxicológica sobre mezclas (incluso las más habitualmente presentes en entornos industriales, como disolventes, humos de combustión, etc) y en consecuencia es difícil encontrar directrices que indiquen cómo proceder en tales situaciones. Con carácter general, el procedimiento de actuación es la evaluación independiente de cada agente y la posterior determinación, mediante el análisis bibliográfico, de la necesidad de considerar interacciones entre agentes y en caso afirmativo el estudio de dicha interacción.

La normativa sobre prevención de los riesgos laborales derivados de agentes químicos (Real Decreto 374/2001, artículo 3.6) menciona la necesidad de considerar la posible combinación de los distintos agentes presentes. El apartado correspondiente de la Guía Técnica remite al documento sobre "Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España" donde se adopta el criterio propuesto por la ACGIH, que constituye prácticamente la única referencia disponible hasta hace pocos años sobre el tratamiento de las exposiciones combinadas y que se reproduce más adelante en esta Nota Técnica.

En cuanto a la terminología a emplear, la literatura consultada se refiere a *exposición agregada* cuando se considera la exposición a un solo agente por todas las vías de exposición y a *exposición acumulada* cuando

se consideran todos los agentes por todas las vías de exposición. Otros términos empleados, sin especificación de las vías consideradas, son coexposición, exposición múltiple, o exposición combinada, siendo más habitual este término cuando se habla de efectos.

A efectos de esta Nota Técnica las exposiciones combinadas se definen como aquéllas sufridas de forma simultánea a varios agentes químicos (se analiza más adelante el concepto de simultaneidad), y por la principal vía de exposición en higiene industrial, la inhalatoria.

No se tratan en este documento los efectos combinados de la exposición a agentes químicos y físicos, como por ejemplo ruido (véase apéndice 5 de la Guía Técnica del Real Decreto 286/2006) o de agentes químicos y hábitos tóxicos (por ejemplo, consumo de alcohol).

2. TIPOS DE INTERACCIONES

La exposición simultánea a dos o más agentes químicos puede provocar interacciones entre ellos modificando su comportamiento toxicológico, tanto a nivel *toxicocinético* (la forma como actúa el organismo sobre ellos, es decir cambios en la absorción, distribución, transformación y excreción) como a nivel *toxicodinámico* (cambios en los efectos causados sobre el organismo que tienen lugar en los receptores de los órganos diana).

La interacción toxicocinética y en concreto la biotransformación, puede manifestarse como:

- a) inhibición del metabolismo de un agente (ejemplos: inhibición del benceno por eltolueno, del tricloroetileno por el percloroetileno, del hexano por eltolueno y la metiletilcetona...).
- b) inhibición metabólica mutua (por ejemplo, inhibición metabólica de tolueno, xileno, estireno y tricloroetileno cuando se sufre exposición simultánea a todos ellos).

Sector / Operación	Agentes
Desengrasado de metales	Cloruro de metileno, percloroetileno, tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano
Limpieza en seco	Percloroetileno, tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, hidrocarburos
Pintura y recubrimientos	Tolueno, xileno, acetona, metiletilcetona (MEK), metilisobutilcetona (MIBK), disolvente de Stoddard
Decapado de pintura	Metiletilcetona (MEK), cloruro de metileno, queroseno, disolvente de Stoddard
Industria química (general)	Cloroformo, o-diclorobenceno, cloruro de metileno, percloroetileno, 1,1-tricloroetano, n-hexano, dicloroetano, tricloroetileno, benceno, xileno, estireno, metiletilcetona (MEK)
Revelado fotográfico	Cloruro de metileno, dicloroetano. Actualmente la digitalización ha reducido drásticamente el uso de disolventes en este sector.
Gasolina (refinerías)	Benceno, tolueno, xileno, dibromoetano, dicloroetano y otros numerosos derivados del petróleo
Fabricación y aplicación de pesticidas	p-diclorobenceno, dicloroetano, 1,3-dicloropropano, 1,2-dibromo-3-dicloropropano, dibromoetano, cloruro de metileno
Soldadura	Humos de soldadura (hasta hace poco con VLA-ED asignado), metales pesados (según metal base, tipo soldadura, material aporte), gases (óxidos, ozono,..), ...
Agricultura	Pesticidas y diversos disolventes usados para la formulación de estos en el momento de su aplicación
Aleación y recubrimiento de metales	Metales pesados, ácidos, disolventes...
Fabricación de calzado	Tolueno, xileno, hexano, metilbutilcetona (MBK), metiletilcetona (MEK), heptano.
Industria de la madera	Polvo de madera, plaguicidas, disolventes...

Tabla 1. Actividades con habitual presencia de distintos agentes químicos simultáneamente (listado no exhaustivo)

c) potenciación del metabolismo de un agente (por ejemplo, del benceno en presencia de exposición a etilacetato).

Está demostrado que, con carácter general, *la interacción es tanto mayor cuanto más elevadas sean las concentraciones de los agentes presentes*.

A nivel toxicodinámico se definen los siguientes mecanismos:

a) *Aditividad*: el efecto total está compuesto por cada uno de los efectos individuales. El tratamiento que se hace de ello en la práctica es la suma aritmética de los índices de exposición. Esto corresponde a una situación de no interacción toxicocinética.

b) *Sinergia o potenciación*: el efecto de un agente se ve incrementado debido a la presencia de otros agentes. En algunos textos se matiza la potenciación como el incremento en el efecto provocado por un tóxico activo en presencia de otros mucho menos activos.

c) *Antagonismo*: los agentes interfieren entre ellos provocando una reducción en el efecto global

En caso de no existir interacciones en la actuación de los agentes se habla de *efectos independientes*, y su valoración se realiza también de forma independiente.

Pese a lo que pudiera pensarse leyendo las definiciones anteriores, la frontera entre la consideración de efectos independientes y efectos aditivos no está claramente delimitada. De hecho, es función de la mayor o menor especificidad con que se defina el órgano o sistema afectado. Es decir, considerando por ejemplo que el órgano afectado son las "vías biliares intrahepáticas" o bien el "hígado", hay más posibilidades de concluir que los efectos son independientes en el primer caso que en el segundo, dado que esta última es una definición más amplia. Aplicando el mismo razonamiento hasta el extremo, cualquier acción de más de un agente químico en el

organismo humano como unidad merecería que se contemplaran sus efectos conjuntos. Este enfoque, mucho más restrictivo en términos de exposición permitida, es el que se adopta en medioambiente, donde la toxicidad o ecotoxicidad se define como la capacidad de causar daño a un organismo (humano o no). La diferenciación en este campo viene determinada por el tipo de organismo o de especie, y en consecuencia, centrándose sobre una única especie, los efectos de distintos agentes químicos se tratan de forma aditiva por defecto. En salud laboral no sería posible ni razonable adoptar esta visión, pero sí sirve esta reflexión para poner la atención en situaciones donde existe gran multiplicidad de agentes químicos. El control ambiental en higiene industrial se fundamenta casi exclusivamente en el análisis de los compuestos individuales (por ejemplo, las listas de valores límite profesionales). Pero al igual que ante determinados agentes (cancerígenos, sensibilizantes...) se hace especial énfasis sobre la necesidad de mantener la exposición al menor nivel posible, los casos en que existan exposiciones múltiples o combinadas deberían tratarse también de forma diferenciada, sin esperar por ello obtener siempre un juicio cuantitativamente satisfactorio. Además, manteniendo las concentraciones ambientales de cada agente a niveles bajos, se minimiza también la posible acción global y las interacciones entre ellos.

Los efectos más frecuentemente descritos en la bibliografía son los de potenciación, especialmente en efectos hepáticos, renales y del sistema nervioso. Por ejemplo, la hepatotoxicidad de los disolventes halogenados, ampliamente utilizados como desengrasantes y decapantes, se ve potenciada por la exposición simultánea a cetonas o a otras sustancias que se metabolizan a cetonas; el efecto neurotóxico del hexano, usado anteriormente en la industria del calzado, se ve potenciado también en

presencia de cetonas, aún siendo estas sustancias poco neurotóxicas.

Agentes de la misma familia química pueden afectar del mismo modo los receptores de los órganos diana, pero ello no constituye una regla general. Normalmente la elevada toxicidad de un agente se asocia a su mayor estabilidad química, por ser moléculas más difíciles de degradar por el organismo. Así, dentro de una misma familia química surgen casos de especial toxicidad, como por ejemplo el benceno en relación altolueno o el tetracloruro de carbono en relación a otros hidrocarburos clorados.

Por otra parte, también existen interacciones entre compuestos muy distintos químicamente que afectan incluso por mecanismos distintos a tales receptores (por ejemplo, metales pesados y disolventes orgánicos halogenados, ambos tóxicos para la función renal). Por ello es importante también dotar de flexibilidad el concepto de "mismo efecto" al cual hace referencia el criterio de la ACGIH y el documento de los LEP.

Finalmente, es importante destacar que la interacción toxicocinética normalmente dará lugar a una interacción toxicodinámica, pero no necesariamente siempre. De igual forma, la interacción toxicocinética podría provocar unos efectos distintos a los descritos para cada agente separadamente, no sólo en la magnitud de los mismos sino en su naturaleza o en los órganos diana (por ejemplo, el agente A altera el metabolismo de B, de forma que B se elimina por otra ruta metabólica con especies de mayor toxicidad para el organismo). Por ello, cuando exista información sobre el efecto conjunto de los agentes, su consulta es prioritaria al estudio de la toxicología individual de cada compuesto.

3. EVALUACIÓN DE LAS EXPOSICIONES SIMULTÁNEAS

En este apartado se considera, en primer lugar, el procedimiento de actuación ante las exposiciones simultáneas, y a continuación se presentan algunas fuentes de información disponibles.

Procedimiento de actuación

En algunos casos, normalmente cuando los agentes se manipulan siempre dentro de mezclas, incluso de composición fija, o sean en sí mismos una mezcla de agentes químicos, se han llegado a establecer valores límite de exposición para estas mezclas. Como ejemplo de ello se encuentran las nieblas de aceites minerales, harina, hidrocarburos alifáticos C₁-C₄, mezcla de los tres isómeros de xileno, etc. Estos casos pueden tratarse como un único agente químico, sin la consideración de exposiciones combinadas, y atendiendo a las indicaciones que se proporcionan junto al valor límite (por ejemplo, la necesidad de determinar además alguno de los componentes separadamente por tener límites específicos asignados,...)

Sin embargo, la mayoría de los casos corresponden a situaciones que implican la manipulación simultánea de varios agentes químicos (por ejemplo, disolventes orgánicos en un proceso de extracción o limpieza, fabricación de piezas de distintos metales, aleaciones o recubrimientos, etc...), para los que no se dispone de límites de exposición como mezclas.

La evaluación de los efectos combinados a agentes químicos es una cuestión todavía poco estudiada y la información toxicológica disponible corresponde a los

compuestos individuales. El documento sobre los límites de exposición profesional en España establece que "...cuando están presentes en el ambiente varios agentes que ejercen la misma acción sobre los mismos órganos o sistemas, es su efecto combinado el que requiere una consideración preferente. Dicho efecto combinado debe ser considerado como aditivo, salvo que se disponga de información que indique que los efectos son sinérgicos o bien independientes."

Partiendo de esta premisa, se propone un procedimiento general de actuación que se describe a continuación y se resume en la figura 1:

1. Determinar si existe simultaneidad en la exposición a varios agentes químicos, mediante la observación de las condiciones de trabajo. La simultaneidad se interpreta en sentido amplio, es decir, se considerarán también como simultáneas dos exposiciones "secuenciales" pero sufridas dentro de una misma base temporal, la que marque el criterio de valoración empleado, que es, con carácter general, la jornada laboral de 8 horas. Desde el punto de vista científico, las exposiciones múltiples en una base temporal más amplia, por ejemplo semanas o meses, también podrían conducir al desarrollo de efectos para la salud (incluso respetándose los límites de exposición). Esta cuestión es difícilmente abordable mediante el control ambiental, puesto que éste se ciñe al cumplimiento de los límites durante la jornada, con la única excepción de la valoración semanal. Por ello, en el caso de exposiciones combinadas en períodos de tiempo más amplios el control biológico y la vigilancia de la salud de los trabajadores adquieren una especial importancia.
2. Revisar la información toxicológica para conocer los efectos, los órganos diana y los mecanismos de acción de cada agente, así como información acerca de la acción conjunta (existe poca documentación publicada al respecto). A modo de resumen no exhaustivo se ofrece un listado de efectos sobre órganos y sistemas y de los agentes que pueden provocarlos (tabla 2). Esta información debe proceder de fuentes rigurosas y lo más actualizadas posible.
3. Si no existe información sobre la acción conjunta y de la documentación toxicológica individual se deduce que no hay coincidencias en los órganos afectados por los distintos agentes, considerar los efectos como independientes.
4. Si existen agentes que actúan sobre el mismo órgano o sistema (*incluso cuando no pueda afirmarse que ejercen la misma acción*):
 - a) Recabar información toxicológica sobre la acción conjunta de los agentes, que describa el tipo de efecto (aditivo, sinérgico, antagonístico) (véase tabla 3). Si los efectos descritos son sinérgicos habrá que llevar a cabo un estudio individualizado para concretar las condiciones de exposición, reforzar las medidas preventivas (recordando que la sustitución es prioritaria) y especialmente desarrollar un programa de control biológico y de vigilancia de la salud (véase apartado sobre CONTROL BIOLÓGICO Y VIGILANCIA DE LA SALUD) que permita detectar alteraciones de forma precoz. Ante efectos antagonísticos se procedería a considerarlos como independientes, y en cualquier caso respetar los valores límite de exposición de cada agente específico. Es probable que la información disponible sobre este punto sea muy limitada.
 - b) Si no se obtiene información sobre el punto a), considerar los efectos *como aditivos*. En tal caso, y cuando los agentes tengan establecido valor límite

de exposición individual, proceder a la suma de los índices de exposición. De acuerdo con lo expuesto en el apéndice 4 de la Guía Técnica del Real Decreto 374/2001, se calcula el índice de exposición (diario o de corta duración) para cada agente como:

$$I_i = \frac{C_i}{VLA_i}$$

donde

C_i : concentración medida del agente "i" ponderada en la misma base temporal que el VLA_i .

VLA_i : valor límite de exposición ambiental para cada agente "i".

Y el índice global se calcula como sumatorio de los índices de cada agente:

$$I_{\text{global}} = \sum I_i$$

Cuando el índice de exposición es mayor que la unidad se concluye directamente que la exposición es inaceptable.

Para valores inferiores a la unidad las conclusiones no son inmediatas (excepto si se obtiene un valor muy bajo, tal como 0,1 o inferior) y es necesario un tratamiento estadístico para el sumatorio de los índices análogo al que se aplica a los índices individuales en el mencionado apéndice 4.

Cuando los respectivos límites de exposición están establecidos para efectos distintos de los comunes, calcular el sumatorio no sería numéricamente correcto, pero en cualquier caso preferible a considerar los efectos como independientes. Ya se ha dicho anteriormente que las exposiciones combinadas deben ser motivo de especial atención y en muchas ocasiones el cálculo del índice global es la única posibilidad de expresar de una forma objetiva la existencia de este factor de riesgo.

La figura 1 presupone que la evaluación es cuantitativa, es decir, por medición de las concentraciones en el aire. Si se desea llevar a cabo un análisis cualitativo, algo siempre recomendable al menos en una primera etapa

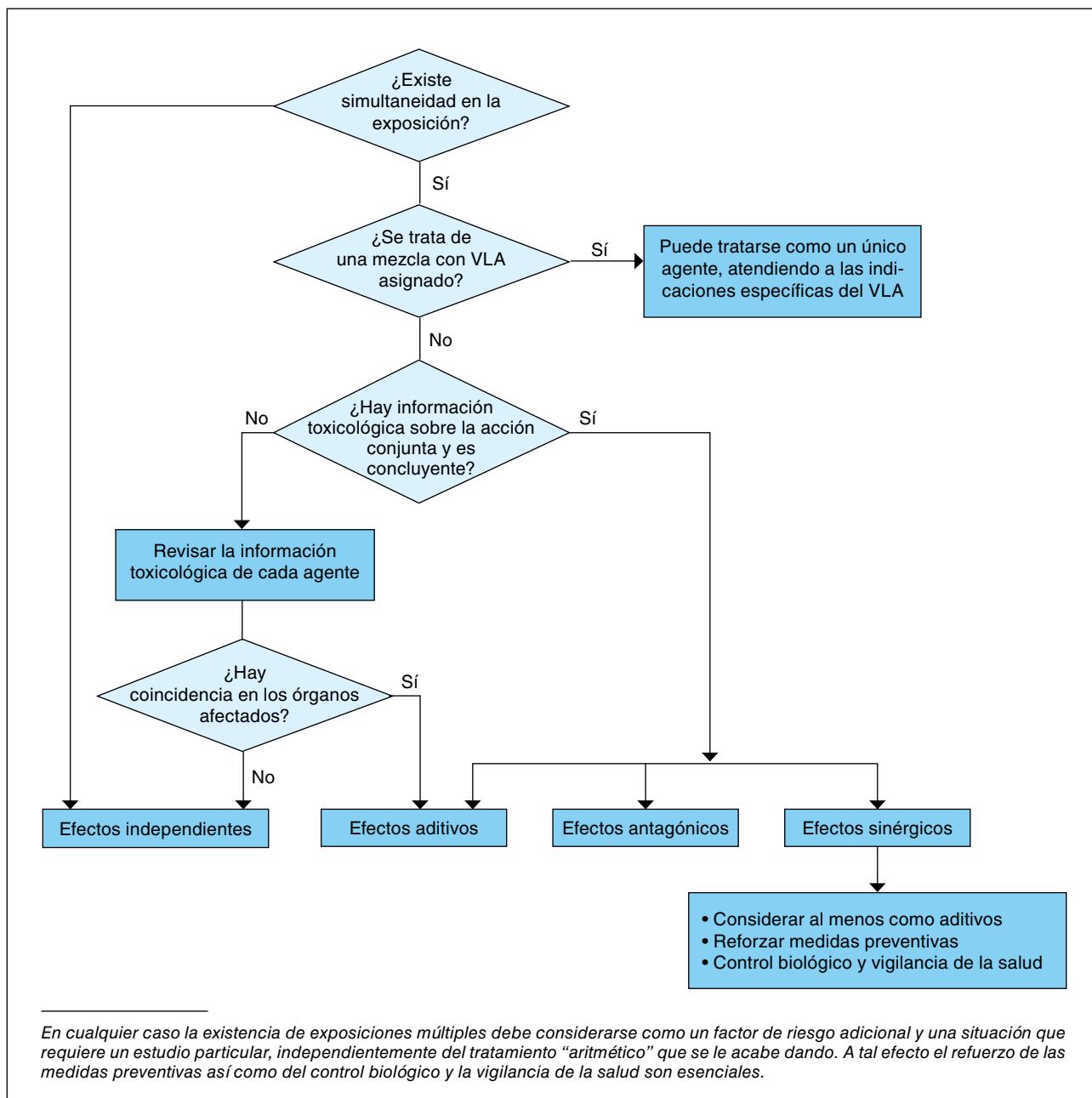


Figura 1. Procedimiento para la evaluación de la exposición a múltiples agentes químicos en el trabajo

Efectos o sistemas	Agentes relacionados
Ojos	Trinitro-2,4,6 tolueno (TNT), alcohol alílico, acrilato de metilo, ácidos, ésteres (de acetato), alcoholes, aldehídos, irritantes de los ojos (R36, H318, H319)...
Irritación de vías respiratorias superiores	Irritantes respiratorios (R42, H334) y muy solubles en agua. Ácidos, álcalis (hidróxido de calcio, hidróxido de sodio,...), gases (amoníaco, óxido de etileno), sales (cromatos, fluoruros), metales (arsénico, cobre, manganeso, cromo, níquel...), aldehídos (acetaldehído, acroleína, formaldehído,...),
Afección sobre las vías respiratorias inferiores	Irritantes respiratorios (R37, H335), sensibilizantes respiratorios (R42, H334). Bromuro de metilo, cadmio, fosgено, halogenuros del nitrilo, hidrocarburos aromáticos, isocianatos, oxicloruro de fósforo, oxidantes en general, óxidos de nitrógeno, tricloruro de arsénico, metales (aluminio, cadmio, cromo...), formaldehído, glutaraldehido,...
Perturbación del transporte de oxígeno	Asfixiantes simples (gases nobles, acetileno, nitrógeno, butano, dióxido de carbono, dióxido de etano, etano, etileno, hidrógeno, metano, propano, propileno, hexafluoruro de azufre,...), monóxido de nitrógeno, plomo y sus compuestos inorgánicos, monóxido de carbono, ácido cianhídrico, cianuros, arsenamina, ácido sulfhídrico, cloruro de metileno, nitritos, amino y nitroderivados,...
Problemas de coagulación sanguínea	Ácido acetilsalicílico, fármacos anticoagulantes (warfarin...),...
Leucopenia	Acetato de etilglicol, acetato de metilglicol, éter diglicídico, éter monometílico de etilenglicol, p-tert-butiltolueno, tetracloro-1,1,2-difluoro-2,2-etano, tetracloro-1,1,2,2-difluoro-2,2-etano
Estimulación del metabolismo basal	Dinitroortocresol, pentaclorofenol
Efecto antitiroideo	Amitrol, cianuro de hidrógeno, cianuros, nitrometano,...
Sistema inmunitario	Compuestos orgánicos del estaño
Hígado	Disolventes clorados, nitrosaminas, compuestos solubles de Cr (VI), alcoholes, formamida, viniltolueno
Afección del bazo	p-nitroclorobenceno
Riñones	Metales pesados (cadmio, manganeso, plomo, uranio, mercurio) y sus compuestos, clorobenceno, cloroetano, cloroformo,
Sistema gastrointestinal	Selenio y sus compuestos, tetracloruro de acetileno,
Sistema cardíaco	Antimonio y sus compuestos, bromoetano, bromotrifluorometano, disulfuro de carbono, monóxido de carbono, clorodifluorometano, cobalto (humos y polvo), dicloroetileno, dinitrotolueno, enflurano, halotano, iodoformo, metilcloroformo, nicotina, nitroglicerina, triclorofluorometano,...
Vasoconstricción	Plomo y compuestos inorgánicos (polvo y humos)
Vasodilatación	Dinitrato de etilenglicol, dinitrato de propilenglicol, enflurano, nitrato de propilo, nitroglicerina, nitruro de sodio,
Sistema nervioso central	Butanol, acrilamida, metanol, protóxido de nitrógeno, clorometano, DDT, dinitrotolueno, endosulfán, estaño, etilbenceno, manganeso y sus compuestos inorgánicos, mercurio, metilisobutilcetona, metilmercaptano, nicotina, nitrobenceno, óxido de etileno, pentaclorofenol, fenol, plomo y sus compuestos, selenio y sus compuestos, estireno, sulfuro de hidrógeno, tricloroetileno, trimetilbenceno, tungsteno y sus compuestos, viniltolueno, ciclonita, endrín, lindano, tolueno, disolvente de Stoddard, ...
Sistema nervioso periférico	Mercurio y sus compuestos, plomo y sus compuestos inorgánicos, talio y sus compuestos, estireno, acrilamida, hexano, nitrometano, disulfuro de carbono,...
Efecto ototóxico	Neurotóxicos citados en afección del sistema nervioso central, algunos antibióticos (Véase Guía Técnica del RD 286/2006)
Huesos	Cadmio y sus compuestos, fluoruro de hidrógeno, fluoruro de carbonilo, indio y sus compuestos, fósforo amarillo,...
Piel	Bifenilos policlorados (PCBs), Hexacloronaftaleno, octanoclronaftaleno, óxido de difenilo clorado, pentacloronaftaleno, sensibilizantes dérmicos (R43), irritantes dérmicos (R38), ...
Sistema reproductor masculino	Epiclorhidrina, manganeso y compuestos, mercurio y compuestos (excepto alquílicos), óxido de etileno, plomo y sus compuestos inorgánicos, clorometano, dinitrotolueno, éteres, etilebenceno, nitrobenceno, compuestos solubles de talio,
Sistema reproductor femenino	Mercurio y compuestos (excepto alquílicos), metiletilcetona, óxido de etileno, dióxido de vinilclohexeno, beta-cloropreno,...

Nota: No se incluye en esta tabla el cáncer en la columna de efectos. Aunque podría definirse un efecto común como una “localización tumoral” común, la posible modificación de los mecanismos de carcinogenicidad debida a la interacción entre agentes químicos es una cuestión compleja, fuera del alcance de esta NTP.

Tabla 2. Resumen de algunos efectos y agentes químicos relacionados (listado no exhaustivo)

Mezcla binaria	Órgano o efecto
Etanol / Ácido acetilsalicílico	Sistema nervioso autónomo (inhibición de la colinesterasa)
Etanol / Sales solubles de aluminio	Irritación de las vías respiratorias superiores. Afectación del sistema nervioso central (SNC) Retención de aluminio en varios órganos
Etanol / Polvo y nieblas de cobre	Daños oculares e irritación de las vías respiratorias superiores. Aumento de la hemoglobina y del hematocrito
Etanol / Dimetilformamida	El etanol inhibe el metabolismo de la DMF, causando mayor daño hepático
Etanol / Xileno	Potenciación del efecto neurotóxico del xileno
Tolueno / Xileno	Inhibición del metabolismo de las dos sustancias. Posibles efectos sinérgicos sobre el SNC.
Metiletilcetona / xileno	Inhibición metabólica y posible potenciación de los efectos neurotóxicos
Arsénico / Cadmio	Potenciación de los efectos renales
Dióxido de nitrógeno / Ozono	Daños oculares e irritación de vías respiratorias
Dióxido de carbono / Monóxido de carbono	Transporte de oxígeno y acidosis metabólica
Monóxido de carbono / Nicotina	Sistema nervioso autónomo
Cromo (III) / Cobalto	Potenciación de los efectos en hígado, riñones, pulmones
Cromo (VI) (comp. insolubles en agua) / Ozono	Mayor retención del cromo insoluble en los pulmones
Manganoso y compuestos / Mercurio (compuestos artificiales e inorgánicos)	Hepatotoxicidad y daños al SNC
Manganoso y compuestos / Metilisobutilcetona	Mayor hepatotoxicidad
Manganoso / Plomo	Sistema hematopoyético e hígado
Níquel (compuestos solubles) / Pentóxido de vanadio	Sistema cardíaco y pulmonar

Tabla 3. Mezclas binarias comunes para las que existe información toxicológica y se ha definido una interacción de supraaditividad o sinergia (listado no exhaustivo)

de cualquier evaluación de riesgos, es necesario realizar una serie de consideraciones al respecto. Los modelos simplificados o cualitativos (véase NTP 750 y NTP 872), por su naturaleza de primera estimación o aproximación al riesgo higiénico con el mínimo número de variables, no consideran *a priori* en su ámbito de aplicación el tratamiento de los efectos combinados. Sin embargo, muchos de ellos permiten la intervención del técnico experto para modificar los resultados "estándar" que ofrecen. Por ello, pueden resultar útiles como herramienta donde recoger los resultados de la evaluación, incluso ante la consideración de efectos combinados. Ninguno de los actualmente publicados permite un juicio rápido o directo sobre las posibles interacciones, siendo necesario revisar exhaustivamente la documentación disponible, tal y como se desprende de la presente Nota Técnica. Por otra parte, más adelante se ofrecen referencias de interés, entre ellas una aplicación informática disponible *on-line*, que puede facilitar mucho el tratamiento de este tipo de situaciones.

Algunas fuentes de información disponibles

Del procedimiento descrito en el apartado "Procedimiento de actuación" se deduce que la búsqueda y el análisis de información toxicológica en bases de datos especializadas es un paso imprescindible en la inmensa mayoría de los casos. Por ello, es conveniente disponer de fuentes de referencia de reconocido prestigio, a la vez que acotar

un pequeño número de ellas para facilitar la selección de la información, dadas las múltiples posibilidades actualmente disponibles a través de Internet. Se destacan las siguientes:

- "Documentación toxicológica para el establecimiento de los límites de exposición profesional para agentes químicos" (consultable en <http://www.insht.es>), donde se resume la información que ha servido de base y aparecen los los efectos críticos para los que se establece cada uno de los límites.
- TLV-TWA de la ACGIH, que incluye junto al valor límite el principal el efecto o efectos para los cuales protege.
- Toxnet: Conjunto de bases de datos de la National Library of Medicine disponibles on-line (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search>) con información toxicológica sobre agentes químicos.
- La base de datos "Mixie" publicada por el instituto canadiense Robert-Sauvé. Se trata de una herramienta informativa y de cálculo del índice de exposición para la evaluación de exposiciones combinadas a agentes químicos. Contiene extensa información sobre toxicología de los compuestos individuales y, cuando existe, sobre las mezclas, aunque esta información está basada en muy pocos estudios y no resulta concluyente por el momento. Puede consultarse en Internet: http://www.irsst.qc.ca/en/_outil_100037.html

Hasta el momento, esta herramienta es la que ha tratado el tema de una forma más completa y exhaustiva desde el punto de vista de la exposición laboral. El

análisis se realiza en dos fases: 1) El usuario aporta los datos de exposición y se calculan los índices de exposición para cada agente si disponen de criterio de valoración ambiental. Se asocia cada agente a sus órganos diana (información contenida en la base de datos para 700 sustancias) y se identifican las coincidencias entre agentes; 2) Cuando existen coincidencias entre agentes se ofrece un segundo nivel de información que en algunos casos permite determinar la naturaleza de la interacción (disponible para pocas mezclas aún y todas ellas binarias). En caso de existir estudios experimentales sobre la toxicología de la mezcla también pueden consultarse aunque no se han identificado efectos comunes (respondería únicamente a una interacción toxicocinética).

4. CONTROL BIOLÓGICO Y VIGILANCIA DE LA SALUD

El resultado del control biológico de los trabajadores expuestos simultáneamente a varios agentes químicos puede verse alterado con motivo de las interacciones a nivel toxicocinético entre dichos agentes. Por ejemplo, cuando se inhibe el metabolismo de un agente A como consecuencia de la acción de otro agente B, se miden en orina valores del agente A inferiores y niveles en sangre superiores a los esperados.

Cuando se asumen efectos aditivos, al igual que se plantea la aditividad de los índices de exposición, algunos autores han sugerido que puede plantearse también la aditividad de los índices biológicos (relación entre el indicador y el criterio de valoración). Esta aproximación sólo tiene sentido cuando el indicador biológico se interpreta como el valor más probable del metabolito en el espécimen biológico de un trabajador que ha estado expuesto al nivel ambiental permitido para este contaminante y no cuando el indicador biológico representa una concentración máxima permitida en el espécimen biológico.

Una situación particular es aquélla en la que los agentes químicos tienen metabolitos en común. Ejemplos de ello son ácido tricloroacético en orina como indicador de la exposición a percloroetileno, tricloroetileno; la metahemoglobina en sangre para inductores de la metahemoglobina (dinitro o trinitrotolueno, anilinas, monóxido de nitrógeno, etc). En estos casos la inespecificidad del indicador es una ventaja puesto que permite tener una idea de la exposición global o acumulada a distintos agentes con el mismo efecto.

El control biológico sobre indicadores de efecto (alteraciones bioquímicas o funcionales en su fase inicial, todavía reversibles) y la vigilancia de la salud, pueden ser muy útiles para conocer la dosis efectiva en el órgano diana y el riesgo para la salud de un individuo. Asimismo permiten adquirir un mayor conocimiento sobre los mecanismos toxicológicos para el tratamiento general de la exposición a mezclas de agentes químicos, campo que requiere todavía una importante profundización en su conocimiento.

5. CONCLUSIONES

El único enfoque hasta ahora aplicado en higiene industrial en relación a las exposiciones combinadas es el proporcionado por la ACGIH, que adopta también el documento sobre Límites de Exposición Profesional en España. Este criterio indica que cuando varios agentes químicos ejerzan la misma acción sobre los mismos órganos o sistemas, sus efectos se considerarán aditivos, salvo que se disponga de información que demuestre que son sinérgicos o bien independientes. Sin embargo, es sumamente difícil llegar a determinar que el efecto de dos o más tóxicos sobre el órgano diana es "el mismo". Por ello, incluso cuando no pueda afirmarse que los efectos sean los mismos, pero si el órgano o sistema afectado, es razonable, tal y como se propone en esta NTP, considerarlos como aditivos (ello corresponde a la ausencia de interacción toxicocinética entre los agentes químicos). En la necesaria revisión de la toxicología de las mezclas y, principalmente, por su mayor disponibilidad, de los agentes individuales, se identificará en primer lugar el órgano diana o el sistema afectado y si existen efectos comunes entre varios agentes, se empleará el criterio de la aditividad, en ausencia de información sobre otro tipo de efectos sinérgicos, antagonistas o independientes.

A nivel formal o documental la aditividad de los efectos se expresa a través de la suma de los índices de exposición, pero la evaluación de los riesgos higiénicos no acaba, en absoluto, con el cálculo de un mero sumatorio de índices. El objetivo de la evaluación es que, como resultado del proceso informativo sobre la magnitud y naturaleza de los riesgos, pueda plantearse un programa de acciones dirigidas a evitar o minimizar la exposición, siendo las exposiciones a múltiples agentes químicos un caso de especial interés. Minimizando la exposición se reducen también las interacciones entre agentes, y lo más importante, la magnitud de los efectos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **TLV Valores límite para sustancias químicas y agentes físicos en el ambiente de trabajo e Índices biológicos de exposición.** Generalitat Valenciana (versión autorizada en castellano), 2011.
- (2) ALESSIO L. **Multiple exposure to solvents in the workplace** *Int Arch Occup Environ Health* (1996) 69:1-4
- (3) BADOT P, DEGIORG F, ADAM O, CRINI G. **Combined Exposure to Mixture of Chemicals. An Impossible Challenge?** CNRS – University of Franche-Comté, Chrono-environment Laboratory, France (No publicado)

- (4) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España.
INSHT, 2011.
- (5) LABORDA R, BERNAL F, POLANCO B.
Procedimiento estadístico para evaluar la exposición a mezclas de contaminantes químicos con efectos aditivos.
Arch Prev Riesgos Labor 2000;3(1):29-36
- (6) MEEK M, BOOBIS A, CROFTON K, HEINEMEYER G, VAN RAAIJ M, VICKERS C.
Risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: A WHO/IPCS framework
Reg Tox Pharma 60 (2011) S1-S14
- (7) MONOSSON E.
Chemical Mixtures: Considering the Evolution of Toxicology and Chemical Assessment
Env Health Perspectives Vol 113, n°4, abril 2005
- (8) NIOSH
Mixed exposures research agenda. A Report by the NORA mixed exposures team.
Centers for Disease Control and Prevention, 2005.
- (9) OBIOLS J.
Control biológico de los trabajadores expuestos a contaminantes químicos
INSHT, 1998.
- (10) TARDIF R, CHAREST-TARDIF G.
The importance of measured end-points in demonstrating the occurrence of interactions: a case-study with methylchloroform and m-xylene.
Toxicological Sciences 49, 312-317 (1999)
- (11) VYSKOCYL A ET AL.
Interactions toxicologiques en milieu de travail. Phase 1. Rapport 279.
IRSST, 2001.
- (12) VYSKOCYL A ET AL.
Impact des interactions toxicologiques sur la gestion des situations d'exposition à des contaminants multiples. Rapport 425
IRSST, 2005.
- (13) XIAO J Q, LEVIN S M.
The Diagnosis and Management of Solvent-Related Disorders
Am J Ind Med 37:44-61, 2000
- (14) **Real Decreto 374/2001**, de 6 de abril 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 1 de mayo de 2001.
- (15) **Real Decreto 665/1997 (modificado por Real Decreto 1124/2000 y Real Decreto 349/2003)**, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.