INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.031

Gestión de proyectos de cambio: marco lógico (I)

Changing projects management: logical framework (I)
Gestion des projets des changement: marque logique (I)

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en en Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
Manuel Bestratén Belloví
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Cuando las organizaciones se plantean cambios de trascendencia para resolver problemas importantes resulta necesario desarrollar estrategias altamente participativas para enfrentarse a los nuevos retos y desarrollar proyectos metodológicamente concebidos para ejecutar y controlar tales procesos de cambio. El esquema del Marco Lógico aplicado por organismos internacionales en proyectos de desarrollo puede resultar de especial interés para sumar voluntades y compromisos entorno a nuestra actividad preventiva, ampliando horizontes, y contribuyendo con ello al desarrollo saludable y sostenible de nuestras organizaciones. Esta primera NTP expone una síntesis metodológica, para dedicar la siguiente a una aplicación práctica en PRL.

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 abocadas a vivir continuamente procesos de cambio para poder sortear las dificultades con las que han de enfrentarse para adaptarse a las nuevas realidades. Los problemas pueden ser de índole muy diversa y por ello es necesario que las organizaciones tengan la flexibilidad necesaria para actuar con rapidez, aprovechando al máximo sus propios recursos y encontrar las soluciones más idóneas en cada caso. Todas las personas debieran tener competencias para identificar y resolver dificultades o inconvenientes que se encuentran en su propio trabajo y que limitan su eficacia y operatividad, o al menos, encontrar vías de solución. Por ello, todas las organizaciones debieran inexorablemente establecer cauces formales para agilizar el proceso de identificación de carencias y aporte de ideas de mejora en cualquier ámbito de la organización, independientemente de los cometidos directos que las personas tengan en sus puestos de trabajo. La cultura de empresa debiera propiciar la colaboración y la ayuda entre personas para mejorar su eficiencia en el trabajo. Es una manera determinante para afianzar el necesario valor de la participación, más allá de los derechos legales que les corresponden.

Cabría diferenciar entre las ideas concretas para mejorar algún aspecto, sea cual fuere su importancia, y las oportunidades para generar también valor haciendo otras cosas diferentes a las habituales o de una manera radicalmente diferente. Todo problema no deja de ser una oportunidad para aprender al resolverlo y con ello poder mejorar. Esta conjunción de ideas-oportunidades requiere para su debida potenciación del apoyo de estrategias favorecedoras de la creatividad, la participación y el compromiso, más dinámicas y complejas que las desarrolladas en las convencionales acciones de mejora en las que suelen implicarse unas pocas personas. Para enfrentarse a los cambios importantes que las organizaciones demandan en esta nueva Era en la que habrá de prevalecer el bien común ante intereses egoístas, se demanda la plena implicación en un marco de transparencia de la práctica totalidad de los miembros de las mismas, conjugando y canalizando todos los esfuerzos en una misma dirección. Tales cambios son esenciales para que las empresas puedan reinventar su futuro y sobrevivir ante las dificultades e incertidumbres que las hacen peligrar ante su más aparente que real competitividad. Las empresas no son muchas veces competitivas porque en esencia, ni están suficientemente dispuestas ni preparadas para evolucionar, y además, suelen carecer de instrumentos para enfrentarse a los profundos cambios culturales y organizacionales que la economía globalizada les está demandando; cuando tampoco es solución competir con salarios a la baja y condiciones de trabajo deficitarias. Todo lo contrario, es solo con trabajadores competentes e implicados que las organizaciones pueden aspirar a un futuro digno. La innovación a través del talento de las personas se ha convertido en uno de los pilares fundamentales para garantizar el futuro de toda organización. A la importancia de la innovación y a su estrecha relación con las condiciones de trabajo, generadora de los necesarios procesos de cambio, dedicamos las NTP 941, 942 y 943, de recomendada lectura. También queremos destacar la NTP 829 sobre: “Nueva cultura de empresa y condiciones de trabajo. Factores de éxito del cambio”, en la que describimos la importancia de atender a un conjunto dispar de elementos entroncados entre si que son los que favorecen y a su vez permiten guiar y consolidar el proceso de cambio, siendo el más trascendental, la modificación de la cultura empresarial, o sea, los valores en que ésta se fundamenta. Si no se actúa sobre ellos no puede haber garantía de un cambio real en las maneras habituales de proceder.

El diseño y desarrollo de un proyecto efectivo de cambio sea de ámbito reducido o global y que disponga de los necesarios compromisos es el instrumento fundamental para poder guiar lo que haya de hacerse en cada momento y tomar las medidas correctoras ante las desviaciones

producidas u oportunidades generadas. Por otra parte, un proyecto bien planteado es determinante para integrar a las partes implicadas y encontrar también las necesarias vías de financiación.

Aunque se disponga de diversidad de procedimientos para conducir procesos de cambio, en este documento nos centramos en una metodología de especial interés para el desarrollo de proyectos colectivos de cierta trascendencia. Se trata del esquema del Marco Lógico, ML, de estructura matricial, aplicado por varios organismos internacionales desde que fuera promovido por la "United States Agency for International Developement" en la década de los 70. Con esta herramienta se dio respuesta a la preocupación de analistas de organismos internacionales para un mejor control financiero y de viabilidad de los proyectos de desarrollo. Su aplicación ha sido ampliamente mejorada y validada con el tiempo, siendo extrapolable actualmente a diversidad de ámbitos de actuación. Permite un diseño que satisfaga tres requerimientos fundamentales de calidad en todo proyecto de desarrollo: Coherencia, Viabilidad y Evaluabilidad.

La experiencia nos ha demostrado que las posibilidades de éxito se ven sustancialmente limitadas si los proyectos no se diseñan con esmero para dar respuesta a problemas y necesidades priorizadas e interrelacionadas entre si, si no se produce la implicación necesaria de las partes afectadas, y si no hay un completo seguimiento de lo acordado, con indicadores que permitan medir el desempeño y controlar sus avances para introducir a tiempo las correcciones oportunas; y más, cuando los cambios hayan de ser relevantes. Normalmente los problemas más comunes en los proyectos de cambio en las organizaciones, junto a los tres fundamentales indicados, son:

- Falta de precisión en la planificación, con objetivos diversos no claramente relacionados con las actividades del proyecto.
- No estar claramente definidas las responsabilidades, en especial las de los máximos responsables.
- No ser los indicadores suficientemente representativos de la eficacia y calidad de las actuaciones y de los resultados perseguidos.
- No existir una imagen clara y global del éxito esperado del proyecto, con la dificultad adicional que comporta para los evaluadores comparar objetivamente lo planificado con lo acontecido.

En la figura 1 se indican las más significativas aportaciones del ML para la estructuración y buen desarrollo de los proyectos. Puede utilizarse en las diferentes etapas de un proyecto: Preparación; Identificación y análisis de necesidades y alternativas; Presentación ante los órganos de control; Ejecución; y Evaluación, ya sea periódica o ex – post (según el Banco Interamericano de Desarrollo, BID, es la evaluación realizada después de haber finalizado la ejecución del proyecto).

El ML puede modificarse obviamente durante la preparación del proyecto, pero también durante su ejecución ante nuevas circunstancias que de mutuo acuerdo lo hagan aconsejable. También puede utilizarse, además de la formulación de proyectos específicos, en el diseño de estructuras organizacionales, en la articulación de los distintos niveles de planificación de una institución, sector o ámbito de intervención, y por supuesto, en programas de desarrollo que están en el origen del Modelo. En tal sentido, cabría desarrollar el ML para un determinado Programa que tuviera fines diferentes pero complementarios y contando con sus específicos proyectos.

El BID define el Marco Lógico como "*una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos".* En la figura 2 se muestra su esquema conceptual. La experiencia directa de colaboración del redactor de este documento con dicho Organismo Internacional se ha producido en la evaluación continuada de dos programas en Argentina en los últimos siete años; uno sobre implantación de sistemas de prevención de riesgos laborales en varios sectores productivos, y otro, sobre implantación de sistemas de gestión por competencias para la mejora de la productividad y las condiciones de trabajo en 50 *pymes* argentinas. Tales programas permitieron evidenciar las ventajas del Método, y sobre todo, su utilidad y enorme flexibilidad para la conducción eficaz de proyectos, tanto en el seno de organizaciones como en ámbitos de colaboración interinstitucional. Al mismo tiempo, se pudieron introducir a tiempo cambios necesarios en tales programas de manera consensuada para mejorar y reorientar actuaciones, especialmente en su evaluación intermedia, o sea, la evaluación formal que suele realizarse en la mitad del periodo de desarrollo de los proyectos.

- Clarifica el propósito y la justificación de un proyecto.
- Identifica las necesidades de información.
- Utiliza una terminología que ayuda a clarificar los diferentes elementos del proyecto, facilitando su elaboración e interpretación, sin ambigüedades.
- Presenta una estructura matricial sencilla de contenido con un temario analítico común que aporta la necesaria visión global, y además facilita el acuerdo entre todas las partes implicadas para su desarrollo: promotores, ejecutores, evaluadores, inversores, además de otros posibles interlocutores afectados.
- Se focaliza en los aspectos críticos, acortándose los documentos descriptivos tanto iniciales como de seguimiento, de manera considerable.
- Suministra información indispensable para el plan de ejecución del proyecto, su ejecución propiamente dicha, y el seguimiento y evaluación periódica de actuaciones y resultados, identificando claramente cómo medir el éxito o fracaso del proyecto.
- Permite complementarse con otros elementos enriquecedores (ampliación de indicadores, estrategias de actuación, herramientas de apoyo, etc.), disponiendo de la flexibilidad necesaria.

Figura 1. Ventajas del Marco Lógico.

Por otra parte, el haber constatado que algunos profesionales de la prevención en el sector privado, sabedores del Método, lo han aplicado circunstancialmente en su organización de manera satisfactoria, es lo que ha animado a redactar esta NTP que recoge por un lado sus bases conceptuales y metodológicas, y por otro, en la siguiente, se aportan algunas reflexiones prácticas en su aplicabilidad y se desarrolla a título de ejemplo un proyecto de integración de la prevención de acuerdo al esquema del ML. No obstante, como toda metodología, no es por ella misma garante de cambio, es cómo la enriquezcamos y el arte con que la apliquemos lo que ha de permitir materializar los logros esperados.

Tanto los Servicios de Prevención propios como ajenos deben desarrollar proyectos para la plena integración de

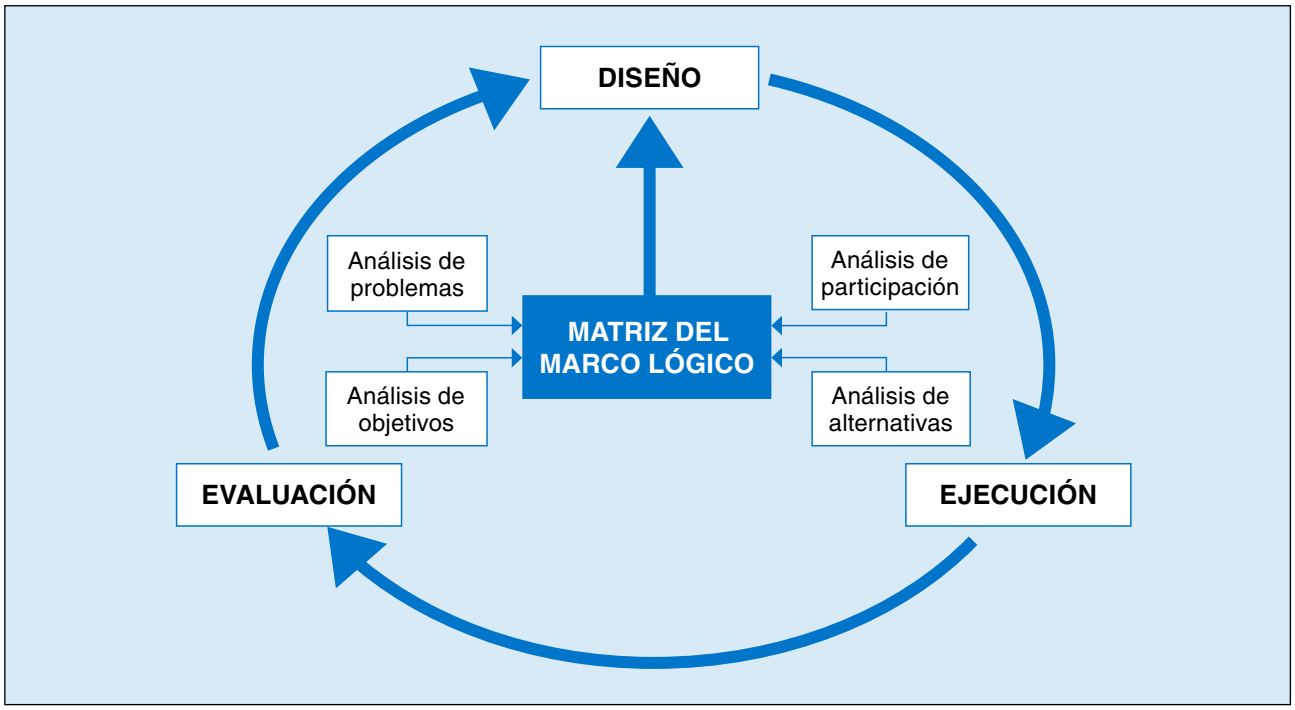


Figura 2. Esquema conceptual del Marco Lógico (Adaptación del BID y de la GTZ, Agencia Alemana de Cooperación Técnica).

la PRL en las organizaciones, desarrollando los diferentes componentes que ello comporta para implantar un sistema preventivo, que además de cumplir la legislación vigente cuide de sintonizar con los intereses generales de la organización y contribuya al beneficio empresarial, no solo en términos económicos. El ML puede ayudar a clarificar, consensuar y movilizar a las personas implicadas y a los recursos necesarios para alcanzar los fines perseguidos en un plazo determinado. Así, el ML podría complementar y enriquecer el propio Plan de Prevención, confiriéndole pro actividad y practicidad. Por otra parte, también podría facilitar la sistematización de los procesos de cambio en grupos de empresas de características similares en tamaño, actividad y riesgos específicos, siendo éstos conducidos por los Servicios de Prevención Ajenos en colaboración con otras unidades.

Está reconocido que habría de mejorarse la calidad e imagen colectiva de los Servicios de Prevención Ajenos a través de una mayor trascendencia y efectividad de su actividad asesora. El implantar sistemas preventivos eficaces, integrando plenamente la PRL a las funciones y cometidos de todo el personal de una organización es obviamente el objetivo esencial, pero entendemos que éste podrá ser más fácilmente alcanzable si somos capaces de integrar la actividad preventiva a proyectos de cambio que respondan plenamente a la conjunción de intereses empresariales estratégicos y a intereses personales, siempre con visión de futuro. En la siguiente NTP se muestra una aplicación práctica de formulación de proyectos en esta línea.

2. LA MATRIZ DEL MARCO LÓGICO

El Marco Lógico se presenta como una matriz de cuatro por cuatro (ver fig. 3), en la que las filas presentan información acerca de los siguientes elementos del proyecto.

1. Fin del proyecto al contribuir de manera relevante a solucionar el problema fundamental
2. Propósito alcanzado cuando el proyecto ha sido ejecutado
3. Componentes esenciales del proyecto y completados en el transcurso de la ejecución del proyecto
4. Actividades requeridas para producir los resultados esperados en los diferentes Componentes

Tales elementos deben ser correlacionados con la información correspondiente a las cuatro columnas sobre:

1. Objetivos
2. Indicadores (Resultados específicos a alcanzar)
3. Medios de verificación
4. Supuestos (factores externos que comportan riesgos en el proyecto)

La matriz del Marco Lógico está basada en dos principios básicos: primero, el de las relaciones lógicas verticales de causa-efecto entre las diferentes partes de un problema que corresponden a los cuatro niveles o filas de la matriz que relacionan a las Actividades o insumos, a los Componentes (o productos), al Propósito y al Fin como un conjunto de objetivos jerarquizados del proyecto. La lógica vertical postula que si partimos de abajo con determinadas Actividades y respetando determinados supuestos, hemos de alcanzar el Fin perseguido. El segundo principio es el de la correspondencia (lógica horizontal). Vincula cada nivel de objetivos a la medición del logro (indicadores y medios de verificación) y a las condiciones que pueden afectar su ejecución y posterior desempeño (o supuestos principales).

Fin

Cada proyecto debe ser la respuesta a un problema significativo que se ha detectado. Por tanto, el Fin de un proyecto es una descripción de la solución al problema que se ha diagnosticado. Si, por ejemplo, el problema principal en el ámbito de la salud de un determinado sector como el de la Construcción, es la alta tasa de siniestralidad, el Fin seria reducir significativamente dicha tase de siniestralidad en la población laboral afectada.

	DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS	INDICADORES VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN				
PROPÓSITO				
COMPONENTES				
ACTIVIDADES				

Figura 3. Esquema matricial del marco lógico.

Deben enfatizarse dos cosas acerca del Fin. Primero, no implica que el proyecto en si mismo, vaya a ser suficiente para lograr el Fin. Puede tratarse en el caso del ejemplo indicado, el que sea suficiente que el proyecto contribuya de manera relevante al logro del Fin. Segundo, la definición del Fin no implica que siempre vaya a lograrse poco después de que el proyecto esté en funcionamiento. Puede tratarse de un Fin a largo, plazo al cual contribuirá la operación del proyecto.

Sería ideal que el equipo que vaya a ejecutar el proyecto, en consulta con las partes involucradas o interesadas, identifique el Fin durante la preparación del Documento de Programación, llegando a precisarse éste durante la Misión de identificación. Diversos proyectos o medidas pueden contribuir a la solución de los problemas que han sido identificados. Es improbable que un proyecto en si mismo resuelva siempre el problema o los problemas detectados. En el contexto del enfoque del Marco Lógico, el propósito de la Misión de Identificación es identificar cuál de los diferentes proyectos alternativos, contribuirá en mayor medida (o de una manera más efectiva en términos de costes) a la solución deseada.

Propósito

El Propósito es el resultado esperado al final del periodo de ejecución. Es el cambio que fomentará el proyecto. Es una hipótesis sobre lo que debiera ocurrir a consecuencia de producir y utilizar los Componentes. El título del proyecto debe surgir directamente de la definición del Propósito. El ML requiere que cada proyecto tenga solamente un propósito. La razón de ello es tener una claridad absoluta de planteamientos. Si existe más de un Propósito hay ambigüedad. Si hay más de un Propósito puede surgir una situación de trueque en el cual el proyecto se aproxima más a un objetivo a costa de alejarse de otro. En tal situación, el ejecutor puede escoger perseguir el Propósito que percibe como el de mayor importancia, el más fácil de lograr, o el menos costoso en términos económicos. Esto, sin embargo, podría no ser el Propósito que las partes concibieron como el más importante.

Dado que se trata de una hipótesis, es importante reconocer que el logro del Propósito del proyecto está fuera de control de la gerencia del proyecto o del ejecutor. La gerencia del proyecto tiene la responsabilidad de producir los Componentes (las obras físicas o aspectos materiales, las cooperaciones técnicas o la capacitación). Sin embargo, otras personas tienen que utilizar estos Componentes para que se logre el Propósito del proyecto. Estos grupos se salen fuera del control de la gerencia del proyecto, aunque exista una relación.

Por ejemplo, en un proyecto de implantación de un sistema preventivo de riesgos laborales el responsable del proyecto tiene la responsabilidad de hacer todo lo necesario para que la actividad preventiva pueda realizarse de manera satisfactoria cumpliendo lo reglamentado y de acuerdo a los estándares establecidos, pero no puede tener la responsabilidad por el Propósito del proyecto: el que la prevención esté plenamente integrada en las funciones y cometidos de todo el personal. Esto está fuera de su control ya que algunos directivos pueden no estar dispuestos a cambiar sus prácticas y puede acontecer una situación indeseada que dificulte el proceso. El gerente del proyecto no puede ser responsable de todo ello, aunque sí debería ser capaz de identificarlas para que los máximos responsables de la organización puedan corregirlas.

Puede ser también el caso que el enfoque requiera más de un marco lógico. Por ejemplo, un marco maestro de un Programa con su Fin y Propósito y dos o más proyectos que lo integren. Entonces, el Fin de cada uno de los marcos lógicos subordinados es idéntico al Propósito del Programa (marco maestro), pero cada proyecto tiene su Propósito específico. El programa trata cada Propósito por separado con su marco lógico (ver fig. 4).

<table>
<tr><th colspan="3">FIN DEL PROGRAMA:</th></tr>
<tr><td>Propósito</td><td colspan="2">Fin de los proyectos (igual al Propósito del Programa)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Proyectos

1. _____

2. _____</td><td>Proyecto 1</td><td>Proyecto 2</td></tr>
<tr><td>Propósito</td><td>Propósito</td></tr>
<tr><td>Componentes</td><td>Componentes</td></tr>
<tr><td>Actividades</td><td>Actividades</td></tr>
</table>

Figura 4. Estructura del Marco Lógico de un Programa con diferentes proyectos.

Componentes

Los Componentes son las obras, equipamientos, instalaciones, estudios, servicios y capacitación que se requieren que produzca la gerencia del proyecto dentro del presupuesto asignado. Cada uno de los Componentes del proyecto tiene que ser necesario para lograr el Propósito, y es razonable suponer que si los Componentes

se producen adecuadamente, se logrará el Propósito. La gerencia del proyecto es responsable de la producción de los Componentes del Proyecto. Los Componentes constituyen el contenido del contrato formal del proyecto, si lo hubiere. Por tanto, deben expresarse claramente. En el marco lógico, los Componentes se definen como resultados concretos esperables; o sea, como obras finalizadas, estudios terminados y capacitación ejecutada.

Actividades

Las Actividades son las tareas que el ejecutor tiene que llevar a cabo para producir cada Componente. Es importante elaborar una lista detallada de Actividades debido a que es el punto de partida del posterior Plan de ejecución. Cada actividad se suele consignar en un gráfico, diagrama de barras u otro similar, estimándose el tiempo y los recursos necesarios previstos para su ejecución. De esta forma, la ejecución está vinculada directamente con el diseño del proyecto.
Para la evaluación de la columna de objetivos se construye el marco lógico de forma tal que se puedan examinar los vínculos causales de abajo arriba. De esta forma, si el proyecto está bien diseñado, se debería asegurar que lo que se indica en los siguientes puntos es cierto:

- Las Actividades especificadas para cada Componente son necesarias para que éste pueda materializarse,
- Cada Componente es necesario para lograr el Propósito del proyecto,
- No falta ninguno de los Componentes necesarios para lograr el Propósito del proyecto,
- Si se logra el Propósito del proyecto, este contribuirá al logro del Fin,
- Se indican claramente el Fin, el Propósito, los Componentes y las Actividades,
- El Fin es una respuesta al problema más importante de la organización, del sector o del ámbito específico de actuación.

Indicadores de Fin y de Propósito

Los indicadores reflejan los resultados esperados en tres dimensiones esenciales: cantidad, calidad y tiempo. El Propósito de un proyecto podría ser que las condiciones de trabajo de una organización sean plenamente saludables respondiendo a los intereses de la organización y de los trabajadores en un plazo de dos años. Los indicadores podrían ser: índices de siniestralidad por debajo del 40% de los índices promedio del sector, que el índice de satisfacción de los trabajadores sea del 80% en base a un determinado modelo de evaluación, y que el índice de participación de los trabajadores en proyectos de mejora sea del 90%, entre otros posibles indicadores. Tales indicadores son inequívocos al estar enfocando a la gerencia del proyecto en unos objetivos cuantitativos, más bien que en alternativas posibles. También especifica la calidad, ya que indica el ámbito en el que ello debe alcanzarse, que en este caso es toda la organización y por tanto en todos sus centros de trabajo y unidades productivas, repercutiendo en todos sus trabajadores. Y finalmente, expresa cuándo se esperan tales resultados.

Aunque hay varios indicadores potenciales de resultados esperados, el Marco Lógico debe especificar la cantidad mínima necesaria para concluir que el Propósito se ha logrado. Los indicadores deben medir el cambio que puede atribuirse al proyecto, y deben obtenerse a un costo razonable, preferiblemente partiendo de las fuentes de datos existentes. Los mejores indicadores contribuyen a asegurar una buena gestión del proyecto y permiten que los gerentes del proyecto decidan si serán necesarios componentes adicionales o correcciones de rumbo para lograr el Propósito del proyecto.

En algunos proyectos, como los de sectores sociales, puede ser a veces difícil encontrar indicadores medibles. A veces es necesario utilizar indicadores indirectos. Sin embargo, la disponibilidad de indicadores medibles obviamente no debiera determinar el diseño del proyecto. Vale más tener una medida burda del concepto adecuado, que una medida perfecta de un concepto ambiguo o erróneo.

Indicadores de Componentes

Los indicadores de los Componentes son descripciones breves de los estudios, capacitación y obras materiales que suministra el proyecto. La descripción debe igualmente especificar: cantidad, calidad y tiempo. Por ejemplo un proyecto educacional para el desarrollo de competencias de una organización podría especificar un aula de formación permanente para los trabajadores, con una capacidad de formación de 30 cursillos al año de habilidades competenciales para 15 trabajadores cada cursillo, con el equipamiento necesario para ello, especificado en las normas, y al final, que el 100% de trabajadores hayan incrementado un determinado nivel sus competencias.

Indicadores de Actividades

El presupuesto destinado a cada actividad es uno de los indicadores esenciales de las mismas. El presupuesto se presenta por el conjunto de actividades que generan un componente. Pero además, cada actividad debería tener indicadores de eficacia y de temporalidad. Por ejemplo, implantar un conjunto de actividades preventivas podría disponer de indicadores de calidad tales como: el grado de implantación de tales actividades, la satisfacción en la aplicación por parte de sus usuarios, la calidad de cumplimiento de los registros documentales correspondientes, etc., así como de los resultados alcanzados. Por ejemplo, si se trata de un procedimiento de control de máquinas peligrosas, uno de los resultados sería que las máquinas al final del periodo establecido estén en condiciones completamente seguras, habiendo sido determinante para ello el procedimiento en cuestión.

Para la evaluación de la columna de indicadores debe verificarse que:

- Los indicadores de Propósito no sean un resumen de los Componentes, sino una medida del resultado de tener los Componentes en operación,
- Los indicadores de Propósito midan lo que es importante,
- Todos los indicadores están especificados en términos de cantidad, calidad y tiempo,
- Los indicadores para cada nivel de objetivo sean diferentes a los indicadores de otros niveles,
- El presupuesto sea suficiente para llevar a cabo las Actividades identificadas
- Los indicadores de Actividades expresan los resultados esperados de las mismas, la calidad en su ejecución y el plazo de tiempo en que han de ejecutarse.

Medios de verificación

El marco lógico indica dónde el ejecutor o el evaluador pueden obtener información acerca de los indicadores. Ello

obliga a los planificadores del proyecto a identificar fuentes existentes de información o hacer previsiones para recoger información, quizás como una actividad del proyecto. No toda la información debe ser estadística La producción de Componentes puede verificarse mediante una inspección visual del especialista o un trabajo de análisis grupal. La ejecución del presupuesto puede verificarse con los recibos presentados para reembolso o como justificación para volver a integrar los fondos rotatorios previstos de inversión.

Supuestos

Cada proyecto comprende riesgos diversos: financieros, institucionales, sociales, políticos, incluso climatológicos, u otros factores que pueden hacer peligrar su éxito. El Marco Lógico requiere que el equipo de diseño identifique los riesgos en cada etapa: Actividad, Componente, Propósito y Fin. *El riesgo se expresa como un supuesto que tiene que ser cumplido para avanzar al nivel siguiente en la jerarquía de objetivos.* El razonamiento es el siguiente: si llevamos a cabo las Actividades indicadas *y ciertos supuestos se cumplen*, entonces produciremos los Componentes indicados. Si producimos tales Componentes *y otros supuestos se cumplen*, entonces lograremos el Propósito del proyecto. Si logramos el Propósito del Proyecto y *todavía se siguen demostrando los supuestos ulteriores*, entonces contribuiremos al logro del Fin. *Los supuestos representan un juicio de probabilidad considerable de éxito del proyecto que comparten el equipo de diseño del proyecto, el prestatario de financiación externo si existiera (por ejemplo, representante del organismo de cooperación) y el ejecutor,* el cual debe participar ineludiblemente en el proceso de diseño del proyecto.

Los supuestos (o riesgos) del proyecto tienen una característica importante: los riesgos se definen como que están más allá del control directo de la gerencia del proyecto. El equipo de diseño del proyecto se interroga qué podría ir mal en cada nivel. A nivel de Actividad, por ejemplo sería que los fondos económicos de la contraparte no llegaran en el momento debido, o que se produjeran situaciones de inestabilidad laboral por una coyuntura de crisis económica o de otra índole. El objetivo no es el de referenciar cada eventualidad que pueda concebirse, sino el identificar posibilidades con un grado razonable de probabilidad, y que por ello vale la pena considerar.

La columna de supuestos resulta importante tanto en la planificación como en la ejecución. En la etapa de planificación sirve para identificar riesgos que pueden evitarse incorporando componentes adicionales en el proyecto mismo. Por ejemplo, uno de los supuestos de un programa de salud rural o en zonas aisladas (por ejemplo, en plataformas petrolíferas) podría ser que el personal cualificado esté dispuesto a mudarse temporalmente para vivir en tales lugares. Dado que este supuesto es crítico al logro del Propósito, la buena disposición del personal no puede quedar librada al azar. El equipo del proyecto debe trabajar en el diseño, Actividades y Componentes del proyecto para asegurarse que el personal cualificado estará dispuesto y por tanto tendrá incentivos y compromisos claros para poder radicarse en el tiempo fijado en tales ámbitos de trabajo. El Componente podría ser un sistema de pago de incentivos, el suministro de residencia gratuita, servicios complementarios, u otro bien que resulte estimulante, y a su vez, que no sea fácil el incumplimiento de los compromisos adquiridos. Si el supuesto es crítico, y no hay Componente que lo pueda controlar, el equipo de diseño del proyecto y la gerencia del mismo bien podrían llegar a decidir que el proyecto particular es demasiado arriesgado y por tanto debiera abandonarse o seguir replanteándose nuevas estrategias de mayor fiabilidad.

Los supuestos son importantes también durante la ejecución. Indican los factores que la gerencia del proyecto *debe anticipar, tratar de influir, y/o afrontar con adecuados planes de emergencia.* Por ejemplo, si el éxito de implantación de un programa de innovación en un conjunto de empresas de una región supone que un Organismo de la Administración ha de facilitar unas determinadas subvenciones económicas o ciertos beneficios fiscales a las empresas participantes, el gerente del proyecto debe vigilar constantemente la marcha de eventos y actuaciones para informar a tal Organismo y a la propia entidad de financiamiento del proyecto, que las demoras pueden frustrar el logro del Propósito del proyecto, y al mismo tiempo, informarles también de manera puntual de la buena marcha del proyecto y de los logros que se van generando con tal apoyo, para ser así menos vulnerables a ciertos avatares que puedan acontecer. Una de las ventajas de plantear los supuestos es que el gerente del proyecto tiene el incentivo de prever y comunicar los problemas emergentes antes que dejarlos para que otros los descubran.

3. DESARROLLO SECUENCIAL DEL MARCO LÓGICO

El Marco Lógico es una herramienta dinámica para diseñar y ejecutar un proyecto y no debiera transformarse en un instrumento burocrático para la presentación de resultados. Como se ha dicho, puede modificarse y completarse durante el proceso de preparación del proyecto. Tiene el potencial de enfocar y hacer más eficiente el proceso de preparación del proyecto cerca del organismo de cooperación o financiamiento que lo va a apoyar. Además, habrá de contribuir satisfactoriamente en todas las etapas del ciclo del proyecto si se estructura adecuadamente. Con este enfoque, el ML debiera elaborarse en una secuencia de fases que a continuación se exponen.

Hay que destacar que el Plan de ejecución no forma parte del ML, sino que es un anexo a éste. Toma la lista de actividades necesarias definidas en el ML, las desagrega a nivel de Tareas, y presenta un gráfico de cuándo comenzará y cuando terminará cada tarea y actividad (por ejemplo un gráfico de Gantt). También se asigna la responsabilidad de llevar a cabo cada actividad a una organización o persona. El programa de actividades permite que el equipo de diseño, el representante del organismo financiero o de cooperación y el gerente del proyecto evalúen si el tiempo fijado para terminar el proyecto es realista. También permite al gerente del proyecto distribuir y coordinar tareas cuando estén participando varias instituciones. Es muy recomendable, como más adelante se expondrá, que el propio Plan de ejecución disponga de un mecanismo de seguimiento de autoevaluación transparente y continuada, que podrá haber sido diseñado en el ML o bien incorporado posteriormente en el propio Plan de ejecución.

Veamos a continuación los pasos secuenciales para la configuración del Marco Lógico.

Identificación del problema principal y alternativas de solución

En el proceso de preparación del documento de programación, el equipo al que se le encomienda su realización,

junto a la representación del organismo de cooperación si lo hubiere y los representantes de los destinatarios del proyecto, han de concentrarse únicamente en el problema a resolver, o sea, en el Fin, con sus objetivos y sus Indicadores. En otras palabras, se concentra en los dos primeros casilleros de la primera fila de la Matriz del ML. Pero veamos antes que nada cómo enfrentarse al análisis de problemas.

El primer paso de un proyecto es identificar, seleccionar y desarrollar una definición clara del problema que se hace evidente por ser una manifestación externa que afecta a un colectivo o comunidad. Se puede reflejar por la existencia de algo malo o la carencia de algo bueno que es absolutamente necesario.

Como se verá en la aplicación práctica que se muestra en la siguiente NTP, el problema fundamental que el proyecto debe abordar queda perfectamente focalizado cuando hemos realizado un exhaustivo análisis de consecuencias o efectos del mismo y de las causas que lo originan. La experiencia metodológica en el campo de la prevención de riesgos laborales para la elaboración de estructuras arbóreas en los análisis de causas (hacia atrás con el árbol de fallos) y los análisis de consecuencias (hacia delante con el árbol de efectos y el árbol de sucesos) nos resultará muy provechosa para la identificación y priorización de problemas. Evidentemente, el problema es priorizado por la gravedad de las consecuencias que del mismo se deriven. A este análisis en su conjunto lo denominamos árbol de problemas, que tiene los siguientes pasos para su elaboración:

1. Identificar los principales problemas con respecto a la situación
2. Formular en pocas palabras el problema central
3. Anotar las causas del problema central
4. Anotar los efectos provocados por el problema central
5. Elaborar el esquema que muestre las relaciones entre causas y efectos dando forma al árbol del problema
6. Revisar el esquema completo y comprobar su lógica e integridad.

Desde el punto de vista de los beneficiarios directos, el propósito del análisis de los problemas es establecer la relación causa-efecto existente entre los problemas que éstos mismos estiman que les afectan.

Los problemas no son hipótesis abstractas, sino que afectan a un colectivo o a determinados grupos sociales. Cuando se identifica un problema se debe ofrecer un panorama de todas las personas, grupos y organizaciones que de alguna manera están relacionados con el problema en cuestión de acuerdo a sus expectativas e intereses y considerando sus diferentes características (beneficiarios, cooperantes, afectados perjudicados, etc.) y los factores que las determinan. A ello correspondería llamarle: “análisis de participación”.

Después de identificado el o los grupos beneficiarios y el principal problema a resolver, habría que cambiarlo por objetivo. Es decir, transformar la situación negativa existente en una situación positiva deseable. Es decir, se trataría de pasar de una relación “causa-efecto” en los problemas a una relación “medios fines” en los objetivos. Para ello, hay que reformular todas las condiciones negativas del árbol de problemas en condiciones positivas deseables y realizables en la práctica, examinar las relaciones “medios-fines” establecidas para garantizar la lógica e integridad del esquema y eliminar los objetivos que no sean efectivos o necesarios. A ello lo denominaríamos “análisis de objetivos”.

Luego vendría el propósito del “análisis de alternativas” (también llamado “discusión de estrategias” según la Comisión Europea) que es identificar posibles opciones, valorar sus posibilidades de ser llevadas adecuadamente a la práctica y acordar una estrategia de proyecto. Puede ser que para un mismo objetivo se puedan llevar a cabo distintas intervenciones. Con tal análisis se compararán todas ellas para elegir la que sea más ventajosa. Para el análisis de alternativas y la selección de la más idónea se puede utilizar el clásico DAFO, análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.

Una vez completados estos análisis previos estaríamos en condiciones de empezar a construir el Marlo Lógico.

Durante la fase inicial, el prestatario de recursos, la representación de las partes afectadas y el grupo de trabajo técnico, considerarán alternativas de proyectos que podrían contribuir a la solución del problema, y elaborarán el Perfil I resultante, para seleccionar el que consideran mejor, definiendo el Propósito con sus objetivos y los Indicadores correspondientes con énfasis en la parte económica. Es decir, se concentra en los primeros dos casilleros de la primera y segunda fila (ver el área sombreada de la figura 5 a). En esta etapa, el análisis ambiental considera en forma preliminar el coste

MARCO LÓGICO DEL NIVEL DE PERFIL I *(Fig. 5a)*				
	Objetivo	**Indicadores**	**Verificación**	**Supuestos**
Fin		E		
Propósito		E		
Componente				
Actividad				

MARCO LÓGICO DEL NIVEL DE PERFIL II *(Fig. 5b)*				
	Objetivo	**Indicadores**	**Verificación**	**Supuestos**
Fin				E
Propósito		E		E
Componente		E		E
Actividad				E

Figura 5. Marco Lógico al Nivel del Perfil I y del Perfil II en la fase de preparación.

de mitigación y el posible coste de daño resultante de las diferentes alternativas. El análisis económico trata de determinar la alternativa al mínimo coste. El análisis de participación institucional identifica las alternativas más viables de ejecutar y operar el proyecto. Finalmente, el análisis financiero examina la capacidad de aportar capital y sostener la futura operación del proyecto en el contexto de las demandas financieras de todo el sector o ámbito de influencia, o sea, su sostenibilidad. Habrían de tenerse en cuenta por su importancia al incorporar los objetivos del proyecto, aspectos relativos al medio ambiente, de género, destinatarios o beneficiarios del proyecto, en particular los más necesitados, la rentabilidad social y económica, y las modificaciones institucionales (cuando éstas pudieran ser relevantes), como indicadores de fin o de Propósito. Con el marcado E se indica en el gráfico la necesaria consideración del aspecto económico.

Preparación del Perfil II y Orientación

Durante la orientación, el equipo de proyecto se concentra en dimensionarlo, lo que implica establecer la relación de lo que se logrará (los indicadores de Propósito) y la cantidad, tipo, volumen y coste de los Componentes del proyecto. Al nivel del Perfil II, el equipo de proyecto puede modificar los indicadores, pero no debería cambiar el Fin y el Propósito. Si ello sucediera, entonces habrá cambiado el proyecto y debiera prepararse un nuevo Perfil I, o en su defecto, el cambio debiera destacarse en el Perfil II.

Tal Perfil II debe incluir los Componentes, sus indicadores y los supuestos que tienen que cumplirse para lograr el Fin, Propósito y Componentes. En el Perfil II debe presentarse, la parte sombreada de la matriz de la figura 5b. Una buena parte del análisis financiero e institucional de participación está relacionado con la columna de supuestos. Por ejemplo, la viabilidad financiera puede depender de un incremento de tarifas (una condición contractual, el cumplimiento de la cual es un supuesto). La viabilidad institucional puede depender de la estrecha coordinación entre varios organismos públicos o privados, la cual sería por tanto un supuesto a considerar. Con el marcado E se indica el área con un significado aspecto económico a considerar.

Análisis y preparación del documento de solicitud de financiación.

El ML refleja los lineamientos de la propuesta del prestatario y por consiguiente, informe del proyecto, como si fuera el caso, el que se hubiera de presentar al BID. Sirve para orientar la lógica de éstos: identificación del problema principal, selección de la mejor alternativa de proyecto para contribuir a la solución (el objetivo-Fin en el ML), la definición del Propósito (los resultados esperados al final de la ejecución del proyecto), los Componentes necesarios para lograr el Propósito, las Actividades necesarias para producir los Componentes, el costo de las Actividades (presupuesto), los Supuestos (riesgos asumibles). *El ML resaltará aquellos aspectos que deben ser abordados mediante evaluaciones complementarias o de apoyo, a ser incluidas en el informe.* Estas evaluaciones contribuirán a determinar las mejores alternativas para manejar los riesgos del proyecto. Estas evaluaciones incluyen diagnósticos sobre: la capacidad institucional para ejecutar las Actividades, el impacto ambiental de las Actividades y Componentes, la capacidad financiera para solventar la ejecución del proyecto de inversión y su operación, y la factibilidad económica del proyecto, entre otras cuestiones relevantes.

- El Fin está claramente expresado
- Los indicadores de Fin son verificables en términos de activad, calidad y tiempo.
- El proyecto tiene un solo Propósito.
- El Propósito está claramente expresado.
- Los indicadores del Propósito no son un resumen de los Componentes, sino una forma independiente de medir el logro del Propósito
- Los indicadores del Propósito sólo miden lo que es importante.
- Los indicadores de Propósito tienen medidas de cantidad, calidad y tiempo.
- Los indicadores del Propósito miden los resultados esperados al final de la ejecución del proyecto.
- Los Componentes del proyecto están claramente expresados.
- Los Componentes están expresados como resultados.
- Todos los Componentes son necesarios para cumplir el Propósito.
- Los Componentes incluyen todas las partidas de las cuales es responsable la gerencia del proyecto.
- Los indicadores de los Componentes son verificables en términos de cantidad, calidad y tiempo.
- Las Actividades incluyen todas las que son necesarias para producir cada Componente.
- Las Actividades identifican todas las acciones necesarias para recoger información sobre los indicadores.
- Las Actividades son en realidad las tareas para las cuales se incurre en costes para poder completar los Componentes.
- La relación entre Actividades y el presupuesto para su ejecución es realista y se basa en criterios de racionalidad y buena administración
- La relación entonces entre el Propósito y el Fin es lógica y no omite pasos importantes.
- La relación entre los Componentes y el Propósito es realista y coherente.
- La lógica vertical entre las Actividades, los Componentes, el Propósito y el Fin es realista y coherente en su totalidad.
- El Propósito, junto con los supuestos a ese nivel, describen las condiciones necesarias, aun cuando no sean suficientes, para lograr el Fin.
- Los Componentes, junto con los Supuestos a ese nivel, describen las condiciones necesarias y suficientes para lograr el Propósito.
- Los supuestos al nivel de Actividad no incluyen ninguna acción que tenga que llevarse a cabo antes que puedan comenzar las Actividades. Las condiciones precedentes se detallan en forma separada.
- La columna de medios de verificación identifica dónde puede hallarse la información para verificar cada indicador
- El Marco Lógico define la información necesaria y esencial para la evaluación del proyecto.

Figura 6. Lista de verificación del correcto diseño del proyecto de acuerdo al Marco Lógico.

El ML contiene un resumen de casi toda la información que proveen las diferentes disciplinas. El análisis técnico se encuentra resumido en los indicadores de Propósito, en los indicadores de Componentes, en los indicadores de Actividad (en el presupuesto) y en el plan de ejecución. Los objetivos eminentemente sociales de instituciones y organismos de cooperación están reflejados en los indicadores de Fin y Propósito y en ciertos Componentes a ser desarrollados mediante determinadas Actividades. El análisis económico resulta de la comparación entre los indicadores de Fin o Propósito con el presupuesto. Los resultados de análisis institucional y financiero pueden aparecer como indicadores de Propósito y/o Componentes (tales como formación realizada, estudios realizados, equipamiento previsto, procedimientos implantados) o como supuestos (que pueden ser incluidos como condiciones contractuales).

Por tanto, en la fase de presentación del ML ante los diferentes Comités implicados, este constituye un resumen ejecutivo de lo proyectado, o sea, un panorama sintético de los objetivos, de los costes, de los riesgos asumidos y de los resultados esperados.

Ejecución y evaluación del proyecto

Para la ejecución del proyecto, el ML y el Plan de Ejecución correspondiente, PE, son los dos documentos base que contribuyen a la coordinación y seguimiento del mismo. El ML y el PE son lo suficientemente breves como para que todos los participantes (no solo los máximos responsables) cuenten con una copia y contribuir a que todos sepan en forma específica lo que están procurando lograr, cómo puede medirse el éxito alcanzado, quién se supone debe hacer qué, cuándo se supone lo haga, y qué riesgos requieren seguimiento y capacidad de anticipación.

Como ya se indicó anteriormente, el logro del Propósito y del Fin no están bajo el control del gerente o ejecutor del proyecto. El gerente solo tiene el control de las Actividades, el presupuesto, y los Componentes que entrega. Lo demás está fuera de su control. Hay situaciones ajenas a la ejecución del proyecto sobre las cuales no tiene un verdadero control. Sin embargo, el gerente tiene la responsabilidad de hacer un seguimiento de todos estos factores, informar a las autoridades superiores cuando parece que los supuestos no se van a cumplir, y sugerir acciones que permitan lograr el Propósito.

En la fase de evaluación por parte de auditores acreditados, éstos habrían de poder saber qué resultados se esperan y donde pueden hallar información para verificar si lo lograron.

En la figura 6 se muestra una lista de verificación de la correcta formulación del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
Herrmann & Herrmann
Planificación de proyectos orientada a objetivos, 2001
www.jjponline.com/marcologico

AGENCIA NORUEGA DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO
Grupo de trabajo Norad
Enfoque del marco lógico como herramienta de planificación y gestión de proyectos orientados por objetivos
Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación, 1993
www.ongdcim.org/PUBLICACIONES%20DIGITALES/cooperación%desarrollo/Manual%20Marco%20Logico.pdf

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
Evaluación: Una herramienta de gestión para mejorar el desempeño de los proyectos, Washington, 1997
www.iadb.org/cont/evo/spbook

CAMACHO, HUGO
El enfoque del marco lógico: 10 casos prácticos. Cuaderno para la identificación y diseño de proyectos de desarrollo
Fundación Cideal, Madrid, 2001
www.preval.org/documentos/00423.pdf

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.032

Gestión de proyectos de cambio: marco lógico (II)

Changing projects management: logical marc (II)
Gestion des projets des changement: marque logique (II)

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en en Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
Manuel Bestratén Belloví
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Alicia Luque Campuzano
PRL, Medio Ambiente e Infraestructuras, EMYPRO

Josep Vergé González
PRL, Calidad y Medio Ambiente, PREMAQUA

Esta NTP complementa a la anterior dedicada a exponer una síntesis del Marco Lógico en la formulación y gestión de proyectos de cambio de cierta trascendencia, para mostrar en esta su aplicación en prevención de riesgos laborales en una empresa interesada en incrementar el nivel de integración de la misma como valor estratégico, fundamentándolo en la mejora simultánea de las condiciones de trabajo y de la productividad según el Modelo "Simapro" de la OIT.

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. SITUACIÓN DE PARTIDA DE LA ORGANIZACIÓN

Esta NTP se centra exclusivamente en mostrar de forma resumida en una organización determinada la experiencia de aplicación del esquema del Marco Lógico para la formulación de un proyecto que tenía por finalidad principal la plena integración de la prevención en la actividad empresarial. Se acordó aplicar esta metodología al encontrarse la organización en cuestión ante las siguientes circunstancias que lo propiciaron:

a) Tener establecido un sistema integrado de gestión según los estándares: ISO-9001: Sistema de gestión de calidad, ISO-14001: Sistema de gestión ambiental, y OHSAS-18001: Sistemas de gestión de la seguridad ambiental y salud en el trabajo.
b) En donde se habían implementado registros y procedimientos preventivos en los procesos para el debido control de los riesgos y el seguimiento cualitativo y cuantitativo de los objetivos, habiéndose reducido los índices de siniestralidad muy por debajo del promedio del sector.
c) Existiendo la voluntad firme por parte de Dirección de avanzar en la plena integración de la Prevención desde la perspectiva de generar oportunidades de incremento de la competitividad, la productividad y mejora del clima laboral, evitando el caer en la complacencia de los logros alcanzados.
d) Estar inmersa la organización en un proceso de internacionalización, queriendo dotarse de elementos diferenciadores y potenciadores de sus capacidades para generar valor añadido a la organización.
e) En la que a pesar de los esfuerzos que se habían venido realizando para la implementación de un eficaz sistema preventivo, existían factores culturales de distorsión en unidades de la organización. Tal realidad no deja de ser frecuente en muchas organizaciones en las que tras desarrollar las actividades preventivas legalmente exigidas con esmero implementando los procedimientos requeridos se constata que no todos interiorizan en su quehacer cotidiano que la prevención de riesgos laborales es consustancial y natural con un trabajo de calidad formalmente demandado.

La empresa del sector metalúrgico, poseedora de fábrica y talleres propios para la prefabricación de elementos mecánicos de calderería y estructura metálica, se dedica a la fabricación y montaje de depósitos de almacenamiento, instalaciones de tuberías y terminales "llaves en mano", especialmente para la industria química y petroquímica.

Aprovechando las circunstancias coyunturales que atravesaba la organización que demandaban esfuerzos para mejorar su competividad ante el proceso de internacionalización que estaba viviendo y forzado en parte por la coyuntura económica, existía conciencia al mas alto nivel de que la PRL había de tener un valor estratégico para mejorar, no solo la salud de la empresa y la calidad en el trabajo, derivados del proceso de integración de la prevención, sino también, su reputación de empresa eficiente y responsable, lo que era un factor no desdeñable para una mejor proyección social, que a su vez facilitara la obtención de contratos.

Así, el proyecto para la integración global de la prevención se elaboró con un amplio punto de mira, de tal modo que las mejoras de los factores clave de gestión de la PRL fueran también conducentes a la mejora de la competitividad de la organización. Así, en momentos en que la fuerte competencia parece basarse de forma casi

exclusiva en el factor precio, la PRL habría de generar valor, reduciendo costes, mejorando eficiencia, y sobre todo, logrando una mayor implicación de los miembros de la organización en su propio trabajo y en el logro de los intereses honestos y legítimos de la organización.

Por todo lo anterior, se consideró oportuno fundamentar el proyecto en la aplicación del Modelo "Simapro" de la OIT, cuyo objetivo es mejorar simultáneamente y con el mismo nivel de importancia la productividad y las condiciones de Trabajo (ver NTP 913). Ello iba a ofrecer un marco de trabajo que propiciara un alto nivel de participación en el desarrollo de un continuado plan de acciones de mejora en los procesos productivos; un plan integral e incluyente focalizado en lograr objetivos operativos de las áreas de trabajo y de la organización, acordados entre todas las personas involucradas.

Al conjugar simultáneamente la mejora de la eficiencia y la mejora de las condiciones de trabajo, fundamentándose en el desarrollo del "valor" de la participación, era de esperar que se produjera un mayor compromiso de los responsables de las unidades y de los colaboradores, con el doble objetivo de lograr una mayor integración de la PRL en las funciones y cometidos de todo el personal, junto al impulso de un enriquecedor proceso innovador en los procesos productivos.

Hay que destacar que la actividad preventiva de la empresa en cuestión había tenido históricamente un peso relevante por varios motivos: la sensibilidad de la alta dirección, el peso relevante del Departamento de Prevención como agente conductor del cambio y la asistencia técnica de una consultora externa especializada en planes estratégicos, con especial inclusión de la PRL. De ahí que la aplicación del esquema del Marco Lógico para el desarrollo del nuevo proyecto preventivo, junto a otras acciones de apoyo, fuera visto y asumido como una magnífica oportunidad de actuar como motor de cambio para desarrollar y afianzar una cultura de excelencia empresarial.

Dado que esta NTP pretende ser solo una guía que facilite la comprensión del esquema del Marco Lógico y a fin de respetar la confidencialidad de la información de la empresa en cuestión, solo se recogen de manera sintetizada algunos cuadros resumen del Proyecto, con breves explicaciones de los mismos, sin necesidad de entrar en más detalles.

Hay que destacar que la aplicación del Modelo "Simapro" de la OIT contó con el apoyo metodológico del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo del INSHT. Modelo que lleva más de diez años de implementación exitosa, especialmente en América latina, aunque es relativamente reducida en nuestro país.

Antecedentes del sistema preventivo de la organización. Siniestralidad laboral

En los años anteriores al inicio del proyecto que nos ocupa, la organización había dirigido sus esfuerzos a una serie de acciones que tuvieron como objetivos principales:

a) Implementar la PRL en su aspecto formal para reducir sustancialmente la siniestralidad laboral y los costes asociados a la misma, aplicando un conjunto de procedimientos preventivos de acuerdo a lo establecido reglamentariamente.
b) Sensibilizar al personal que el sistema preventivo establecido era necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores. Se puso especial énfasis en la actividad formativa. Durante ese periodo anterior todo el personal recibió formación básica en PRL y cursos especializados en base a su actividad, con especial énfasis en soldadura y trabajos en altura.
c) Asumir el valor estratégico de la PRL en la filosofía y dirección de la empresa.
d) Implicar a todos los directivos, comité de empresa y trabajadores en el proceso de implementación del sistema preventivo para lograr un nivel de integración de la PRL aceptable, superando los límites reglamentariamente establecidos.

A continuación se aportan una serie de datos sobre siniestralidad que ilustran cómo la implantación efectiva de la prevención, así como otras herramientas de gestión, contribuyeron a la mejora de los resultados de la empresa.

Siniestralidad laboral con baja y costes

En el siguiente gráfico (Fig. 1) se representa la evolución de la siniestralidad correspondiente a su índice de incidencia, desde el 2005 hasta el año 2012., y su posible relación con una serie de hitos. Se observa un descenso de los 24 accidentes habidos en el 2005 sobre una plantilla de 80 trabajadores a 3 accidentes en el 2012 sobre una plantilla de 131 trabajadores.

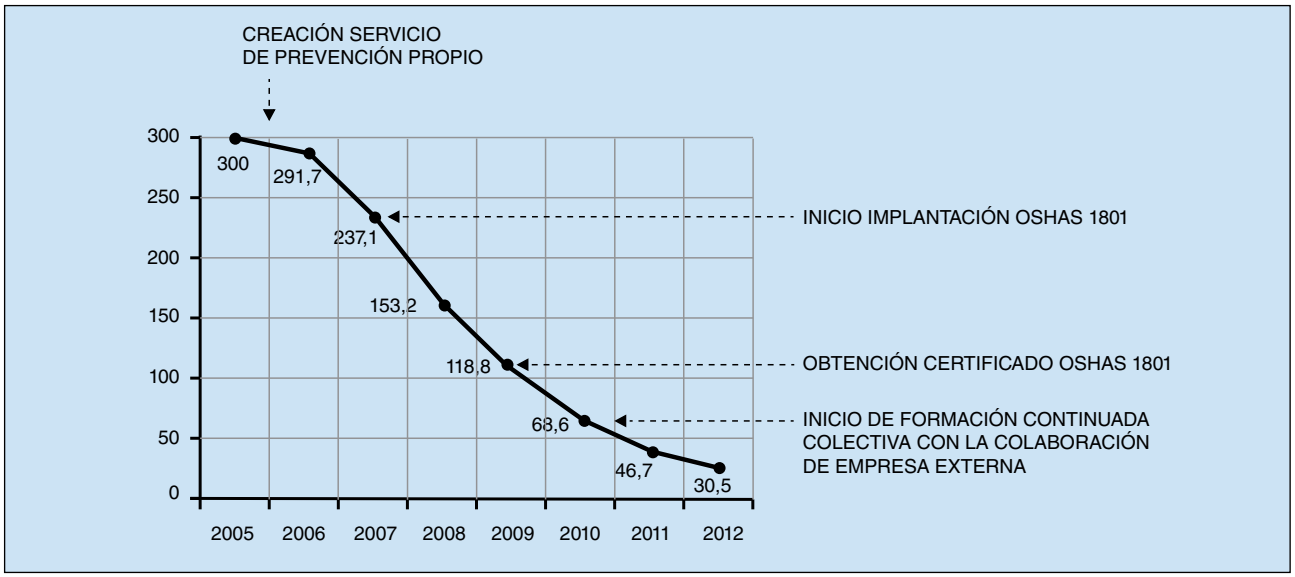


Figura 1. Evolución de la siniestralidad previa a la aplicación del proyecto del Marco Lógico.

Hay que destacar que comparativamente con el sector, el índice de incidencia de la organización lo duplicaba en el año 2005, cuando en el año 2012 se redujo sustancialmente, situándose en un 8,06, siendo el del sector de 70,24.

Se contabilizaron los costes de la siniestralidad durante el proceso de implementación del sistema preventivo, demostrándose la rentabilidad de la acción preventiva en términos tangibles por la consiguiente reducción de costes generada. Ello sin tener en cuanta los valores intangibles generados con repercusión en la productividad y competitividad de la organización, aspectos estos que habrán de ser evaluados en un futuro con el nuevo proyecto según el Marco Lógico.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA PRINCIPAL MEDIANTE EL ÁRBOL DE CAUSAS Y DE EFECTOS

En la anterior NTP se expuso el esquema de trabajo para la construcción del árbol de causas y efectos, instrumento esencial de partida que ha de permitir determinar cuál es el problema principal a abordar en el Marco Lógico, y al mismo tiempo, visualizar claramente a todos los niveles las acciones a desarrollar para actuar sobre los factores adversos que lo condicionan.

La situación actual de la prevención en las empresas presenta algunas de las siguientes causas destacables que están limitando la integración plena de la PRL en la propia actividad. Se han incorporado aquellas causas específicas de la organización que en mayor o menor medida, coexisten:

- Limitada efectividad en la aplicación de la prevención:
  La prevención se gestiona como una actividad formalista, es decir, dentro de los marcos legales pero sin que se encuentre presente siempre de forma inherente en todas las actividades y decisiones.
  Los motivos principales que configuran esta situación son:
  - Marco reglamentario actual amplio y complejo, no suficientemente ajustado a las *pymes.*
  - Cierta rigidez en la planificación de la actividad preventiva para la introducción de cambios.
  - Limitada eficacia del asesoramiento externo en materia de prevención de riesgos laborales, fundamentalmente porque el modelo preventivo actual ha sido más bien formalista.
  - Limitada eficacia de la formación en materia de prevención, consecuencia igualmente del modelo formalista de PRL, no integrándose siempre de manera efectiva en los cometidos habituales de mandos y trabajadores.
- Limitada implicación de los mandos:
  La PRL suele ser entendida como algo delegable en los técnicos de PRL de la empresa, lo que comporta una menor implicación de algunos colaboradores. Los motivos que generan esta circunstancia son:
  - Falta de estrategia que propicie el conocimiento de los valores preventivos personales y colectivos generados por: Inexperiencia preventiva, visión legalista y delegable de la prevención, y la falta de una mayor exigencia de cumplimiento de objetivos preventivos. Todo ello configura un escenario no favorable condicionado por la limitada cultura preventiva existente.
  - Insuficientes habilidades directivas de los mandos, fundamentalmente en Liderazgo.
  - Priorización de los factores productivos, eclipsando a veces los preventivos.
- Limitada implicación del personal:
  Entendido como una falta de participación del personal en la acción preventiva y en acciones de mejora al no sentirse suficientemente involucrados y no considerar que la PRL responde verdaderamente a sus necesidades e intereses. Esta se convierte en una obligación más ante la limitada cultura preventiva en la sociedad.
  El conjunto de estas causas, determinantes de la "insuficiente integración de la prevención" son las que propician los principales efectos adversos en el sistema general de gestión, repercutiendo negativamente en último término en el beneficio empresarial. A continuación se indican los efectos negativos considerados que son más relevantes:
  - Accidentes y daños derivados de la actividad. Ello genera, además de los daños generados, unas condiciones de trabajo que no pueden ser percibidas como satisfactorias, condicionando negativamente los comportamientos de las personas.
  - Costes derivados de los accidentes e incidentes del trabajo. Ello representa costes directos y costes ocultos que se derivan de los mismos, de considerable importancia.
  - Trabajadores no suficientemente motivados. Con repercusión por tanto en pérdida de la eficiencia y la posible rotación de personal, añadiendo el coste de selección y formación de nuevo personal que ello representa, y la consecuente pérdida de capital intelectual, principal activo organizacional, lo que también repercute en la imposibilidad de avanzar en el camino de la excelencia.

A nivel externo se pueden generar posibles disconformidades por parte de los "*partners*" y de la misma sociedad, especialmente en caso de producirse un accidente grave. Además, no tener el nivel exigible legalmente en prevención puede ser una desventaja competitiva en la consecución de contratos tanto dentro como fuera del país de origen.

En tal sentido, un importante efecto negativo que puede producirse con facilidad es: *El deterioro de la imagen de la empresa y la pérdida de consecución de proyectos.*

Tanto interna, como externamente, se generan costes ocultos: daños materiales, tiempos perdidos y limitaciones de calidad y eficiencia que pueden cuestionar la sostenibilidad de la organización en una economía global.

En el ejemplo de la empresa que nos ocupa, se disponían de evidencias y certezas que la percepción integral de la prevención, especialmente en algunos departamentos de la empresa, era un problema importante a resolver.

No obstante, la construcción del árbol, analizando las causas que estaban en el origen del problema, fundamentalmente organizativas y culturales, y por otro, las consecuencias nocivas para la organización que ello representaba y que podían tener una cierta trascendencia económica, es lo que permitió aprovecharse para tomar conciencia colectiva de la necesidad de aplicar nuevas estrategias y también en aportar soluciones concretas a los problemas planteados.

Al mismo tiempo, el árbol facilitó que las personas de la estructura se dieran cuenta que muchas de las acciones a realizar ya habían sido consideradas en el plan estratégico de la empresa, por lo que, con ligeros ajustes al mismo, se integrarían fácilmente y de manera coherente para potenciarse mutuamente.

En la figura 2 se muestra el árbol de causas y efectos a partir del problema central de la insuficiente integración de la prevención. En las filas superiores e inferiores del árbol se indican las acciones previstas en el plan estratégico de la empresa y en el propio proyecto del Marco Lógico que inciden directamente sobre los factores problemáticos identificados (destacadas en color verde), así como las nuevas acciones a realizar (destacadas en color amarillo).

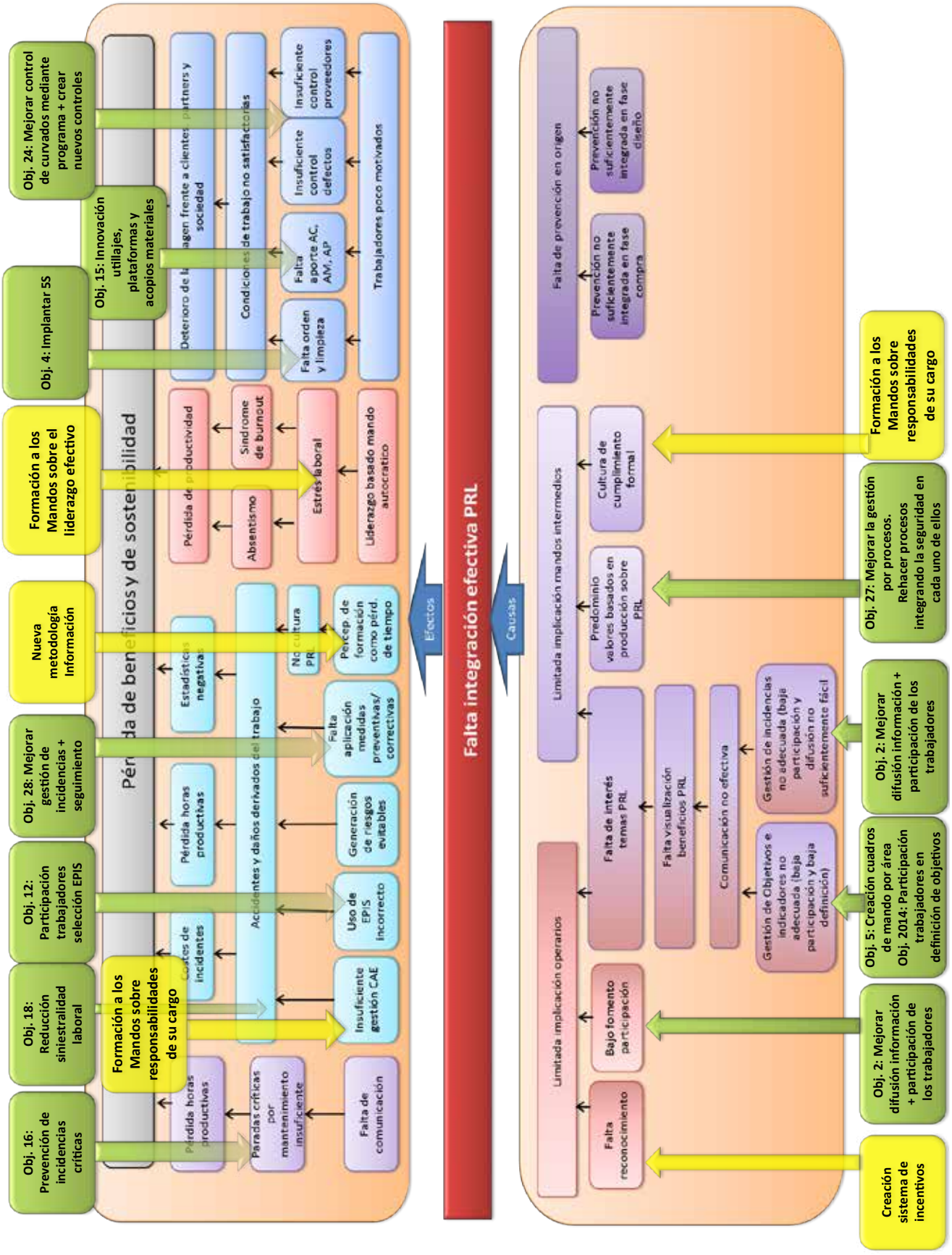


Figura 2. Árbol de efectos y de causas ente el problema central identificado: La insuficiente integración de la PRL.

3. APLICACIÓN DEL MARCO LÓGICO PARA LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO

En este documento se recoge de manera sintetizada el proyecto en cuestión con el doble objetivo de lograr:

a) La plena integración de la prevención de riesgos laborales en las funciones y cometidos de todos los miembros de la organización, dentro del unitario sistema general de gestión empresarial, cuidando de superar los mínimos reglamentarios en esta materia.
b) Implantar un sistema de mejora continua de los procesos productivos del principal centro de trabajo de la organización, como experiencia piloto para la validación del propio proyecto, que sea determinante para la consecución del objetivo anterior, y a la vez contribuya de manera notoria a la mejora de la eficiencia y la calidad del trabajo, así como las condiciones en que este se realiza, constituyéndose como centro de referencia. Tal experiencia habría de extrapolarse a toda la organización.

Se estableció que el proyecto se extendería por un periodo de tres años, siendo durante el tercero cuando la experiencia se exportaría al resto de los centros y unidades de trabajo, aprovechando las buenas prácticas generadas y con los ajustes que fueran necesarios.

Durante el proceso se cuenta con el apoyo de una consultora externa en colaboración con el Servicio de Prevención Ajeno, fundamentalmente en materia formativa. Tengamos en cuenta que el desarrollo competencial que representa la implantación continuada de mejoras en los procesos productivos requiere también de un apoyo formativo continuado. El INSHT a través del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo efectúa un seguimiento del proyecto como base de estudio e investigación.

Durante el año 2013 el proyecto se ha focalizado en una unidad piloto que es el principal centro de producción, para extenderlo a todas las unidades a partir del año 2014 en función de los resultados alcanzados y la experiencia generada. En el primer año 2012 se completó la fase de diagnóstico.

Se efectúa un análisis coste beneficio del desarrollo del proyecto para demostrar su rentabilidad. Se aplica metodología específica de evaluación en la que se incluyen los valores tangibles e intangibles invertidos y generados, de acuerdo a las directrices aportadas por el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo del INSHT.

En la figura 3 se muestra la estructura y contenido básico del Marco Lógico, y en la figura 4, la matriz del Proyecto específico según tal esquema que recoge de manera muy resumida cada uno de los elementos esenciales que la componen.

DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS	INDICADORES VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN Es la definición de cómo el proyecto o programa contribuirá a la solución del problema o problemas en el ámbito de actuación.	A nivel de Fin miden el impacto general que tendrá el proyecto. Son específicos en términos de cantidad, calidad y tiempo; además del colectivo social y lugar, si ello fuera relevante.	Constituyen las fuentes de información que se pueden utilizar para verificar que los objetivos se lograron. Pueden incluir material publicado, inspecciones visuales, encuestas por muestreo, etc.	Indican los acontecimientos, las condiciones o las decisiones importantes, necesarias para materializar el proyecto y la "sostenibilidad" (continuidad en el tiempo) de los beneficios generados por el mismo.
PROPÓSITO Es el impacto directo a ser logrado como resultado de la utilización de los Componentes desarrollados por el proyecto. Es una hipótesis sobre el impacto o beneficio que se desea alcanzar.	A nivel de Propósito describen el impacto logrado al final del proyecto. Deben incluir metas que reflejen la situación al finalizar el proyecto. Cada indicador especifica, cantidad, calidad y tiempo de los resultados por alcanzar.	A nivel de Propósito son las fuentes que el ejecutor y el evaluador pueden consultar para ver si los objetivos se están alcanzando. Pueden indicar que existe un problema y sugerir la necesidad de cambios en los componentes del proyecto. Pueden incluir material elaborado, inspección visual, encuestas por muestreo, etc.	Los supuestos indican los acontecimientos, las condiciones o las decisiones que tienen que ocurrir para que el proyecto contribuya significativamente al logro del Fin.
COMPONENTES Son las obras, servicios y formación que se requiere complete el ejecutor del proyecto de acuerdo a lo acordado. Deben expresarse en trabajo terminado (Instalaciones o equipos instalados, sistemas implantados, personal capacitado, etc.).	Los relativos a Componentes son descripciones breves, pero claras de cada uno de los componentes que tiene que terminarse durante la ejecución. Cada uno debe especificar cantidad, calidad y oportunidades de las obras, servicios, etc. que deberán librarse.	Se indica respecto a los Componentes, dónde el evaluador puede encontrar las fuentes de información para verificar que los resultados que han sido acordados o contratados han sido producidos. Las fuentes pueden incluir inspección in situ, informes del auditor, etc.	Son en este caso los acontecimientos, las condiciones o las decisiones que tienen que ocurrir para que los componentes del proyecto alcancen el Propósito para el cual se llevaron a cabo.
ACTIVIDADES Son las tareas que el ejecutor debe cumplir para completar cada uno de los componentes del proyecto y que implican costos. Se hace una lista cronológica por cada componente.	Este apartado contiene el presupuesto para cada componente a ser producido por el proyecto.	En este apartado se indica donde el evaluador puede obtener información para verificar si el presupuesto se gastó como estaba planificado. Normalmente constituye el registro contable de la unidad ejecutora.	Respecto a las actividades, los supuestos son los acontecimientos, condiciones o decisiones (fuera del control del máximo responsable del proyecto) que tienen que suceder para completar los Componentes del proyecto.

Figura 3. Estructura y contenido básico del Marco Lógico.

FIN Y PROPÓSITO

El Fin principal del proyecto era el de contribuir a la sostenibilidad y calidad integral de la organización, mejorando conjuntamente la eficiencia, el clima laboral y las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, generando visibilidad positiva de la organización, tanto interna, como externamente.

El Propósito era, a través de la integración plena de la prevención de riesgos laborales en las funciones y actividades de las personas que trabajan en la organización, conseguir la implicación de todos los miembros de la organización en los objetivos comunes establecidos, conjugando a través de un proceso innovador de carácter estratégico la mayor eficiencia, productividad y atención a las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, posibles y con los recursos disponibles.

COMPONENTES

Las tres componentes para el desarrollo del proyecto que se establecieron fueron:

- **Componente 1.** Diagnóstico. Análisis conjunto de la situación de partida, incluyendo el diagnóstico de la cultura empresarial existente, concienciación sobre las necesidades existentes y la importancia de la PRL como valor estratégico, y el establecimiento de un plan de trabajo.
- **Componente 2.** Experiencia piloto. Selección de la unidad piloto de actuación con sus procesos clave. Implantación del proyecto en base a las directrices establecidas con la capacitación continuada de las personas participantes.
- **Componente 3.** Implantación del proyecto en toda la organización. Sistema de mejora continuada de la eficiencia, productividad y condiciones de trabajo en todos los ámbitos de las unidades seleccionadas.

Actividades del componente 1

- Reuniones preparatorias con la dirección para definir los objetivos y el alcance del proyecto.
- Concienciación del Comité de dirección sobre la necesidad de una nueva cultura empresarial fundamentada en valores en los que se conjugue: Responsabilidad y Competitividad, así como la contribución estratégica de la prevención de riesgos laborales y la mejora de las condiciones de trabajo en la misma.
- Revisión de los valores de la organización en vistas a que: la "Participación", la "Innovación" y la "Honestidad y Transparencia" sean asumidos plenamente en la organización y en el proyecto del Marco Lógico.
- Participación e implicación del Comité de seguridad y salud en el proyecto.
- Diagnóstico de la cultura organizacional y de la cultura preventiva en particular, mediante la aplicación del Modelo de Auditoria EFQM de Excelencia empresarial y de la Auditoria del Sistema preventivo, respectivamente, en vistas a su interrelación; y la identificación de fortalezas y debilidades del sistema general de gestión. Realización de encuestas a una muestra representativa de los trabajadores con el fin de poder contrastar el análisis.
- Revisión del Plan de prevención, actualizando los procedimientos preventivos para su mejor aprovechamiento en el proyecto. La planificación preventiva integrará el proyecto en cuestión.
- Aprovechamiento de la evaluación de riesgos psicosociales en el diagnóstico de la cultura organizacional y fijación de acciones de intervención psicosocial.
- Comparativas con indicadores sectoriales del diagnóstico realizado.
- Realización de entrevistas y/o reuniones para compartir información del proceso de diagnóstico con directivos, encargados, y representantes de los trabajadores, incluido el Comité de SST, así como con figuras claves de la organización que se consideren pertinentes.
- Análisis de factores clave de productividad, eficiencia y condiciones de trabajo disponibles en los procesos clave de la organización, en sus diferentes centros de trabajo, para la identificación de ámbitos de mejora prioritarios. Selección conjunta de indicadores globales a controlar.
- En base a todo lo anterior, elaboración del árbol de causas y efectos del problema principal identificado, estableciendo los objetivos a desarrollar dentro del nuevo plan estratégico de la organización. Selección del formato para el registro y seguimiento de los mismos. Ver figura 1 del árbol de causas-efectos con inclusión de algunos de los objetivos del plan estratégico.
- Ajuste del nuevo Plan estratégico de la organización en base al diagnóstico realizado.

Actividades del componente 2

- Selección de la unidad piloto para la implantación experimental del Modelo SIMAPRO.
- Selección de los procesos y/o áreas de trabajo en los que aplicar el Modelo con las peculiaridades que se consideren oportunas.
- Constitución de los grupos de trabajo y procedimiento de actuación, incluida la frecuencia orientativa de reuniones a celebrar para el seguimiento del plan de trabajo, con clara definición de funciones. Nombramiento del coordinador de cada grupo de trabajo.
- Concienciación de los equipos de trabajo seleccionados sobre las ventajas de la aplicación del modelo y objetivos perseguidos.
- Formación inicial específica de directivos, mandos intermedios y trabajadores para su integración en el proyecto. Adquisición de habilidades en la aplicación de la metodología SIMAPRO.
- Formación específica sobre "Liderazgo" para el desarrollo competencial en la materia de los mandos dentro del proyecto.
- Formación específica sobre "Participación" para el desarrollo competencial en la materia de todos los miembros de los grupos de trabajo.
- Campaña de comunicación para la mejor difusión de las informaciones derivadas del proyecto y resultados que se vayan generando.
- Generación y análisis de indicadores de proceso por parte de los equipos de trabajo para la identificación de posibles acciones de mejora.
- Elaboración/Modificación de registros, instrucciones de tra-

Figura 4. Matriz del proyecto específico para la integración plena de la prevención de riesgos laborales en una organización según el esquema del Marco Lógico.

(Continúa en página siguiente)

bajo y procedimientos,. para poder articular la integración de la prevención en las distintas actividades.

- Para la adecuada ejecución y coordinación de las diferentes actividades del proyecto, realización de las necesarias sesiones informativas/formativas, facilitadoras de la implantación de las mejoras acordadas y de los incrementos competenciales requeridos.
- Registro, evaluación y seguimiento de todo el plan de acciones de mejora.
- Registro del nivel actualizado de competencias funcionales y transversales de los miembros de los equipos de trabajo.
- Implantación efectiva del Modelo con indicadores de eficacia, incluyendo la medición de la rentabilidad socioeconómica del proyecto en el periodo anual establecido. Disponibilidad de metodología para estimación de los valores tangibles e intangibles para tal evaluación de rentabilidad.

Actividades del componente 3

- Exportación del proyecto al resto de centros y unidades productivas y a la división internacional.
- Implantación de herramientas informáticas para la gestión del proyecto, así como para un mejor control de las responsabilidades legales y de CAE.
- Actualización del Plan de Prevención para conseguir un sistema preventivo altamente participativo en el que se recojan las opiniones y sugerencias de todos los trabajadores y se detecten los puntos clave de actuación y posibles puntos de mejora de acuerdo a los planteamientos de este proyecto en toda la organización.
- Redefinición del proyecto y en particular de las diferentes actividades de este Componente 2 en base a la experiencia generada en el Componente anterior y de acuerdo a los mismos planteamientos metodológicos.
- Desarrollo de un programa de formación continuada para el incremento competencial de acuerdo a las necesidades generadas a partir de las mejoras de eficiencia y condiciones de trabajo acordadas en los diferentes ámbitos de la organización.
- Medición de la rentabilidad socioeconómica del proyecto.

INDICADORES Y MEDIOS DE VERIFICACIÓN

Los principales indicadores del proyecto son:

SOBRE EL FIN Y PROPÓSITO

- Reducción sustancial de incidentes y deficiencias en los lugares de trabajo (75%) respecto al año anterior. (Llibro de incidencias y estadísticas oficiales de siniestralidad, registros de inspecciones y observaciones del trabajo).
- Incremento del nivel de satisfacción del personal en el proyecto desarrollado, en el plan de mejoras realizado y en el propio sistema preventivo implementado (85% de personas satisfechas o muy satisfechas) (Encuesta de opinión).
- Alto nivel de integración de la PRL en funciones y cometidos del personal (100% de cumplimiento de los mínimos reglamentarios exigibles y 90% de cumplimiento de los límites internos establecidos (Auditoría del sistema de PRL, registro de inspecciones y observaciones del trabajo y registro de investigaciones de accidentes).
- Implantación efectiva de un mínimo de veinte mejoras en la unidad seleccionada que repercutan en la mejora de la eficiencia y en las condiciones de trabajo con rentabilidad económica demostrable mínima del 8%. (Seguimiento de las mejoras aplicadas y coste beneficio derivado, fichas registro de productividad).

SOBRE LOS COMPONENTES

Indicadores componente 1

- Diagnóstico de cultura organizacional realizado desde la perspectiva de Excelencia y de Prevención de riesgos laborales. (Informe realizado).
- Árbol causal y de efectos para la determinación del problema principal a abordar y factores determinantes de los mismos en los que intervenir. (Documento realizado).
- Plan estratégico de la organización para el nuevo bienio ajustado a los resultados del árbol causal y de efectos ya citado. (Documento realizado).
- Plan de prevención y planificación preventiva actualizados. (Documentos en cuestión).

Indicadores componente 2

- Implantado exitosamente el proyecto en la unidad piloto seleccionada, con el nivel de satisfacción y de eficacia requeridos.
- Producidos los incrementos competenciales demandados. de los trabajadores (Registros de formación y competencias de los trabajadores).
- Procedimientos preventivos revisados y debidamente implantados (90% de nivel de cumplimiento efectivo) (Auditoría del Sistema de PRL).

Indicadores componente 3

- Implantado exitosamente el proyecto en los diferentes centros y unidades de la organización con el nivel de satisfacción y eficacia requeridos.
- Producidos los incrementos competenciales demandados de los trabajadores en todas las unidades de actuación.

Figura 4. Matriz del proyecto específico para la integración plena de la prevención de riesgos laborales en una organización según el esquema del Marco Lógico.

(Continúa en página siguiente)

Indicadores de las actividades del Componente 1:

- La inversión en este Componente es de xy.000 Euros, desglosada esta cantidad en las actividades a realizar. (Plan presupuestario del proyecto y registro de costes de las actividades).
- Nivel de participación en las reuniones del 80% según lo previsto. (Actas de las reuniones desarrolladas en este Componente con conclusiones y/o acuerdos adoptados).
- Visto bueno favorable del Comité de SST en tal Componente e implicación en su desarrollo.
- Documento de diagnóstico de cultura organizacional completo, de calidad, en el plazo previsto y consensuado
- Árbol de causas y efectos del problema principal consensuado.
- Extraídos indicadores consensuados de calidad, eficiencia y de SSL en los principales procesos de la organización. (Registros de procesos).
- Plan estratégico revisado y consensuado.

Indicadores de las actividades del Componente 2:

- La inversión en este Componente es de zz..000 Euros, desglosada esta cantidad en las actividades a realizar.
- Concienciados los participantes en el proyecto con un nivel del 75% de satisfacción alto o muy alto (Encuestas realizadas).
- Constituidos los grupos de trabajo en la unidad piloto seleccionada y desarrolladas las reuniones periódicas previstas con un nivel de participación del 85% (Actas reuniones).
- Completada la formación de mandos y trabajadores de acuerdo al plan establecido con un nivel de satisfacción alto o muy alto del 90% (Resultados actividades formativas).
- Incrementos competenciales de los miembros de los equipos de trabajo con los registros correspondientes en función de las acciones formativas realizadas.(Fichas de competencias de los equipos de trabajo).
- Conocimiento de las ventajas y aportaciones del proyecto en todo el centro de trabajo. Valoración positiva o muy positiva del 90% (Encuesta de opinión).
- Implantación gradual de mejoras en los procesos y valoración positiva o muy positiva de las mismas por el 90 % de miembros de los equipos de trabajo. (Encuesta de opinión)
- Implantadas exitosamente medidas de mejora de la eficiencia, la calidad y las condiciones de trabajo con resultados que superen el nivel del 75% de eficacia prevista a partir de los indicadores generados. (Evaluación continuada de indicadores y resultados de proceso).
- Instrucciones de trabajo y procedimientos preventivos revisados de acuerdo a las necesidades surgidas. (Sistema documental de la organización y de los procesos).
- Demostrada la rentabilidad económica de las mejoras adoptadas en función de las inversiones realizadas, incluidos los costes intangibles de las reuniones y acciones formativas realizadas. (Análisis coste beneficio del Servicio de PRL).

Indicadores de las actividades del Componente 3:

- La inversión en este Componente está por definir en función de los resultados del Componente 2.
- Los indicadores se definirán y ajustarán en función de los resultados del Componente 2, al tratarse de la continuidad del mismo.

SUPUESTOS PARA EL BUEN DESARROLLO DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta los antecedentes que habían conducido a la empresa a la situación actual, y entendiendo que este proyecto era una consecución natural de las actividades previas detalladas anteriormente, es requisito para asegurar la continuidad del mismo:

- El mantenimiento del equipo directivo de la empresa.
- El apoyo de la Dirección tanto al inicio del proyecto como en su desarrollo, especialmente en los momentos clave del mismo.
- La estabilidad en el desarrollo de las actividades planificadas
- El mantenimiento del equipo de trabajo del Departamento de Prevención.
- La inexistencia de circunstancias adversas por coyunturas económicas o políticas que pudieran influir desfavorablemente en el proyecto, como fuera el tener que reducir la actividad o reducir la plantilla.
- La ausencia de consecución de resultados positivos al final del periodo de prueba del Componente 1 que puedan poner en entredicho su continuidad.

Figura 4. Matriz del proyecto específico para la integración plena de la prevención de riesgos laborales en una organización según el esquema del Marco Lógico.

Hay que tener en cuenta que independientemente de los indicadores de resultados citados, se fijaron por consenso los indicadores extraídos de cada unidad de trabajo y sus procesos respectivos para medir la eficacia de las acciones de mejora acordadas. Tales indicadores surgen de los propios procesos y son de cuatro tipos, complementándose entre sí en función de las mejoras acordadas.

Cabe también recordar que tales indicadores han de ser traducidos en indicadores de efectividad tal como el modelo SIMAPRO plantea.

Se muestra a continuación los cuatro tipos de indicadores a considerarr para la mejora de los procesos de trabajo:

1. Calidad:
   - Reducción de defectos.
   - Reducción de quejas.
   - Mejora en el cumplimiento de determinados estándares de calidad.
   - Mejora en el cumplimiento de procedimientos establecidos.
   - Simplificación de cometidos.
   - Reducción de documentos en papel.
   - Introducción de procedimientos informatizados de control.
   - Evitar posibilidades de error o confusión.
   - Eliminación de actividades innecesarias o no generadoras de valor.
   - Eliminación o simplificación de controles innecesarios.

2. Rendimiento:
   – Reducción de tiempos de proceso.
   – Reducción de tiempos de espera.
   – Reducción de costes por intervenciones específicas.
   – Optimización en la utilización de recursos.
   – Mecanización y/o automatización de tareas.
   – Incremento directo de producción.
   – Incremento de beneficios.
   – Rentabilidad de valores tangibles e intangibles de las inversiones y acciones innovadoras realizadas.
3. Seguridad Y Salud Laboral:
   – Disminución de accidentes/incidentes*.
   – Minimizar la importancia o gravedad de los riesgos laborales a los que el personal está expuesto.
   – Mejora de aspectos clave de seguridad, higiénicos o ergonómicos.
   – Mejora de aspectos organizativos y psicosociales (Mayor autonomía y capacidad de decisión, enriquecimiento de contenidos, …).
   – Incremento de competencias de los trabajadores implicados.
   – Incremento del nivel de orden y limpieza del entorno.
   – Mejora del confort ambiental.
4. Satisfacción:
   – Satisfacción de los trabajadores implicados.
   – Satisfacción de clientes externos receptores de productos o servicios.
   – Satisfacción de trabajadores (clientes internos) receptores de resultados del proceso.
   – Mejora del impacto social y medioambiental.

Tal esquema del proyecto según el Marco Lógico requiere ser desarrollado por un plan específico de trabajo con el correspondiente cronograma de actuación que no se ha incluido en esta NTP para no alargar innecesariamente el documento. Obviamente, el desarrollo del proyecto obliga a penetrar en el análisis pormenorizado de los procesos productivos clave de la organización, aportando la información necesaria que permita establecer y consensuar acciones específicas de mejora, y los consiguientes indicadores para la medición y control de su eficacia. Los indicadores tanto de calidad, como de productividad/rendimiento y de seguridad y salud en el trabajo surgen como se ha dicho de los propios procesos. Y se establecen de mutuo acuerdo. Los indicadores de satisfacción de los trabajadores han de estar también implícitos en los resultados esperados de la participación en los procesos de mejora.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
Herrmann & Herrmann,
Planificación de proyectos orientada a objetivos, 2001
www.jjponline.com/marcologico

AGENCIA NORUEGA DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO.
Grupo de trabajo Norad
Enfoque del marco lógico como herramienta de planificación y gestión de proyectos orientados por objetivos
Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación, 1993
www.ongdcim.org/PUBLICACIONES%20DIGITALES/cooperacion%desarrollo/Manual%20Marco%20Logico.pdf

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
Evaluación: Una herramienta de gestión para mejorar el desempeño de los proyectos, Washington, 1997
www.iadb.org/cont/evo/spbook

CAMACHO, HUGO.
El enfoque del marco lógico: 10 casos prácticos. Cuaderno para la identificación y diseño de proyectos de desarrollo
Fundación Cideal, Madrid, 2001
www.preval.org/documentos/00423.pdf

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.033

Productos fitosanitarios: prevención de riesgos durante su uso

Plant protection products: risk prevention in its use
Produits phytopharmaceutiques: prévention des risques lors de leur utilisation

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en en Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
Pedro Delgado Cobos
Isaac Abril Muñoz

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN

Esta NTP recoge, de forma resumida, la legislación relacionada con el uso de productos fitosanitarios, tras la transposición de la Directiva 2009/128/CE por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

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 Reglamento (CE) nº 1107/2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, los define como los productos, en la forma en que se suministren al usuario, que contengan o estén compuestos de sustancias activas, protectores o sinergistas, y que estén destinados a uno de los usos siguientes:

a) proteger los vegetales o los productos vegetales de todos los organismos nocivos o evitar la acción de estos, excepto cuando dichos productos se utilicen principalmente por motivos de higiene y no para la protección de vegetales o productos vegetales;
b) influir en los procesos vitales de los vegetales como, por ejemplo, las sustancias que influyen en su crecimiento, pero de forma distinta de los nutrientes;
c) mejorar la conservación de los productos vegetales, siempre y cuando las sustancias o productos de que se trata no estén sujetos a disposiciones comunitarias especiales sobre conservantes;
d) destruir vegetales o partes de vegetales no deseados, excepto las algas, a menos que los productos sean aplicados en el suelo o el agua para proteger los vegetales;
e) controlar o evitar el crecimiento no deseado de vegetales, excepto las algas, a menos que los productos sean aplicados en el suelo o el agua para proteger los vegetales.

En el Reglamento (UE) nº 284/2013, que establece los requisitos sobre datos aplicables a los productos fitosanitarios, se definen las personas expuestas a ellos:

a) operarios: personas que participan en actividades relacionadas con la aplicación de un producto fitosanitario, como son la mezcla, la carga o la propia aplicación, o relacionadas con la limpieza y el mantenimiento de los equipos que contienen un producto fitosanitario; los operarios podrán ser profesionales o aficionados;
b) trabajadores: personas que, como parte de su labor profesional, penetran en una zona que ha sido tratada previamente con un producto fitosanitario o manipulan cultivos tratados con un producto fitosanitario;
c) circunstantes: personas que, por casualidad, se encuentran en una zona donde se está aplicando o se ha aplicado un producto fitosanitario, o en un lugar directamente adyacente, pero no con el fin de trabajar en la zona tratada ni con el producto tratado;
d) residentes: personas que viven, trabajan o visitan una entidad cerca de zonas tratadas con productos fitosanitarios, pero no con el fin de trabajar en la zona tratada ni con el producto tratado.

Los riesgos que corren quienes estén expuestos a los productos fitosanitarios dependen de las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de éstos, así como del tipo de producto (sin diluir o diluido), del tipo de formulación, de la vía de exposición y del grado y duración de ésta.

Los principales factores determinantes de la exposición son: la actividad que se realiza, el tipo de equipo utilizado, el cultivo, el tipo de formulación y envase, las condiciones climáticas, los equipos de protección individual que se usan, la duración y frecuencia de la actividad, los métodos de trabajo empleados, etc.

En general, puede decirse que la duración de la exposición es variable e intermitente, los niveles de exposición son muy diferentes y que, en ocasiones, se está expuesto a gran número de productos.

2. LEGISLACIÓN SOBRE USO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

La Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas, aprobada por el Real Decreto 3349/1983, recoge las condiciones que deben cumplir los locales de almacenamiento y las instalaciones destinadas a efectuar tratamientos con plaguicidas, así como los aplicadores y el personal de las empresas dedicadas a ello. Se indican asimismo algunas manipulaciones y prácticas de seguridad en la utilización de plaguicidas.

El Real Decreto 1416/2001 sobre envases de productos fitosanitarios establece que dichos productos deben ser puestos en el mercado a través del sistema de depósito, devolución y retorno o, alternativamente, a través de un sistema integrado de gestión de residuos de envases y envases usados.

La Ley 43/2002 de sanidad vegetal, establece la base jurídica en materias de comercialización y utilización de productos fitosanitarios, así como en las relativas a la racionalización y sostenibilidad de su uso, implantando un nuevo marco legal para el desarrollo y aplicación de la normativa específica sobre esta materia, que distribuye las competencias de la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas, delimitando las responsabilidades de los organismos públicos y de las entidades y particulares afectados. El artículo 41, referente a la utilización de productos fitosanitarios, recoge los deberes de los usuarios y manipuladores de productos fitosanitarios y de quienes presten servicios de aplicación de productos fitosanitarios.

El Real Decreto 1201/2002 regula la producción integrada de productos agrícolas. Este sistema voluntario incluye, entre las normas generales de producción integrada, un grupo de ellas sobre control integrado de plagas, en el que es obligatorio anteponer a los métodos químicos, los métodos biológicos, biotecnológicos, culturales, físicos y genéticos.

La nueva legislación comunitaria, publicada a finales de 2009, incluye el Reglamento (CE) nº 1107/2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y la Directiva 2009/128/CE, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. Ambas normativas han modificado profundamente las vigentes anteriormente en materia de comercialización y utilización de productos fitosanitarios, incorporando los principios de la estrategia para el uso sostenible de plaguicidas y atendiendo a lo establecido en el VI Programa Comunitario de Acción Medioambiental. El paquete legislativo se complementa con el Reglamento (CE) nº 1185/2009, relativo a las estadísticas de plaguicidas, que establece un marco común para la elaboración sistemática de estadísticas comunitarias relativas a la comercialización y utilización de productos fitosanitarios. Las estadísticas, junto con otros datos pertinentes, servirán, en particular, para cumplir los objetivos de la Directiva sobre uso sostenible de los plaguicidas.

La Directiva 2009/128/CE ha sido transpuesta mediante el Real Decreto 1702/2011, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, junto con el Real Decreto 1311/2012, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Esta normativa es de aplicación en todas las actividades fitosanitarias, tanto en el ámbito agrario como en ámbitos profesionales distintos al mismo.

La Directiva 2009/128/CE establece que los Estados miembros deben adoptar planes de acción nacionales para fijar sus objetivos cuantitativos, metas, medidas, calendarios e indicadores, a fin de reducir los riesgos y los efectos de la utilización de plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente, además de fomentar el desarrollo y la introducción de la gestión integrada de plagas (GIP), así como de planteamientos o técnicas alternativos con objeto de reducir la dependencia del uso de plaguicidas químicos.

En este sentido, cumpliendo asimismo lo dispuesto en el Real Decreto 1311/2012, se ha aprobado en diciembre de 2012 el *Plan de Acción Nacional para conseguir un uso sostenible de productos fitosanitarios*, de acuerdo con el mandato comunitario, para el periodo comprendido entre los años 2013 a 2017 (Orden AAA/2809/2012 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).

3. ASPECTOS PREVENTIVOS DE LOS REALES DECRETOS 1702/2011 Y 1311/2012

La legislación europea sobre comercialización y uso de productos fitosanitarios garantiza un alto nivel de protección de la salud humana y entre sus ámbitos de interés se incluye la protección de los trabajadores.

El Real Decreto 1702/2011, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, transpone el artículo 8 y el Anexo II de la Directiva 2009/128/CE, de uso sostenible de los plaguicidas.

El Real Decreto 1311/2012, que transpone el resto de la Directiva 2009/128/CE, tiene por objeto establecer el marco de acción para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios mediante la reducción de los riesgos y los efectos del uso de los productos fitosanitarios en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas y de planteamientos o técnicas alternativos, tales como los métodos no químicos.

La disposición adicional cuarta, referente a la normativa sobre seguridad y salud en el trabajo, indica que lo dispuesto en este Real Decreto 1311/2012 debe entenderse sin perjuicio de las disposiciones en materia de seguridad y salud en el trabajo establecidas en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, y en su normativa de desarrollo, en particular en el Real Decreto 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, y en el Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

A continuación se analizan los aspectos preventivos de los Reales Decretos 1702/2011 y 1311/2012, sobre uso sostenible de los productos fitosanitarios, incluyendo las disposiciones relacionadas con la gestión integrada de plagas, la formación, información y sensibilización, los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, las aplicaciones aéreas, las medidas específicas para zonas tratadas recientemente, el transporte, almacenamiento y manipulación de los productos, envases y restos, y el uso de productos fitosanitarios en ámbitos no agrarios.

Gestión integrada de plagas

La gestión de las plagas de los vegetales en ámbitos profesionales se realiza mediante la aplicación de prácticas con bajo consumo de productos fitosanitarios,

dando prioridad, cuando sea posible, a los métodos no químicos, de manera que los asesores y usuarios opten por las prácticas y los productos con menores riesgos para la salud humana y el medio ambiente, de entre todos los disponibles para tratar una misma plaga. Se aplica también a la gestión de plagas en los ámbitos profesionales no agrarios, a excepción de los espacios de uso privado.

El asesoramiento lo realiza un técnico acreditado para ello y se efectúa siguiendo los principios generales de la gestión integrada de plagas, establecidos en el anexo I del Real Decreto 1311/2012, que sean aplicables en cada momento o tipo de producción.

Formación, información y sensibilización

Se especifica la formación que deben tener los asesores y se crean sistemas de formación de los usuarios profesionales y vendedores de productos fitosanitarios, así como sistemas de certificación que registren dicha formación, de manera que quienes utilicen o vayan a utilizar plaguicidas sean plenamente conscientes de los posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente, y de las medidas apropiadas para reducirlos en la medida de lo posible, teniendo en cuenta sus distintos cometidos y responsabilidades.

Los usuarios profesionales y vendedores de productos fitosanitarios deberán estar en posesión de un carné que acredite conocimientos apropiados para ejercer su actividad, en las materias especificadas en el anexo IV del Real Decreto 1311/2012 para cada uno de los niveles de capacitación establecidos:

a) Básico (mínimo 25 horas lectivas): para el personal auxiliar de tratamientos terrestres y aéreos, incluyendo los no agrícolas, y los agricultores que los realizan en la propia explotación sin emplear personal auxiliar y utilizando productos fitosanitarios que no sean ni generen gases tóxicos, muy tóxicos o mortales. También se expedirá para el personal auxiliar de la distribución que manipule productos fitosanitarios.
b) Cualificado (mínimo 60 horas lectivas): para los usuarios profesionales responsables de los tratamientos terrestres, incluidos los no agrícolas, y para los agricultores que realicen tratamientos empleando personal auxiliar. También se expedirá para el personal que intervenga directamente en la venta de productos fitosanitarios de uso profesional, capacitando para proporcionar la información adecuada sobre su uso, sus riesgos para la salud y el medio ambiente y las instrucciones para mitigar dichos riesgos. El nivel cualificado no otorga capacitación para realizar tratamientos que requieran los niveles de fumigador o de piloto aplicador, especificados en las letras c) y d).
c) Fumigador (mínimo 25 horas lectivas): para aplicadores que realicen tratamientos con productos fitosanitarios que sean gases clasificados como tóxicos, muy tóxicos, o mortales, o que generen gases de esta naturaleza. Para obtener el carné de fumigador será condición necesaria haber adquirido previamente la capacitación correspondiente a los niveles básico o cualificado, según lo especificado en las letras a) y b).
d) Piloto aplicador (mínimo 90 horas lectivas): para el personal que realice tratamientos fitosanitarios desde o mediante aeronaves, sin perjuicio del cumplimiento de la normativa específica que regula la concesión de licencias en el ámbito de la navegación aérea.

En el momento de la venta de productos fitosanitarios para uso profesional, deberá estar disponible un vendedor con objeto de poder proporcionar a los clientes información adecuada en relación con el uso de los productos fitosanitarios que adquieren, los riesgos para la salud y el medio ambiente y las instrucciones de seguridad para gestionar tales riesgos. También se dará información sobre los puntos de recogida de envases vacíos más cercanos utilizables por el comprador.

Los distribuidores que vendan productos fitosanitarios para uso no profesional proporcionarán a los usuarios información general sobre los riesgos del uso de los productos fitosanitarios para la salud y el medio ambiente, y en particular sobre los peligros, exposición, almacenamiento adecuado, manipulación, aplicación y eliminación en condiciones de seguridad, así como sobre las alternativas de bajo riesgo.

Se contempla la adopción de medidas para informar al público en general, fomentar y facilitar programas de información y sensibilización, y la puesta a su disposición de información precisa y equilibrada en relación con los productos fitosanitarios. Esta información hará especial referencia a los riesgos resultantes de su uso y posibles efectos agudos y crónicos para la salud humana, los "organismos no objetivo" y el medio ambiente, así como sobre la utilización de alternativas no químicas.

Equipos de aplicación de productos fitosanitarios

El Real Decreto 1702/2011, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, regula las inspecciones técnicas de los equipos de aplicación para uso profesional.

Las inspecciones deben comprobar que los equipos de aplicación de productos fitosanitarios cumplen los requisitos de salud y seguridad y de medio ambiente, enumerados en el Anexo I de dicho Real Decreto.

Los equipos deben funcionar fiablemente y utilizarse como corresponda a su finalidad, asegurando que los productos fitosanitarios puedan dosificarse y distribuirse correctamente. Los equipos deben hallarse en unas condiciones que permitan su llenado y vaciado de forma segura, sencilla y completa, e impidan fugas de plaguicidas. También deben permitir una limpieza fácil y completa. Deben, además, garantizar la seguridad de las operaciones y poder ser controlados y detenidos inmediatamente desde el asiento del operador. En su caso, los ajustes deben ser simples, precisos y reproducibles.

Para más información sobre este tema se recomienda consultar las NTP 1005 y 1.034.

Aplicaciones aéreas

Se prohíben las aplicaciones aéreas de productos fitosanitarios, salvo en casos especiales, previamente autorizados, en los que se realizarán según las condiciones generales que se establecen en el anexo VI del Real Decreto 1311/2012.

Será en cualquier caso condición necesaria para su realización que no se disponga de una alternativa técnica y económicamente viable, o que las existentes presenten desventajas en términos de impacto en la salud humana o el medio ambiente. Si la zona sobre la que se va a efectuar la pulverización está próxima a zonas habitadas o transitadas, en el procedimiento de autorización deberá considerarse el posible impacto sobre la salud humana, incluyéndose en la autorización, en caso necesario, medidas específicas de gestión del riesgo, para velar que no se produzcan efectos adversos.

Medidas específicas para zonas tratadas recientemente

Sin perjuicio de la obligación de respetar el plazo de reentrada que figure en la etiqueta del producto fitosanitario utilizado, no se procederá a la reentrada en los cultivos tratados hasta que se hayan secado las partes del cultivo que puedan entrar en contacto con las personas.

El responsable de los tratamientos se ocupará de trasmitir la información precisa para que los trabajadores de la explotación puedan conocer el momento y condiciones a partir de las cuales está permitido entrar en un cultivo después de un tratamiento. Dicha obligación operará también respecto de terceros, a través de carteles o sistemas similares cuando se hayan efectuado tratamientos en fincas no cerradas colindantes a vías o áreas públicas urbanas, o cuando el órgano competente determine la necesidad en función de la extensión del tratamiento o toxicidad del producto empleado.

En los cultivos de invernadero, locales y almacenes, cuando se hayan tratado con productos fitosanitarios distintos de los de bajo riesgo, se indicará en un cartel visible a la entrada del recinto la información señalada anteriormente.

Transporte, almacenamiento y manipulación de los productos fitosanitarios, envases y restos

El Real Decreto 1311/2012 dedica su Capítulo IX a establecer los requisitos necesarios para que el uso de los productos fitosanitarios, desde su compra hasta su eliminación, no suponga un riesgo para la salud humana ni el medio ambiente.

Transporte de productos fitosanitarios

Sin perjuicio de lo establecido en la legislación sobre transporte de mercancías peligrosas, el transporte de los productos fitosanitarios con medios propios del titular de la explotación, o en su caso de la persona o empresa que requiera tratamientos con productos fitosanitarios de uso profesional, se realizará de forma que no se puedan producir vertidos.

En particular, los envases se trasportarán cerrados, colocados verticalmente y con la apertura hacia la parte superior, se organizará y sujetará la carga correctamente en el medio de transporte y no se utilizarán soportes con astillas o partes cortantes que pudieran dañar los envases.

Siempre que existan vías alternativas cercanas, se evitará atravesar cauces de agua con el equipo de tratamiento cargado con la mezcla del producto fitosanitario.

Almacenamiento de los productos fitosanitarios por los usuarios

1. Los productos fitosanitarios para uso profesional se guardarán en armarios o cuartos ventilados y provistos de cerradura, con objeto de mantenerlos fuera del alcance de terceros, en especial de los menores de edad.
2. Los locales donde se ubiquen los armarios o cuartos a los que se refiere el apartado 1, o los locales mismos cuando sólo se dediquen a guardar productos fitosanitarios, cumplirán las siguientes condiciones:
   a) Deberán estar separados por pared de obra de cualquier local habitado y estar dotados de suficiente ventilación, natural o forzada, con salida al exterior.
   b) No estarán ubicados en lugares próximos a las masas de aguas superficiales o pozos de extracción de agua, ni en las zonas en que se prevea que puedan inundarse en caso de crecidas.
   c) Dispondrán de medios adecuados para recoger derrames accidentales.
   d) Dispondrán de un contenedor acondicionado con una bolsa de plástico para aislar los envases dañados, los envases vacíos, los restos de productos y los restos de cualquier vertido accidental que pudiera ocurrir, hasta su entrega al gestor de residuos correspondiente.
   e) Tendrán a la vista los consejos de seguridad y los procedimientos en caso de emergencia, así como los teléfonos de emergencia.
3. Los armarios o cuartos a los que se refiere el apartado 1 se ubicarán en aquellas zonas de los locales libres de humedad, y lo más protegidos posible de las temperaturas extremas. Su ubicación garantizará la separación de los productos fitosanitarios del resto de los enseres del almacén, especialmente del material vegetal y los productos de consumo humano o animal.
4. Los productos fitosanitarios deberán guardarse cerrados, en posición vertical con el cierre hacia arriba y con la etiqueta original íntegra y perfectamente legible. Una vez abierto el envase, si no se utiliza todo su contenido, el resto deberá mantenerse en el mismo envase, con el tapón cerrado y manteniendo la etiqueta original integra y legible.
5. Lo dispuesto en el almacenamiento de los productos fitosanitarios por los usuarios, es de aplicación exclusiva a los almacenes que, como ocurre habitualmente en el ámbito de las explotaciones agrarias, no se ven afectados por el ámbito de aplicación del Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3 MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 MIE APQ-7.

Preparación de la mezcla y carga del depósito

Se tomarán todas las medidas necesarias para que la mezcla y llenado del depósito del equipo de tratamiento no suponga un peligro para la salud humana y el medio ambiente, teniendo en cualquier caso carácter obligatorio las siguientes prácticas:

a) No se realizará la mezcla o dilución previa de los productos fitosanitarios antes de la incorporación al depósito, salvo que la correcta utilización de los mismos lo requiera.
b) La operación de mezcla se realizará con dispositivos incorporadores que permitan hacerlo de forma continua. En caso de que el equipo de aplicación no disponga de dichos incorporadores, el producto se incorporará una vez se haya llenado el depósito con la mitad del agua que se vaya a utilizar, prosiguiéndose después con el llenado completo.
c) Las operaciones de mezcla y carga se realizarán inmediatamente antes de la aplicación, no dejando el equipo solo o desatendido durante las mismas.
d) Las operaciones de mezcla y carga se realizarán en puntos alejados de las masas de agua superficiales, y en ningún caso a menos de 25 metros de las mismas, o a distancia inferior a 10 metros cuando se utilicen equipos dotados de mezcladores-incorporadores de producto. No se realizarán dichas operaciones en lugares con riesgo de encharcamiento, escorrentía superficial o lixiviación.

e) Durante el proceso de mezcla y carga del depósito los envases de productos fitosanitarios permanecerán siempre cerrados, excepto en el momento puntual en el que se esté extrayendo la cantidad a utilizar.
f) La cantidad de producto fitosanitario y el volumen de agua a utilizar se deberán calcular, evitando que sobre, ajustados a la dosis de utilización y la superficie a tratar, antes de realizar las operaciones de mezcla y carga.

Mezcla en campo de los productos fitosanitarios

Está prevista la elaboración de una guía de buenas prácticas, con instrucciones y recomendaciones para la correcta realización de mezclas de productos fitosanitarios para su uso en el campo.

Se deben tomar precauciones cuando se realizan estas mezclas en campo, debido a la posibilidad de aumentar la toxicidad (efectos aditivos o sinérgicos). En este sentido, el artículo 29 del Reglamento (CE) nº 1107/2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, indica que en la evaluación de los productos fitosanitarios se tendrá en cuenta la interacción entre las sustancias activas, protectores, sinergistas y coformulantes.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) está trabajando en la evaluación del riesgo acumulativo de los plaguicidas (riesgos derivados de la exposición a más de un plaguicida), y ha iniciado una revisión sistemática de los efectos de las mezclas químicas, incluidos los plaguicidas, para la evaluación del riesgo en humanos.

Limpieza de los equipos de tratamiento

Se tomarán todas las medidas necesarias para que, en la eliminación de los restos de mezcla que queden en los tanques tras la aplicación y en la posterior limpieza de los equipos de tratamiento, no se ponga en peligro la salud humana y el medio ambiente, teniendo en cualquier caso carácter obligatorio las siguientes prácticas:

a) Se prohíbe el vertido de los restos de mezcla excedentes del tratamiento. Su eliminación se realizará aplicándolos en la misma parcela tratada previa su dilución con la cantidad de agua suficiente para que no se exceda la dosis máxima admisible. No obstante, cuando estén disponibles, se dará preferencia a la eliminación de estos restos mediante instalaciones o dispositivos preparados para eliminar o degradar residuos de productos fitosanitarios.
b) En ningún caso se podrán lavar los equipos a distancias inferiores de 50 metros de las masas de agua superficiales y de los pozos.
c) Los equipos de tratamiento se guardarán resguardados de la lluvia.

Residuos y envases de productos fitosanitarios en el ámbito agrario

1. Excepto en el caso de que se disponga de dispositivos que no lo hagan necesario, cada envase de producto fitosanitario líquido que se vacíe al preparar la mezcla y carga será enjuagado manualmente 3 veces, o mediante dispositivo de presión, y las aguas resultantes se verterán al depósito del equipo de tratamiento.
2. Los envases vacíos se guardarán en una bolsa almacenada conforme a lo previsto en el apartado 2.d) del almacenamiento, hasta el momento de su traslado al punto de recogida.
3. El agricultor mantendrá el justificante de haber entregado los envases vacíos de productos fitosanitarios al correspondiente punto de recogida.
4. Estas medidas se aplicarán sin perjuicio de lo dispuesto para los usos no agrarios, y en el Real Decreto 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios.

Uso de productos fitosanitarios en ámbitos no agrarios

El Real Decreto 1311/2012 contiene un capítulo de disposiciones específicas para el uso de los productos fitosanitarios en ámbitos distintos de la producción agraria, aplicables a los tratamientos fitosanitarios que se hayan de realizar en:

a) Espacios utilizados por el público en general, comprendidos las áreas verdes y de recreo, con vegetación ornamental o para sombra, dedicadas al ocio, esparcimiento o práctica de deportes, diferenciando entre:
   – Parques abiertos, que comprenden los parques y jardines de uso público al aire libre, incluidas las zonas ajardinadas de recintos de acampada (camping) y demás recintos para esparcimiento, así como el arbolado viario y otras alineaciones de vegetación en el medio urbano.
   – Jardines confinados, tanto se trate de invernaderos como de espacios ocupados por plantas ornamentales en los centros de trabajo, de estudio o comerciales.
b) Campos de deporte: espacios destinados a la práctica de deportes por personas provistas de indumentaria y calzado apropiados, diferenciados entre abiertos y confinados, conforme a lo especificado en a).
c) Espacios utilizados por grupos vulnerables: los jardines existentes en los recintos o en las inmediaciones de colegios y guarderías infantiles, campos de juegos infantiles y centros de asistencia sanitaria, incluidas las residencias para ancianos.
d) Espacios de uso privado: espacios verdes o con algún tipo de vegetación en viviendas o anejos a ellas, o a otras edificaciones o áreas que sean exclusivamente de acceso privado o vecinal, diferenciando entre:
   – Jardines domésticos de exterior: espacios verdes de dominio privado, anejos a las viviendas.
   – Jardinería doméstica de interior: incluye las plantas de interior y las cultivadas en balcones, terrazas o azoteas.
   – Huertos familiares: áreas de extensión en las que se cultiva un pequeño número de diferentes hortalizas o frutos para aprovechamiento familiar o vecinal, tanto estén en el recinto de un jardín doméstico como fuera del mismo.
e) Redes de servicios: áreas no urbanas, comprendidos los ferrocarriles y demás redes viarias, las de conducción de aguas de riego o de avenamiento, de tendidos eléctricos, cortafuegos u otras, de dominio público o privado, cuya característica es mantener controlada la vegetación espontánea mediante espacios lineales o redes de espacios lineales.
f) Zonas industriales: áreas de acceso restringido, de dominio público o privado, tales como centrales eléctricas, instalaciones industriales u otras en las que, principalmente, se requiere mantener el terreno sin vegetación.
g) Campos de multiplicación: plantaciones o cultivos destinados a la producción de simientes u otro material de reproducción vegetal, gestionados por operadores dedicados a esta actividad.

h) Centros de recepción: recintos cerrados de las instalaciones tales como centrales hortofrutícolas, almacenes, plantas de transformación u otras, gestionadas por operadores secundarios, donde se acondicionan, envasan y distribuyen producciones agrícolas y forestales, en las que normalmente se pueden realizar tratamientos confinados en poscosecha, preembarque o cuarentena, de vegetales y productos vegetales, o de desinfección de simientes u otro material de reproducción vegetal.

Las zonas a que se refieren las letras a) b) y c) indicadas anteriormente, tendrán la consideración de zonas específicas, y como tales, la autoridad competente velará para que se minimice o prohíba el uso de plaguicidas adoptándose medidas adecuadas de gestión del riesgo y concediendo prioridad al uso de productos fitosanitarios de bajo riesgo.

Se excluyen expresamente de las disposiciones de este capítulo la utilización de productos fitosanitarios u otros plaguicidas en el ámbito de la producción agraria, así como los tratamientos fitosanitarios en almacén, los de semillas para siembra o de cualquier otro material de reproducción vegetal, que se realicen en las propias explotaciones agrarias por los agricultores o por cuenta de los mismos.

Las disposiciones específicas para el uso de los productos fitosanitarios en ámbitos no agrarios comprenden restricciones generales de prohibición (tratamientos mediante aeronaves, aplicación por espolvoreo con asistencia neumática, etc.), condicionamientos para los usos no profesionales (tratamientos restringidos a algunos ámbitos y tipos de producto, capacidad de los envases, etc.) y para los usos profesionales (asesoramiento previo sobre la gestión integrada de plagas en algunos ámbitos, propiedades toxicológicas de los productos, plan de trabajo para la realización del tratamiento, etc.).

Existen, además, unos condicionamientos específicos para los ámbitos no agrarios referentes a:

- Acceso y presencia de terceros (público en general).
- Espacios utilizados por grupos vulnerables.
- Espacios de uso privado.
- Espacios utilizados sólo por profesionales (tratamientos en las redes de servicios, en los recintos de las zonas industriales, en los campos de multiplicación y en los centros de recepción).

La gestión de los envases vacíos y restos de productos para usos no agrarios, también está regulada en este capítulo de disposiciones específicas para el uso de los productos fitosanitarios en ámbitos distintos de la producción agraria.

4. ASPECTOS PREVENTIVOS DEL PLAN DE ACCIÓN NACIONAL

El Plan de Acción Nacional (PAN) para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, para el periodo comprendido entre los años 2013 a 2017, cumpliendo lo dispuesto en el Real Decreto 1311/2012, se ha aprobado en diciembre de 2012 mediante la Orden AAA/2809/2012 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En él se establecen los objetivos cuantitativos, metas, medidas y calendarios necesarios para alcanzar el objetivo general. Los objetivos pueden comprender diferentes ámbitos de interés, por ejemplo la protección de los trabajadores, la protección del público en general o de grupos vulnerables, la protección del medio ambiente, los residuos, el desarrollo, uso y promoción de técnicas específicas o la utilización en cultivos específicos u otros ámbitos de interés.

Los objetivos generales del PAN son:

a) Fomentar la gestión integrada de plagas, para preservar un sector agrícola, forestal y alimentario próspero, que asegure una contribución positiva al medio ambiente, mediante un modelo sostenible de producción compatible con la utilización racional de productos fitosanitarios.
b) Reducir los riesgos y efectos derivados de la utilización de productos fitosanitarios, especialmente en el ámbito de la salud humana y del medio ambiente.

Los objetivos específicos que se pretenden conseguir con el PAN son:

a) Mejorar la formación e información sobre el uso sostenible y seguro de productos fitosanitarios.
b) Fomentar la investigación, innovación y la transferencia tecnológica en la gestión integrada de plagas y en el uso sostenible de productos fitosanitarios.
c) Fomentar la gestión integrada de plagas para conseguir un uso racional de los productos fitosanitarios.
d) Promover la disponibilidad de productos fitosanitarios eficaces en el control de plagas, enfermedades y malas hierbas, a la vez que respetuosos con la salud y el medioambiente.
e) Fomentar técnicas que minimicen el riesgo de la utilización de productos fitosanitarios.
f) Intensificar los programas de vigilancia sobre la comercialización y uso de los productos fitosanitarios.
g) Reducir el riesgo derivado de la utilización de productos fitosanitarios en áreas sensibles y espacios naturales objeto de especial protección.

Para cada uno de los objetivos específicos establecidos se han fijado medidas a aplicar en el ámbito del uso sostenible de productos fitosanitarios, con los respectivos calendarios de realización, cuando proceda.

Con objeto de poder llevar a cabo una correcta evaluación de la puesta en marcha del PAN, es necesario establecer indicadores para cada una de las medidas propuestas. Los indicadores deben permitir poder analizar los progresos realizados por el PAN y el nivel de cumplimiento de las metas fijadas en el mismo.

En este apartado de la NTP se analizan los aspectos preventivos del Plan de Acción Nacional para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios que se está desarrollando desde el 1 de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2017.

En la tabla 1 se recogen las principales medidas e indicadores, relacionados con la protección de los trabajadores, y en la tabla 2 el calendario previsto en el PAN para la implantación de las acciones más importantes.

MEDIDAS	INDICADORES
Realizar campañas de información y sensibilización sobre el uso sostenible de productos fitosanitarios.	Número de campañas de divulgación, publicaciones distribuidas y vendedores acreditados.
Establecer sistemas de formación para asesores, usuarios profesionales y vendedores.	Número de asesores, usuarios profesionales y vendedores, que han recibido formación.
Elaborar encuestas sobre la comercialización y utilización de productos fitosanitarios.	Porcentaje de encuestas sobre comercialización (anuales) y uso (quinquenales) de productos fitosanitarios, realizadas con éxito sobre el total a realizar.
Elaborar guías armonizadas por cultivo y tipología de bosque, a nivel nacional, para la GIP.	Número de guías de GIP elaboradas.
Reforzar las redes de vigilancia fitosanitaria para facilitar la toma de decisiones en la aplicación de la GIP.	Número de: hectáreas atendidas por las redes de vigilancia fitosanitaria; cultivos, áreas forestales y plagas controladas; así como puntos de control establecidos.
Establecer sistemas de información y/o ayuda para la aplicación de la GIP.	Número de avisos emitidos y consultas recibidas en los sistemas de asesoramiento para la aplicación de la GIP.
Fomentar sistemas de asesoramiento para la GIP.	Número de entidades de asesoramiento y de explotaciones asesoradas, y superficie asesorada por estas entidades.
Favorecer la implantación de sistemas alternativos al uso de productos fitosanitarios convencionales.	Número de actividades demostrativas y de divulgación realizadas, así como de hectáreas de cultivo y forestales que utilizan sistemas alternativos de control de plagas.
Desarrollo de programas de inspección de equipos de aplicación de productos fitosanitarios.	Porcentaje de equipos inspeccionados respecto al censo y porcentaje de equipos con resultado desfavorable en la inspección.
Mejorar el conocimiento sobre buenas prácticas en la utilización de productos fitosanitarios.	Número de actividades demostrativas realizadas sobre buenas prácticas.
Implementar sistemas de comunicación electrónica de ventas de productos.	Número y porcentaje de libros oficiales de movimiento informatizados. Número de campañas informativas y formativas realizadas que propicien la implantación de los sistemas electrónicos de venta.
Establecer programas de vigilancia en la comercialización de los productos fitosanitarios.	Porcentaje de establecimientos suministradores controlados por año sobre el total, y de establecimientos con deficiencias graves.
Luchar contra la comercialización y uso de los productos ilegales.	Porcentaje de: distribuidores y agricultores/selvicultores en los que se ha detectado la venta o uso de productos ilegales, y de denuncias por la comercialización o uso de productos ilegales. Número de alertas surgidas por el uso de productos ilegales.
Establecer programas de vigilancia de la utilización de productos fitosanitarios.	Porcentaje de incidencias en: la anotación de los tratamientos fitosanitarios (cuaderno de explotación), la capacitación del personal, y los controles sobre el uso de productos. Porcentaje de muestras (vegetales, suelos y aguas) con productos no anotados o no autorizados.
Establecer programas de vigilancia de las intoxicaciones producidas por la exposición y/o uso de productos fitosanitarios en los trabajadores.	Número de consultas, personas atendidas en los servicios de urgencia y de incidencias notificadas, relacionadas con el uso de productos fitosanitarios.
Establecer un sistema de control, vigilancia y eliminación de la utilización de productos fitosanitarios que contengan sustancias activas especialmente preocupantes.	Número de sustancias especialmente preocupantes que se retiran del mercado o se limita su uso.

Tabla 1. Medidas e indicadores, relacionados con la protección de los trabajadores.

CALENDARIO	ACCIONES
1 enero 2013	Todas las intervenciones fitosanitarias deberán constar en el cuaderno de explotación o en la documentación de asesoramiento.
1 marzo 2013	Programas de formación de los asesores, usuarios profesionales y vendedores. Cultivos y explotaciones exentos de asesoramiento en GIP.
26 noviembre 2013	Acceso a la formación de los usuarios profesionales.
1 enero 2014	Gestión integrada de plagas (formación de los asesores, guías de GIP, sistemas de información, etc.).
1 enero 2015	Datos de las encuestas de consumo de productos fitosanitarios.
26 noviembre 2015	Requisitos para la venta de productos (formación de vendedores).
26 noviembre 2016	Todos los equipos de aplicación deben haber sido revisados al menos una vez.

Tabla 2. Calendario para la implantación de las acciones más importantes.

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 3349/1983, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas. Modificado por los Reales Decretos 162/1991 y 443/1994 y derogado parcialmente por el Real Decreto 255/2003, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

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

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.

Real Decreto 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios.

Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.

Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas. Modificado por el Real Decreto 108/2010.

Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo.

Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

Reglamento (CE) nº 1185/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, relativo a las estadísticas de plaguicidas.

Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.

Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

Orden AAA/2809/2012, de 13 de diciembre, por la que se aprueba el Plan de Acción Nacional para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, previsto en el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

Plan de Acción Nacional para el uso sostenible de productos fitosanitarios http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/participacion-publica/121011_propuesta_panuspff_tcm7-224279.pdf

Reglamento (UE) nº 284/2013 de la Comisión, de 1 de marzo de 2013, que establece los requisitos sobre datos aplicables a los productos fitosanitarios, de conformidad con el Reglamento (CE) nº 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios.

RAFAEL CANO GORDO, GREGORIO L. BLANCO ROLDÁN
NTP 1005: Inspección de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Colección de Notas Técnicas de Prevención.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.034

Máquinas para la aplicación de plaguicidas: nuevos requisitos de comercialización

Machinery for pesticide application: new requirements of placing on the market
Machines destinées à l'application des pesticides: nouvelles exigences de mise sur le marché

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
Rafael Cano Gordo
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN

Gregorio L. Blanco Roldán
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DE MONTES. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Esta NTP presenta, de forma resumida, los nuevos requisitos esenciales que deben cumplir las máquinas para la aplicación de plaguicidas según han sido establecidos por el R. D. 494/2012 en lo referente a los requisitos esenciales de seguridad y salud para la protección del medio ambiente, por su relación con la protección de la seguridad y salud de los usuarios. Estos requisitos son adicionales a los exigidos en el R.D.1644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Las especificaciones de seguridad del pulverizador de plaguicidas pueden consultarse en la 1.033.

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 Comisión Europea ha adoptado un marco de actuación destinado a reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivados de la utilización de plaguicidas cuyas bases se encuentran en la Comunicación titulada "Estrategia temática sobre el uso sostenible de los plaguicidas".

Como consecuencia de ello, se aprobó la Directiva 2009/128/CE, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

Al mismo tiempo se consideró necesaria la aprobación de la Directiva 2009/127/CE por la que se modifica la Directiva 2006/42/CE, relativa a las máquinas, con el fin de introducir los requisitos esenciales de seguridad y de salud para la protección del medio ambiente que se aplicarán únicamente a las máquinas para la aplicación de plaguicidas.

La protección del medio ambiente está íntimamente relacionada con la protección de la seguridad y salud de los usuarios, de los trabajadores durante las actividades posteriores al tratamiento y de las personas ajenas al tratamiento. Por ello, y pese a que los requisitos para la protección de la salud y la seguridad de las personas y, en su caso, de los animales domésticos y de los bienes ya están cubiertos por la Directiva 2006/42/CE, los requisitos establecidos en la nueva Directiva 2009/127/CE, traspuesta mediante el R.D. 494/2012 que modifica el R.D. 1644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, tendrán una influencia directa en la protección de las personas.

En esta nueva situación quedan implicados todos los agentes que intervienen en la cadena de la aplicación de plaguicidas (fabricantes, usuarios, distribuidores, asesores y técnicos) en aspectos claves como la fabricación, la formación y la inspección periódica y obligatoria de las máquinas.

2. REQUISITOS ESENCIALES COMPLEMENTARIOS DE LAS MÁQUINAS PARA LA APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

El R.D. 494/2012 modifica el apartado 2 del artículo 2 del R.D. 1644/2008 para incluir la protección del medio ambiente, cuando sea aplicable, en los requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas que están recogidos en el anexo I del R.D. 1644/2008.

Para ello se añade la letra m) que define los "requisitos esenciales de seguridad y de salud" como las disposiciones obligatorias relativas al diseño y la fabricación de las máquinas para garantizar un nivel adecuado de protección de la salud y la seguridad de las personas y, en su caso, de los animales domésticos y los bienes así como, cuando sea aplicable, del medio ambiente.

En el capítulo 2 del anexo I del R.D. 1644/2008 se añade el apartado 2.4, titulado "Máquinas para la aplicación de plaguicidas", en el que se recoge específicamente los requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud aplicables a las máquinas para la aplicación de plaguicidas.

Dichos requisitos se aplican a las máquinas autopropulsadas, remolcadas, suspendidas y semisuspendidas en vehículos y aerotransportadas, así como a las máquinas estáticas destinadas a la aplicación de plaguicidas, tanto para uso profesional como no profesional. Se incluyen, asimismo, las máquinas portátiles motorizadas o de funcionamiento manual, provistas de una cámara de presión.

La aplicación de las normas de la serie UNE-EN ISO 16119, dentro de su correspondiente ámbito de actuación, es un medio para conseguir la presunción de conformidad con los requisitos esenciales establecidos en la Directiva 2006/42/CE. Muchas de las indicaciones referidas en estas normas son aplicables a la protección de las personas, por lo que se incluyen en esta NTP, junto con otros comentarios, como complemento a lo especificado en el R.D. 494/2012.

El apartado 2.4 “Máquinas para la aplicación de plaguicidas” está dividido en los subapartados que se desarrollan a continuación.

Definición

Las máquinas para la aplicación de plaguicidas son máquinas destinadas específicamente a la aplicación de productos fitosanitarios, tal como están definidos en el artículo 2.1 del Reglamento (CE) nº 1107/2009 (figura 1).

Figura 1. Ejemplos de máquinas para la aplicación de plaguicidas: pulverizador hidráulico de chorro proyectado (barra) y de chorro transportado (atomizador).

Generalidades

El fabricante, o su representante autorizado, debe realizar una evaluación para determinar los riesgos de exposición involuntaria del medio ambiente a los plaguicidas.

El proceso de evaluación y de reducción de riesgos está descrito en el punto 1 de los principios generales recogidos en el anexo I del R.D. 1644/2008.

Las máquinas para la aplicación de plaguicidas deben diseñarse y fabricarse teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de riesgos, de tal manera que las máquinas puedan manejarse, ajustarse y mantenerse sin causar exposición involuntaria del medio ambiente a los plaguicidas.

Deben evitarse en todo momento las fugas en los diferentes elementos que forman parte de la máquina, tales como depósito, boquillas, dispositivos de regulación y control, tuberías, etc.

Durante las operaciones de reparación, realizadas para evitar fugas durante el tratamiento, pueden alcanzarse niveles altos de exposición del operario al plaguicida, por lo que deben evitarse en la medida de lo posible, por ejemplo, realizando un adecuado mantenimiento preventivo.

Controles

Debe ser posible, de manera fácil y precisa, controlar, supervisar y detener de inmediato la aplicación de plaguicidas desde los puestos de operación (figura 2).

Los mandos y controles de la máquina deben ser accesibles y visibles desde el puesto del operador para garantizar el adecuado control de la aplicación del plaguicida y de esta forma reducir la contaminación del medio ambiente y evitar una exposición innecesaria del operador al plaguicida aplicado.

Figura 2. Dispositivo de control electrónico de la aplicación.

Llenado y vaciado

Las máquinas deben estar diseñadas y fabricadas de manera que se facilite un llenado preciso con la cantidad necesaria de plaguicida y se asegure un vaciado fácil y completo (figura 3), evitando el derrame de plaguicidas y la contaminación de la fuente de abastecimiento de agua durante dichas operaciones.

Los requisitos de diseño enfocados a las operaciones de llenado y vaciado del depósito de caldo que tienen como finalidad la protección del medio ambiente son igualmente aplicables a la minimización del contacto del operador con el plaguicida durante las operaciones de mezcla y carga del plaguicida y de vaciado del depósito.

Debe tenerse en cuenta, además, que durante las operaciones de mezcla y carga se maneja el producto concentrado, lo que aumenta notablemente el riesgo de exposición inhalatoria y dérmica.

El depósito de caldo debe disponer de indicador de nivel que sea visible por el operador y su volumen total real debe ser superior a su volumen nominal. El diseño del mecanismo de cierre del depósito debe evitar las fu-

gas y el llenado debe ser efectuado por el operador de tal forma que se eviten los derrames mediante una vigilancia constante y atenta del llenado o con la incorporación de dispositivos de corte automático.

El volumen residual total debe ser inferior al valor obtenido sumando el 10% del volumen nominal y una cantidad adicional de 2 litros por cada metro de barra de pulverización.

El dispositivo de vaciado debe garantizar el vaciado completo de los residuos presentes en el depósito cuando el pulverizador está situado en posición horizontal, con la condición adicional de que el flujo de líquido no alcance al operario.

Figura 3. Dispositivo para facilitar el vaciado: tirador situado en el depósito que abre la salida.

Aplicación de plaguicidas

Dosis de aplicación

Las máquinas deben estar equipadas con medios para ajustar la dosis de aplicación de forma fácil, precisa y fiable (figura 4).

El ajuste correcto de la dosis de aplicación permite utilizar la cantidad de plaguicida estrictamente necesaria para conseguir un tratamiento eficiente, evitando además la manipulación excesiva de plaguicida por parte del operador. En particular, las máquinas deben disponer de dispositivos de regulación y control del volumen aplicado por

Figura 4. Dispositivos de regulación y control del pulverizador.

hectárea y su instrumentación debe permitir una medición precisa de las variables a controlar.

Distribución, depósito y dispersión de plaguicidas

Las máquinas deben estar diseñadas y fabricadas de manera que se garantice que el plaguicida se deposite en las zonas destinatarias, que se minimicen las pérdidas en las demás zonas y que se evite la dispersión del plaguicida en el medio ambiente (figuras 5a y 5b). Cuando proceda, debe garantizarse una distribución equilibrada y un depósito homogéneo del plaguicida.

La incorporación de sensores de ultrasonidos, deflectores o boquillas antideriva facilita el depósito del plaguicida en las zonas previstas y evita su dispersión en el medio ambiente, lo que minimiza la exposición del operario y de las personas ajenas. La distribución equilibrada del plaguicida exige el cumplimiento de requisitos que garanticen la uniformidad de la concentración del líquido de pulverización y del caudal de las boquillas, así como el equilibrio de presiones en las secciones de pulverización.

Figura 5a. Pérdida de producto por adaptación deficiente al cultivo.

Figura 5b. Sensor de ultrasonidos: detecta la presencia de árboles para realizar la aplicación.

Ensayos

El fabricante o su representante autorizado debe efectuar o hacer efectuar los ensayos pertinentes para comprobar que las máquinas cumplen los requisitos establecidos

para la precisión del manómetro, el caudal de las boquillas y el equilibrio de presiones.

La metodología de los ensayos y las especificaciones de sus resultados están fijadas en las normas armonizadas correspondientes. Los ensayos deben efectuarse en condiciones seguras para el operario (figura 6).

Figura 6. Ensayo de distribución vertical en un atomizador: medición del caudal de las boquillas.

Pérdidas durante las paradas

Las máquinas deben estar diseñadas y fabricadas de manera que se eviten las pérdidas mientras la función de aplicación del plaguicida esté parada (figura 7).

No debe producirse goteo en las boquillas tras el cierre del circuito de pulverización. El dispositivo antigoteo es una válvula de presión que impide que el líquido llegue a la boquilla si no fluye con una determinada presión. Una vez producido el cierre del circuito, el volumen de goteo en la boquilla no debe ser superior a 2 ml. Este volumen debe recogerse durante 5 minutos y una vez transcurridos 8 segundos después del corte del flujo de líquido.

Figura 7. Boquilla con dispositivo antigoteo.

Mantenimiento

Limpieza

Las máquinas deben estar diseñadas y fabricadas de manera que se puedan limpiar fácilmente y a fondo sin contaminar el medio ambiente (figura 8).

El volumen del depósito de agua para enjuagado de la máquina debe ser suficiente para conseguir una limpieza eficaz. La realización de estas operaciones de limpieza no debe suponer riesgos para el operario.

Figura 8. Mando del sistema de limpieza del circuito de líquido de la máquina.

Intervenciones

Las máquinas deben estar diseñadas y fabricadas de manera que sea fácil cambiar las partes desgastadas sin contaminar el medio ambiente (figura 9).

El diseño de la máquina debe permitir que las operaciones de mantenimiento y reparación sean posibles y se realicen sin pérdidas de caldo, evitando o minimizando la exposición de las personas y del medio ambiente.

Figura 9. Cambio de filtro.

Inspecciones

Debe ser posible conectar fácilmente a las máquinas los instrumentos de medición necesarios a fin de comprobar el correcto funcionamiento de las mismas (figura 10).

Las máquinas deben disponer de elementos para la conexión de los instrumentos de medición o, en caso necesario, se utilizarán adaptadores específicos. De esta forma se podrán realizar las comprobaciones e inspecciones de la máquina sin pérdidas de líquido y garantizando la seguridad del operario que deba realizarlas.

La exposición al ruido y el riesgo de contacto con elementos móviles o de caída con ocasión del acceso a zonas de la máquina, entre otros, deben ser evaluados y controlados.

Marcado de boquillas, tamices y filtros

Deberán marcarse las boquillas (figura 11), los tamices y los filtros para poder identificar claramente su tipo y su tamaño.

La identificación puede conseguirse mediante códigos normalizados o propios del fabricante. El manual de instrucciones debe contener una explicación de este marcado.

Indicación del plaguicida empleado

Si procede, las máquinas estarán provistas de un soporte específico en el que el operador pueda colocar el nombre del plaguicida empleado.

Manual de instrucciones

El contenido de este subapartado hace referencia a la información que, con carácter adicional a la especificada en el apartado 1.7.4 del anexo I del R.D. 1644/2008, debe estar incluida en el manual de instrucciones de la máquina que se pretenda comercializar en España, el cual deberá estar redactado en castellano, incluir el mal uso razonadamente previsible y adaptarse al nivel formativo del usuario no profesional, en su caso.

La información adicional específica que debe incluir el manual de instrucciones de una máquina para la aplicación de plaguicidas, en virtud del R.D. 494/2012, está referida a condiciones de utilización, mantenimiento, calibración, inspección y plaguicida empleado, según se indica a continuación:

- Las precauciones que deben tomarse durante las operaciones de mezcla, carga, aplicación, vaciado, limpieza, intervención y transporte.
- Las condiciones detalladas de utilización para los distintos entornos operativos previstos.
- La gama de tipos y tamaños de las boquillas, los tamices y los filtros que pueden utilizarse con las máquinas;
- La frecuencia de las verificaciones y los criterios y métodos para la sustitución de las partes sujetas a desgaste que afectan al correcto funcionamiento de las máquinas, como las boquillas, los tamices y los filtros.
- Las prescripciones sobre el calibrado, el mantenimiento diario, la preparación para el invierno y otras verificaciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas.
- Los tipos de plaguicidas que pueden provocar un funcionamiento incorrecto de las máquinas.
- Una indicación de que el operador deberá mantener actualizado el nombre del plaguicida empleado en el soporte específico previsto para ello.

Figura 10. Acople para la medición de la caída de presión entre el manómetro y las boquillas.

Figura 11. Boquilla marcada según código ISO.

- El modo de conexión y de utilización de cualquier equipo o accesorio especial y las precauciones necesarias que han de tomarse.
- Una indicación de que las máquinas pueden estar sometidas a requisitos nacionales de inspecciones periódicas por parte de organismos designados al efecto (R.D. 1702/2011, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios).
- Las características de las máquinas que deberán inspeccionarse para garantizar su correcto funcionamiento.
- Las instrucciones para conectar los instrumentos de medición necesarios.

3. NORMATIVA

Legal

Comunicación de la Comisión, de 12 de julio de 2006, «Estrategia temática sobre el uso sostenible de los plaguicidas» [**COM (2006) 372 final** - no publicada en el Diario Oficial].

Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas.

Directiva 2009/127/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se modifica la Directiva 2006/42/CE en lo que respecta a las máquinas para la aplicación de plaguicidas.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (BOE de 11 de octubre).

Real Decreto 494/2012, de 9 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, para incluir los riesgos de aplicación de plaguicidas (BOE de 17 de marzo).

Reglamento (CE) nº 1107/2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios.

Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios (BOE de 9 de diciembre).

Técnica

UNE-EN ISO 16119-1:2013
Maquinaria agrícola y forestal. Requisitos medioambientales para pulverizadores. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN ISO 16119-2:2013
Maquinaria agrícola y forestal. Requisitos medioambientales para pulverizadores. Parte 2: Pulverizadores de barras horizontales.

UNE-EN ISO 16119-3:2013
Maquinaria agrícola y forestal. Requisitos medioambientales para pulverizadores. Parte 3: Pulverizadores para cultivos arbustivos y arbóreos.

BIBLIOGRAFÍA

BLANCO-ROLDÁN, G.L.; GAMARRA-DIEZMA, J.L.; CANO-GORDO, R.; ABRIL-MUÑOZ, I.
Comercialización de las máquinas para la aplicación de productos fitosanitarios. 2013.
Vida Rural, Maq, 356, 36-42.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.035

Bocas de incendio equipadas (BIE): utilización

Fire hose reels (FHR): use
Robinets d'incendie armés (RIA): utilisation

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
Mª Isabel de Arquer Pulgar
Eva Suárez García
SERVICIO DE PREVENCIÓN DE LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE ASTURIAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL
Miguel Junquera Fernández
BOMBERO DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO DE GIJÓN – ASTURIAS
Nuria Jiménez Simón
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Enfocada como material de apoyo para la formación de las personas en el uso de una boca de incendio equipada, esta Nota Técnica se dirige especialmente a todas las personas que formen parte de equipos de intervención ante incendios de su empresa. Se exponen los conceptos básicos sobre una boca de incendio equipada y cómo utilizarla paso a paso. Por tanto, en su contenido complementa lo expuesto en otras notas técnicas relativas a medios de extinción de incendios (NTP 680).

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 normativa en prevención de riesgos laborales contempla la obligación, por parte de los empresarios, de adoptar medidas en materia de lucha contra incendios (Artículo 20 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales) y, en consonancia con éstas, designar al personal encargado de ponerlas en práctica. Pero también exige que dicho personal además de ser suficiente en número, disponga del material adecuado y posea la formación necesaria, en función de las circunstancias.

Esta Nota Técnica de Prevención está enfocada como material didáctico para facilitar la formación en el uso de las bocas de incendio equipadas, proporcionando unas nociones muy elementales sobre éstas y explicando paso a paso cómo se utilizan.

2. ¿QUÉ ES UNA BOCA DE INCENDIO EQUIPADA?

Una Boca de Incendio Equipada (en lo sucesivo: BIE) es una instalación semifija de extinción de incendios que:

- utiliza agua como agente extintor, por lo que está conectada a una red de abastecimiento de agua que garantiza el suministro;
- puede ser utilizada por el personal del centro de trabajo en la extinción de un fuego cuando por su envergadura así se estime y/o los extintores se hayan agotado;
- es eficaz para luchar contra el fuego en un arco delimitado por la longitud de la manguera y el alcance del agua que arroja;
- incluye dentro de un armario elementos básicos necesarios:
  - *Manómetro*: indica la presión de agua suministrada por la red de abastecimiento.
  - *Soporte o Carrete*: aloja la manguera enrollada.
  - *Manguera*: canaliza el agua. Puede ser de diverso tipo según su anchura, longitud y rigidez.
  - *Válvula*: permite abrir y cerrar el paso de agua desde de la red de suministro hacia la manguera.
  - *Lanza*: permite el agarre del extremo de la manguera para dirigir el chorro.
  - *Boquilla*: permite seleccionar el tipo de chorro de salida de la manguera.

3. ¿DÓNDE ESTÁ?

Cuando un centro de trabajo está dotado de una o más bocas de incendio equipadas, cada una de ellas estará colocada en un armario fijado a una pared y señalizado conforme a la normativa mediante la señal convencional de boca de incendio equipada que está indicada en el Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (figura 1).

Figura 1. Señal convencional de BIE.

SEGÚN MECANISMO DE APERTURA DE LA PUERTA DEL ARMARIO

Puertas de BIE de apertura y cierre libre, girando sobre su eje vertical mediante bisagras

Puerta de apertura forzada rompiendo el cristal de seguridad

SEGÚN EL MATERIAL DE LA MANGUERA

Manguera flexible plana

Detalle de BIE de manguera. FLEXIBLE PLANA: antes de utilizarla hay que desenrollarla por completo

Manguera semirrígida

Detalle de BIE de manguera SEMIRÍGIDA: puede utilizarse sin desenrollarla por completo

SEGÚN LA MOVILIDAD DEL SOPORTE O CARRETE

Soporte o carrete extraíble que pivota sobre un eje, quedando perpendicular al armario

Soporte o carrete no extraíble. La manguera se desenrolla ayudada por un dispositivo orientador o "guía"

SEGÚN LOS TIPOS DE BOQUILLA DE LA LANZA Y DE VÁLVULAS

La boquilla de la lanza puede ofrecer distintas opciones de chorro

Diferentes modelos de válvulas de apertura del paso de agua desde la red

Figura 2. Variaciones en BIE.

Alcances

La instalación de las BIE debe respetar unas especificaciones dirigidas a facilitar su alcance tanto en el plano vertical como en el horizontal.

El alcance en el plano vertical se asegura por la normativa que regula la altura máxima en la instalación de la BIE.

Sin embargo, el alcance en el plano horizontal sólo queda garantizado si se respeta la obligación de mantener siempre libre de obstáculos el paso hacia la BIE, de modo que no se entorpezca el acceso ni se dificulte su utilización.

4. VARIACIONES EN BIE

Dos BIE pueden ser diferentes por la longitud y el diámetro de sus mangueras, que determinan el alcance y cantidad del agua que pueden arrojar, lo que afecta a su efectividad como medio de extinción. Dejando al margen variaciones de carácter estético, sí que hay algunas características cuya variación afecta al modo en que se utiliza una BIE y atañen a la puerta del armario, la manguera, el soporte o carrete, válvula y el conjunto lanza-boquilla (ver figura 2).

5. FUNDAMENTOS SOBRE EXTINCIÓN Y PREGUNTAS SOBRE EL USO DE UNA BIE

Como punto de partida en la lucha contra el fuego es fundamental que:

- Mantenga la calma.
- Si no está seguro de poder apagar el fuego, no lo intente. **Avise del fuego** y acuda a una zona segura.
- Si va a atacar el fuego: **no se arriesgue ni actúe solo o sola**. **Pida siempre ayuda**.
- Evite respirar humo, es más peligroso que el fuego (mantenga la cabeza por debajo del nivel del humo).
- Evite corrientes de aire (cierre puertas y ventanas).
- Tenga mucha precaución con la tensión en la red eléctrica (desconecte el suministro en el cuadro eléctrico). No use agua para apagar fuegos en equipos o cuadros eléctricos.
- Antes de abrir cualquier puerta: tóquela ligeramente y si quema no la abra; si no quema y la va a abrir hágalo resguardándose parcialmente tras ella.

¿Cuándo utilizar una BIE?

En caso de emergencia por incendio, cuando las llamas alcanzan gran envergadura y/o no pueden ser sofocadas con los extintores portátiles se recurre a una BIE.

¿Qué BIE hay que utilizar?

La que se encuentre en el recorrido entre el fuego y la salida de modo que:

- No se quede atrapado por el fuego en caso de que deba evacuar.
- La longitud de la manguera de la BIE alcance el fuego.

¿Cuántas personas son necesarias para utilizar una BIE?

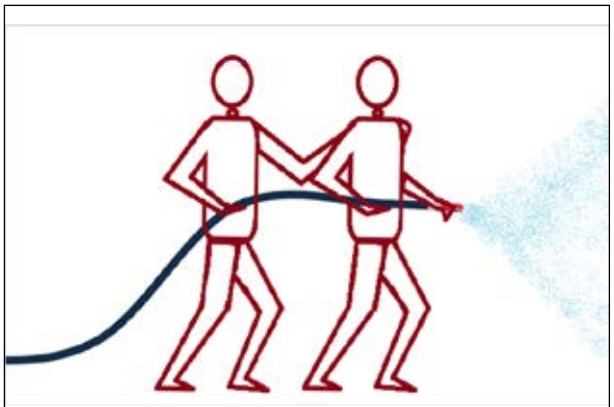
La respuesta es: “depende”. En general, es recomendable que cualquier BIE sea utilizada por dos personas.

- Si la manguera es de 25 mm de diámetro y semirrígida: puede llegar a utilizarla una sola persona y desenrollar únicamente el tramo que necesite.
- Si la manguera de 45 mm de diámetro, de tipo flexible plana: **siempre debe utilizarse como mínimo entre dos personas** para poder controlarla.
  ¿Por qué no se debe usar por una sola persona? Porque la manguera pesa, arroja un gran chorro de agua y la fuerza de la presión de salida del agua le puede impulsar hacia atrás y hacerle caer. Al utilizar la BIE en equipo de dos personas se pueden:
  – prevenir daños personales (caídas y golpes),
  – controlar la manguera (que no se mueva en bandazos)
  – y optimizar el chorro de agua contra el fuego.

¿Cómo se organizan dos personas para utilizar la BIE de manguera flexible plana?

- Una persona, agarrando con firmeza la lanza/boquilla de la manguera totalmente desenrollada en dirección hacia el fuego pero manteniendo distancia de éste, pide que otra persona abra la válvula de paso de agua del armario.
- La otra persona que abre la válvula de paso de agua del armario según la indicación recibida se encamina inmediatamente después a sujetar por la espalda a quien está agarrando la lanza al tiempo que ayuda a sujetar el peso de la manguera de modo que quien controla la lanza tenga mayor libertad de movimiento.
- Cuando esté la manguera presurizada y las dos personas estén en posición para contener el impulso hacia atrás por la presión de salida del agua (ver figura 3), se puede proceder a abrir la boquilla y dirigir el agua hacia el fuego para sofocarlo.

Si al menos dos personas utilizan la BIE se pueden dar cierto relevo en caso de que el incendio sea persistente.



Nota: Ambas personas tienen la manguera a su lado derecho, las piernas separadas y en posición de avance de un paso: con pierna izquierda adelantada y apoyada, rodillas algo flexionadas y cargando el peso del cuerpo en la pierna derecha que queda atrás. La persona que está delante sujeta la lanza con sus dos manos y se ocupa de dirigir el chorro, mientras que la persona que está detrás con su antebrazo derecho sujeta el peso de la manguera y con su mano/antebrazo izquierdo se apoya por detrás del hombro derecho de quien está delante para contrarrestarle el empuje de retroceso que sentirá por la presión de salida del agua. En el caso de personas zurdas, la posición sería la simétrica inversa.

Figura 3. Posición de dos personas para utilizar la BIE de 45mm.

<table>
<tr><td>PASO 1</td><td>Localice dónde hay una BIE entre el fuego y la salida.</td><td> </td></tr>
<tr><td>PASO 2</td><td>Abra la puerta del armario o rompa el cristal de la tapa, según el caso.</td><td> </td></tr>
<tr><td>PASO 3</td><td>Mire si el manómetro indica presión de agua de la red de abastecimiento:
• No indica presión: puede estar averiado o que no haya presión y en este caso debería buscar otra BIE (vuelva al paso 1).
• Si indica presión, vaya al paso siguiente.</td><td> </td></tr>
<tr><td>PASO 4</td><td>Mire que estén conectadas entre sí la manguera y la red de abastecimiento de agua.</td><td> </td></tr>
<tr><td>PASO 5</td><td>Mire que estén conectadas entre sí la lanza y la manguera.</td><td> </td></tr>
<tr><td>PASO 6</td><td>Compruebe que la boquilla de la lanza tiene cerrada la salida de agua.</td><td> </td></tr>
<tr><td rowspan="3">PASO 7</td><td colspan="2">En este paso, según se trate de manguera: “flexible plana” o “semirrígida”, las acciones son diferentes:</td></tr>
<tr><td>A) Si la manguera es flexible plana:
1. Gire el soporte, <u>desenrolle y extienda completamente la manguera</u> hacia donde esté el fuego.
2. <u>Deténgase a más de dos metros del fuego</u> y <u>mantenga agarrada la lanza</u>.
3. Pida que se le abra <u>lentamente</u> la válvula de paso del agua, que está en el armario.
La manguera se irá presurizando. <u>Sujete la lanza y espere hasta que se presurice</u> por completo.
Recuerde: La BIE de 45 mm se maneja como mínimo entre dos personas.</td><td> </td></tr>
<tr><td>B) Si la manguera es semirrígida:
1. Gire el soporte y <u>desenrolle el recorrido de manguera que necesite en dirección hacia el fuego</u> (no tiene por qué desenrollarla por completo). Vaya tirando hacia afuera desde el extremo libre de la manguera; el soporte gira liberando manguera que, en su salida está controlada por una guía (dispositivo orientador que la rodea).
2. <u>Deténgase a más de dos metros del fuego y mantenga agarrada la lanza</u>.
3. Pida que se le abra <u>lentamente</u> la válvula de paso del agua, que está en el armario.
4. Abra la boquilla un poco, para que salga el posible aire que tuviese la manguera.</td><td>
Este tipo de BIE es habitual en muchos centros de trabajo; con diámetro de 25 mm y 20 m de longitud, se desenrolla como una manguera común de regar y se abre el paso de agua en la lanza.</td></tr>
<tr><td>PASO 8</td><td colspan="2">Agarrando con firmeza la lanza, abra el paso de agua en la lanza y girando la boquilla seleccione el chorro que sea más adecuado a las circunstancias (en el modo de “pulverización cónica” hace de pantalla y le protegerá del humo).</td></tr>
<tr><td>PASO 9</td><td colspan="2">Comience a apagar el fuego con movimientos suaves de barrido, preferentemente en modo de agua “pulverizada” y dirigido a la base del fuego hasta que se apague o llegue ayuda de Bomberos.</td></tr>
<tr><td>PASO 10</td><td colspan="2">Después de utilizar una BIE hay que cerrar el paso de agua y esperar a que la manguera esté seca antes de volver a enrollarla en su carrete.</td></tr>
</table>

Figura 4. Paso a paso. Secuencia de acciones para la utilización de una BIE.

¿Qué tipo de salida de agua se selecciona?

Las opciones de posición de la boquilla determinan cómo sale al agua posibilitando su ajuste a las circunstancias del fuego.

Las formas más frecuentes de salida del agua son:

- Agua pulverizada.
- Agua en chorro.

El agua en modo pulverizado es adecuada:

- en fuegos de la clase "A" (fuegos de materiales sólidos que dejan brasas) y de la clase "B" (fuegos de líquidos o de sólidos licuables) cuando se trate de líquidos combustibles pesados como el fuel-oil, gas-oil, etc.
- cuando hay mucho humo: el agua en modo pulverizado cónico, hace un efecto de pantalla protectora frente al humo aunque también impida ver con nitidez lo que hay delante.

El agua en chorro, solo debe utilizarse en fuegos de clase "A" y controlando su ángulo de salida pues afecta no sólo a su alcance horizontal sino también a su golpeo sobre los materiales (que pueden salir lanzados).

¿Cómo se apaga el fuego?

Para apagar el fuego siempre se debe empezar con movimientos suaves, de barrido y dirigidos a la base del fuego; se va avanzando poco a poco desde los extremos.

Cuando el fuego ha sido causado por líquidos inflamables y para evitar que el incendio se extienda por la presión de la salida de agua, debe proyectarla superficialmente.

Mientras utiliza una BIE tenga precaución:

- No dirija el agua en chorro hacia personas (las empujaría con fuerza).
- El agua fría, que le salpicará mojando su ropa, y estará por el suelo que pise lo que puede provocar el riesgo de resbalar y de caer.

6. PASO A PASO: SECUENCIA DE ACCIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE UNA BIE

En la utilización de una BIE se realiza una secuencia de acciones (ver figura 4) que en algunos momentos son diferentes según sean las características de la BIE, principalmente en cuanto a la forma de apertura de la puerta del armario, el posible movimiento del soporte de la manguera y las características de la manguera (semirrígida o flexible plana).

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
NTP 680: Extinción de incendios: plan de revisión de equipos.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE nº 97, de 23 de abril.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.036

Estrés por frío (I)

Cold stress (I)
Contrainte liée au froid (I

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
Eugenia Monroy Martí
MC PREVENCIÓN

Pablo Luna Mendaza
*CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO*

Desde la publicación de la NTP 462 Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales, el número de trabajadores afectados por el frío ha ido creciendo fundamentalmente por la expansión de la industria del frío. En esta Nota Técnica de Prevención, que se compone de dos partes, se hace un repaso de la problemática que genera el frío y la forma de abordarla y se resumen los aspectos que se han actualizado de los criterios que, mayoritariamente, ya se exponían en el Technical Report. (ISO TR 11079:1993 "Evaluation of cold environments. Determination of required clothing insulation. IREQ"), que luego fue constituido en norma y que posteriormente se actualizó mediante la UNE-EN ISO 11079:2009, en la que se basa la metodología de evaluación del estrés por frío y estas Notas Técnicas de Prevención. La bibliografía utilizada se halla en la parte II.

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 estrés por frío puede presentarse a temperaturas justo por debajo de la zona de confort, especialmente en el trabajo sedentario. Naturalmente, cuanto más baja es la temperatura ambiental mayor es el riesgo de estrés por frío pero la respuesta a un nivel determinado de estrés por frío depende en gran medida de la capacidad de termorregulación del cuerpo y de la conducta que presente la persona. La comprensión de la física de intercambio de calor y la posterior modelización del balance de calor del cuerpo, por lo tanto, resultan ser la herramienta básica para la evaluación del estrés por frío.

2. SITUACIONES DE EXPOSICIÓN A FRÍO

La exposición profesional al frío, natural o artificial, se puede encontrar en diversas actividades profesionales. Los principales efectos sobre la salud de una exposición directa al frío son la hipotermia y la congelación, además de riesgo de padecer trastornos musculo-esqueléticos (TME). Es difícil caracterizar un ambiente frío exclusivamente con los criterios fisiológicos, ya en función del tipo de trabajo y las características individuales, podemos tener una sensación de disconfort térmico a partir de temperaturas inferiores a 15 °C. Además, la sensación de frío no se encuentra solamente ligada a la temperatura medida, ya que puede llegar a acentuarse debido a factores como el viento (velocidad del aire) y la humedad. De todas formas, se debe considerar que para temperaturas inferiores a 5 °C y, especialmente, todas las exposiciones con temperaturas negativas, el riesgo es inmediato.

A continuación se indican situaciones y puestos de trabajo que pueden presentar riesgo de exposición al frío:

- **Trabajos dentro de un local:** Personal de la industria agroalimentaria (preparadores de pedido y envasado, o preparación/corte del producto), empleados de mantenimiento de sistemas de frío (instalación, reparación de cámaras frigoríficas o de sistemas de aire acondicionado), trabajos en casetas fijas sin calefacción (vigilancia, etc.), trabajos de preparación de alimentos en hostelería y hospitales, etc.
- **Trabajos en el exterior**: Industria del transporte, agricultores, trabajadores de autopistas y mantenimiento de carreteras, mantenimiento de líneas eléctricas o equipos industriales, personal del ejército, personal de seguridad y vigilancia, personal de pistas de aeropuertos.
- **Trabajos en altitud:** Personal de explotación y mantenimiento de remontes mecánicos, personal de estaciones de esquí, guías de alta montaña, trabajadores de la construcción, personal de aduanas, equipos de rescate, trabajadores de estaciones meteorológicas.
- **Trabajos en agua fría o en contacto con agua fría:** Buzos profesionales, técnicos que diagnostican los cimientos de edificios submarinos, equipos de rescate, militares, pescadores, trabajos en plataformas petrolíferas. En los casos de trabajos en agua fría, para una misma temperatura, la pérdida de calor por unidad de tiempo en el agua es de 25 veces superior a la observada en el aire. El tiempo medio de supervivencia de un hombre en caso de inmersión accidental es baja (4 horas en aguas calmadas de 18 °C).

3. CONCEPTO DE ESTRÉS POR FRÍO

De igual forma que sucede con el estrés térmico por calor, el **estrés por frío** se define como la carga térmica nega-

tiva (pérdida de calor excesiva) a la que están expuestos los trabajadores y que resulta del efecto combinado de factores físicos y climáticos que afectan al intercambio de calor (condiciones ambientales, actividad física y ropa de trabajo).

Por otro lado, la **sobrecarga fisiológica** es la respuesta del cuerpo humano a la potencia de refrigeración ejercida por factores físicos y climáticos, que provocan una serie de mecanismos de ajuste necesarios para aumentar la generación interna de calor y disminuir su pérdida (mantenimiento temperatura interna).

- **Sobrecarga fisiológica baja:** El cuerpo se encuentra en un estado térmico neutro, correspondiente a una sensación térmica en la que una persona no requiere aporte o pérdida de calor.
- **Sobrecarga fisiológica elevada:** Esta situación se produce cuando el equilibrio térmico del cuerpo no se puede mantener a un nivel de sobrecarga bajo y, tras un período inicial de disminución del calor en la piel y las extremidades de 20-40 min, la sensación térmica subjetiva es de frío. En definitiva, el nivel alto de sobrecarga corresponde a unas condiciones en las que el equilibrio térmico se mantiene sólo mediante la vasoconstricción periférica.

4. TIPOS DE ENFRIAMIENTO

Considerando los diferentes tipos de enfriamiento y los efectos sobre la salud, el estrés por frío se puede clasificar de la siguiente forma:

- **Estrés por enfriamiento general:**
  El riesgo de enfriamiento general se determina mediante el análisis de las condiciones de equilibrio de calor general del cuerpo. A través de una ecuación de balance térmico, se calcula el nivel de aislamiento de ropa necesario (protección necesaria) para unos niveles definidos de sobrecarga fisiológica (baja o alta, ver punto anterior). En estos casos, el valor de aislamiento requerido calculado puede ser considerado como un índice de estrés por frío. Cuanto más alto sea el valor de aislamiento requerido, mayor es el riesgo de desequilibrio de calor del cuerpo.

- **Estrés por enfriamiento local:**
  - Enfriamiento de las extremidades: Las extremidades del cuerpo humano son propensas a sufrir grandes pérdidas de calor. Su temperatura depende del equilibrio entre la pérdida de calor local y la entrada de calor a través de la sangre caliente. Por lo tanto, no sólo es necesaria la protección localizada de las extremidades, sino también de todo el cuerpo. Si el balance térmico es negativo, el flujo de sangre a las extremidades disminuye debido a la vasoconstricción, lo que puede reducir el aporte de calor a niveles muy bajos produciendo el enfriamiento progresivo de los dedos de las manos y los pies.
  - Enfriamiento por convección (efecto del viento): La acción directa del viento sobre la piel sin protección provoca considerables pérdidas de calor y puede poner en peligro el equilibrio térmico local.
  - Enfriamiento por conducción (por contacto con superficie fría): La ACGIH recomienda tomar acciones cuando la superficie del metal de contacto se encuentra por debajo de 1 °C (este valor se refiere a breves contactos de unos pocos segundos). Si el contacto se prolonga, la temperatura de la piel puede decrecer rápidamente aproximándose a la temperatura de la superficie metálica. En estos casos, el dolor no es un síntoma de peligro, debido a que se produce el bloqueo de los receptores superficiales de la piel con temperaturas inferiores a los 7°C – 8°C.
  - Enfriamiento del tracto respiratorio: La inhalación de aire frío y seco provoca un importante enfriamiento local de la mucosa nasal y del tracto respiratorio superior. De todas formas, a través de la respiración nasal se recupera una cierta cantidad de humedad y calor mediante la mucosa de la membrana de la nariz. El principal riesgo es que si la frecuencia respiratoria es elevada y mayoritariamente por la boca, el enfriamiento puede extenderse rápidamente por las vías respiratorias y provocar inflamaciones epiteliales.

5. FACTORES DE EXPOSICIÓN AL FRÍO

Las reacciones al frío son diversas en función de cada individuo y en función de sus características pueden agravarse las consecuencias de la exposición al frío.
Factores de riesgo en caso de exposición al frío:

- **Edad**: En general, las personas mayores parecen ser menos tolerantes al frío y con el envejecimiento los ajustes termorreguladores se vuelven menos eficientes.
- **Género**: La velocidad de enfriamiento de los pies y de las manos es mayor en mujeres por lo que presentan mayor riesgo de sufrir lesiones en las extremidades. En cambio, en términos de enfriamiento general, las mujeres parecen ser más tolerantes al estrés por frío (especialmente en agua fría) debido al mayor grosor de la capa de grasa subcutánea que proporciona mayor aislamiento.
- **Morfología / antropometría**: Ratio entre la superficie y el volumen.
- **Presencia de problemas circulatorios** (antecedentes de lesiones debidas al frío). Las personas con enfermedades circulatorias (angina de pecho, enfermedad de Raynaud, etc.) son más susceptibles y propensas a padecer estrés por frío.
- **Fatiga y cansancio.**
- **Insuficiencia en la ingesta de alimentos y líquidos** (contribuyen a la producción de calor en el organismo y elimina la deshidratación).
- **Consumo de bebidas alcohólicas y tabaco.**
- **Uso de ciertos medicamentos** (como los medicamentos para diabéticos). Se requiere consulta médica en el caso de ingesta de medicamentos, dado que muchos fármacos actúan sobre el sistema cardiorrespiratorio y pueden interferir en las respuestas termorreguladoras (por ejemplo, medicamentos para la hipertensión).
- **Falta de aclimatación:** En el caso del frío, contrariamente a lo que sucede con el calor, no podemos hablar de un periodo de aclimatación. Sin embargo, ciertas partes del cuerpo que se encuentran expuestas repetitivamente pueden desarrollar una cierta tolerancia al frío.
- **Ropa inadecuada y consecuencias de la sobreprotección:** La protección frente al frío requiere necesariamente la utilización de múltiples capas de ropa, lo que junto con los guantes y el calzado implica una serie de restricciones en el movimiento. En consecuencia, los trabajos realizados en condiciones de frío se prolongan y se produce una sobrecarga adicional debido a la protección (incremento de fricción interna entre las capas de ropa y mayor peso).

6. EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL FRÍO

La temperatura corporal se encuentra regulada por el sistema nervioso central y en un ambiente confortable la temperatura se mantiene alrededor de los 37 °C. El cuerpo dispone de mecanismos que le permiten adaptarse a condiciones bajas de temperatura, viento y precipitaciones (lluvia y nieve). La piel presenta unos receptores térmicos que, en contacto con el frío, activan la vasoconstricción cutánea con el fin de conservar el calor interno. También, se activa la tiritera que es un acto reflejo e involuntario que incrementa la producción de calor del organismo hasta un 500%. (Ver fig.1)

Sensación térmica de frío y dolor

El malestar por frío surge cuando se produce una pérdida de calor excesiva en todo el cuerpo o en una parte, es decir, se trata de un indicador del equilibrio térmico general o local. Dependiendo de la temperatura (incluyendo variaciones térmicas), el tipo de actividad y la ropa, las personas pueden experimentar molestias por frío a temperaturas alrededor de los 20 grados. De todas formas, el malestar se incrementa a medida que se produce una gran pérdida de calor, que gradualmente se traduce en una sensación de dolor. Existe variabilidad individual de respuesta al frío e incluso pueden darse situaciones de malestar y dolor a niveles moderados de estrés por frío.

Capacidad de trabajo

El descenso de la temperatura produce un cambio en las propiedades físico-químicas de los tejidos internos, ralentización de los procesos metabólicos y retraso en la transmisión de señales por parte del sistema nervioso afectando a la función muscular y, en consecuencia producir una pérdida de destreza y eficiencia en los movimientos (especialmente de manos y dedos). En situaciones donde las condiciones de estrés por frío son más graves (temperatura interna por debajo de los 36 °C) se puede producir dificultad al caminar y en la realización de trabajos físicos exigentes, ya que se reduce el movimiento de los grandes músculos del cuerpo. En consecuencia, un esfuerzo moderado puede convertirse rápidamente en un trabajo pesado y exhaustivo, debido a la reducción de la eficiencia y movilidad de los músculos por el frío.

- **Destreza manual:** Los movimientos de precisión con las manos pueden verse afectados con temperaturas de los dedos de 30-31 °C. En el caso de movimientos más amplios, se ven considerablemente reducidos por debajo de temperaturas de las manos de 20 °C.
- **Destreza mental:** El rendimiento o destreza mental es una función más compleja, pero pueden verse afectados el tiempo de reacción o la resolución de problemas.
- **Capacidad física de trabajo:** Tal como se ha comentado, cuando los músculos se enfrían se reduce la movilidad y, por lo tanto, la capacidad de trabajo físico debido al incremento del coste energético de cada movimiento, con la consecuente sensación de agotamiento e incluso de fallo repentino.

Efectos sobre la salud

Efectos respiratorios:

La inhalación de aire muy frío enfría las membranas de las mucosas del tracto respiratorio superior y puede, con el tiempo, causar irritación, reacciones micro-inflamatorias y bronco-espasmo. El bronco-espasmo es una reacción común en el frío y es particularmente pronunciado en las personas asmáticas y en personas con vías respiratorias hipersensibles. El enfriamiento del tracto respiratorio puede provocar síntomas de dolor en personas con trastornos cardiovasculares. En cambio, personas sin problemas respiratorios pueden realizar trabajos de actividad moderada, en condiciones donde la temperatura del aire puede alcanzar los -30 °C.

Efectos cardiovasculares:

El frío puede tener efectos cardiorrespiratorios significativos, a través del incremento de la presión sanguínea, de manera puntual o crónica. Dicho incremento de presión sanguínea se produce como consecuencia de la vasoconstricción periférica y además por el enfriamiento facial. El frío puede agravar los síntomas asociados con diferentes tipos de enfermedades cardiovasculares (como el síndrome de Raynaud y también un incremento en la incidencia de trastornos musculo-esqueléticos). En particular, las personas con angina de pecho a menudo sienten molestias y dolor con la exposición al frío.

Lesiones por frío:

Uno de los riesgos para la salud en ambientes fríos es el riesgo a sufrir una lesión por frío: congelación (daños locales) o hipotermia (daños generales).

- Por enfriamiento localizado:
  - *Lesiones por frío sin congelación:* Se producen cuando se someten las extremidades a exposiciones largas de temperaturas bajas sin que se produzca la congelación de la piel. Los factores que

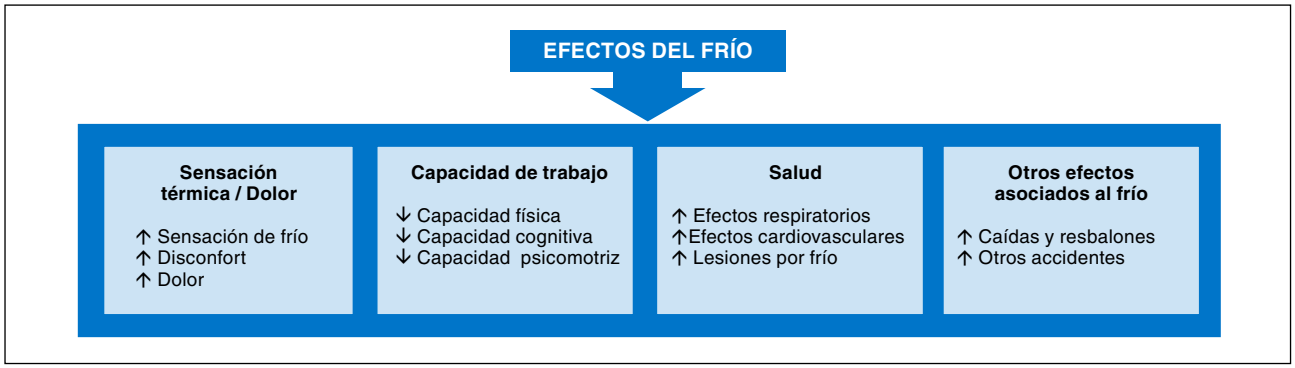


Figura 1. Efectos de la exposición al frío.

contribuyen a producir estas lesiones son las bajas temperaturas, la inmovilidad de las extremidades y la humedad. En esta situación, el principal efecto perjudicial consiste en una disfunción vascular y celular, que puede llegar a ser irreversible.
  - *Congelación superficial de la piel:* Se trata de la congelación local de la capa superficial de la piel, provocando el blanqueamiento y color pálido de la piel.
  - *Congelación profunda de la piel:* Se define como aquella situación en la que las capas/tejidos más profundos de la piel se congelan formando cristales de hielo y la piel se vuelve dura al tacto. La gravedad y el daño de la congelación dependerán de la temperatura, la duración, la intensidad, la superficie afectada y el proceso de recalentamiento que se lleve a cabo.
- Por enfriamiento general del cuerpo:
  - *Hipotermia:* La hipotermia se presenta cuando la temperatura interna desciende por debajo de los 35 °C, y se producen una serie de reacciones fisiológicas y psicológicas que son consecuencia de un desequilibrio de los mecanismos de regulación del intercambio de calor. Con el enfriamiento progresivo del cuerpo, el rendimiento y la capacidad de trabajo físico se reducen, así como la capacidad mental (confusión mental y alteraciones en el juicio). La persona no es capaz de reconocer el peligro de la situación, por lo que en estos casos la asistencia externa puede ser la única alternativa para interrumpir la exposición y proceder a la recuperación.
    El enfriamiento corporal puede dar lugar a la inconsciencia y parálisis de la mayoría de las funciones corporales, así como la reducción al mínimo de las funciones cardiorrespiratorias. En los casos más extremos en los que la temperatura interna alcanza 28 °C existe un riesgo importante de fibrilación cardíaca. El recalentamiento y recuperación de las víctimas de hipotermia profunda debe tratarse en un hospital con personal especializado.

7. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DEBIDOS AL FRÍO

En la figura 2 se indica un esquema de actuación para la evaluación de los riesgos por estrés por frío. En él se indican los pasos a seguir considerando paralelamente la valoración del enfriamiento local y la valoración del enfriamiento general. Las diferentes etapas del proceso, numeradas en el esquema, se explican a continuación.

(1) Temperatura < 10 °C (Sin lluvia)

Cuando la temperatura de los lugares de trabajo es inferior a 10 °C y especialmente en trabajos que, por las características de proceso y operaciones se deben desarrollar en ambientes fríos, se recomienda la evaluación del riesgo de estrés térmico por frío. La metodología de evaluación de estrés por frío descrita no incluye situaciones de exposición a frío con lluvia.

(2) Evaluación estrés por frío

La evaluación de estrés por frío se realiza con el *método del aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local* descritos en la normativa UNE-EN ISO 11079. De esta forma, a través de la determinación de una serie de parámetros físicos (temperatura del aire, velocidad del aire, etc) y las característica de la ropa, se puede detectar el nivel de riesgo por frío, tanto de manera general como local.

(3) Evaluación enfriamiento local

En el caso de la evaluación de enfriamiento local, se evalúan los factores que apliquen en función de la situación de exposición:
- *Evaluación de frío en las extremidades:* El enfriamiento de las extremidades se evalúa a través de los métodos y procedimientos incluidos en la norma UNE EN 511:2006. De todas formas, se puede también evaluar mediante medidas directas de la temperatura de la piel de los dedos (sobrecarga alta – límite 15°C y sobrecarga baja – límite 24°C). Sin embargo, se evita o se dificulta mediante la protección adecuada (guantes, calcetines y calzado aislante).
- *Evaluación de frío debido al viento* (partes descubiertas): El viento incrementa el enfriamiento sobre la piel y dicho efecto se puede determinar a través de la temperatura de enfriamiento por el viento (twc). Esta temperatura es la temperatura ambiente a la que, para una velocidad de aire determinada, produce la misma sensación que las condiciones ambientales reales (sobrecarga alta – límite -30°C y sobrecarga baja – límite -15°C).
- *Evaluación de frío respiratorio:* El enfriamiento de las vías respiratorias se evalúa considerando la temperatura mínima del aire recomendada para la inhalación. A temperaturas inferiores a -15 °C se recomienda el empleo de protección respiratoria para niveles de actividad altos y para niveles normales a -30°C (sobrecarga alta – actividad baja límite Taire=-40 °C /actividad alta límite Taire=-30°C y sobrecarga baja – actividad baja límite -20 °C/actividad alta límite -15 °C).
- *Evaluación de frío por conducción:* El enfriamiento por conducción y contacto con la superficie fría se evalúa mediante la Norma UNE-EN ISO 13732-3:2008. El contacto prolongado con superficies metálicas por debajo de 15 °C produce problemas de destreza, entumecimiento e insensibilidad por debajo de 7 °C y congelación por debajo de 0 °C.

(4) Evaluación enfriamiento general

A través de la aplicación del método IREQ se obtiene el valor del aislamiento de ropa requerida dadas las condiciones ambientales de frío y el tipo de actividad que se realiza. Este valor de aislamiento de ropa requerido se calcula para dos situaciones de sobrecarga fisiológica (baja y alta) y se compara con el valor de aislamiento que proporciona la ropa que lleva el trabajador con el fin de determinar la existencia o nivel de riesgo.

En aquellos casos en que la comparativa resulte que la ropa del trabajador es insuficiente o resulte adecuada pero con tiempo límite, se debe proceder a aplicar medidas preventivas y limitar la exposición. Asimismo, también se puede determinar el tiempo de exposición límite a partir del cual se presenta riesgo de estrés por frío.

8. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES / ESPECÍFICAS

Las medidas preventivas en el caso del estrés por frío se deben adaptar a cada situación y se dividen en medidas

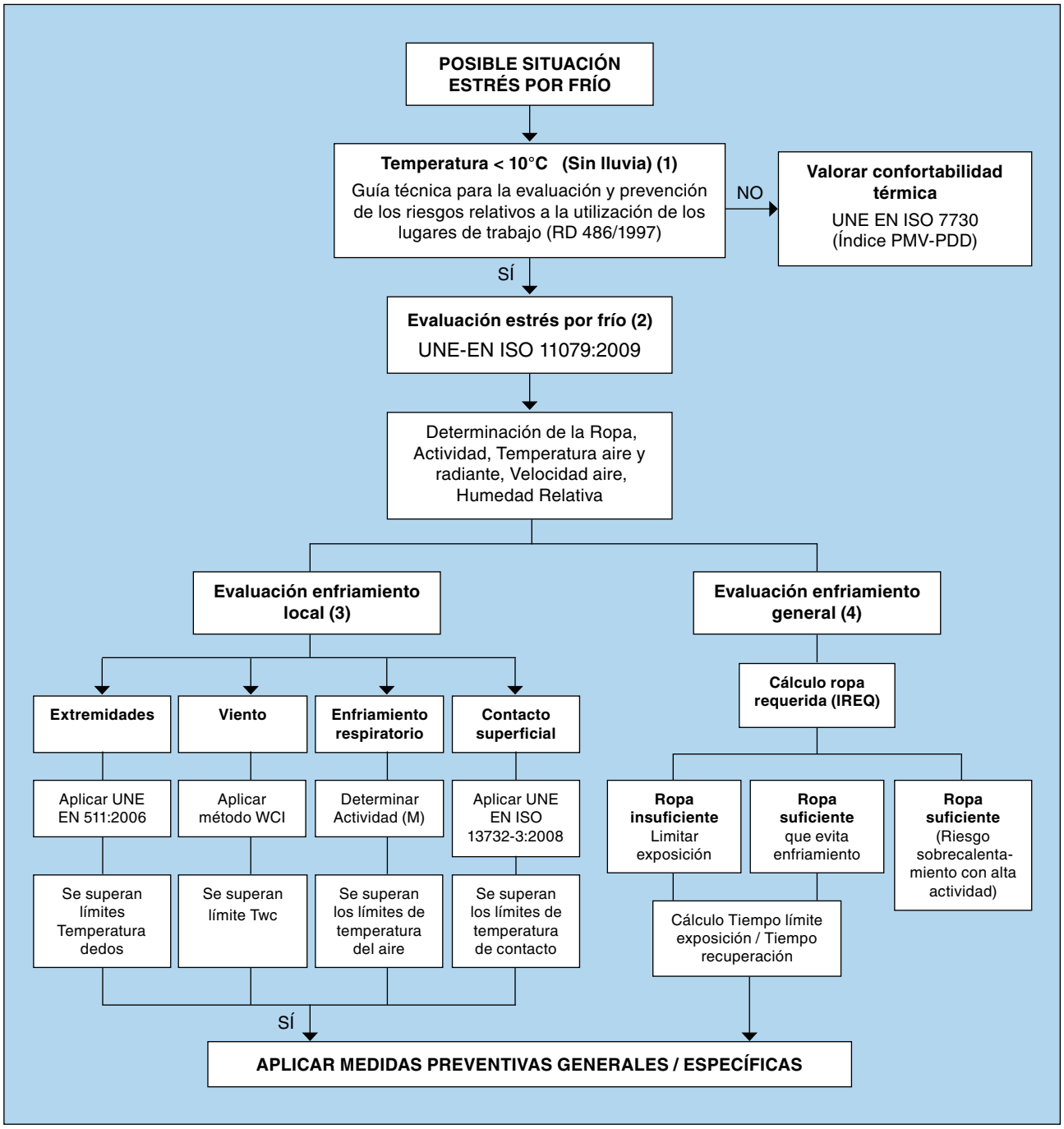


Figura 2. Esquema de actuación para la evaluación de los riesgos por estrés por frío.

de diseño y gestión de los puestos de trabajo, organización del trabajo, medidas personales y formación/información a los trabajadores.

Medidas técnicas de orden general

- Disponer de un local con calefacción (no sobrecalentado) ofreciendo la posibilidad de consumir bebidas calientes, con posibilidad de secado de la ropa húmeda y también con armarios con ropa de repuesto.
- Colocar señalización específica (entrada en una zona de frío extremo, contacto con superficies frías, presencia de superficies heladas…).
- Disponer de mecanismos automáticos que reduzcan la carga de trabajo manual.
- Colocar aislamiento en las superficies metálicas y/o diseñar equipos y herramientas que puedan utilizarse adecuadamente con guantes. En el caso que sea técnicamente imposible, colocar pantallas que limiten el riesgo por contacto con las superficies frías.
- Seleccionar materiales para el suelo adaptados al frío extremo para prevenir el riesgo de resbalar y también prevenir la formación de escarcha en el suelo utilizando, por ejemplo, secadores de aire.
- Instalar dispositivos localizados de calor radiantes en los puestos de trabajo más expuestos.

Medidas complementarias en el diseño de cámaras frigoríficas u otras instalaciones de frío

- Permitir la apertura de las puertas de las cámaras frigoríficas desde el interior en cualquier circunstancia.

- Instalar un dispositivo de aviso sonoro y luminoso que permita dar la alarma a una persona accidentalmente atrapada.
- Verificar regularmente el buen funcionamiento de los dispositivos de seguridad.
- Informar a los trabajadores sobre los dispositivos de seguridad.
- Reducir la condensación interior instalando un sistema de ventilación adaptado, y limitar los aportes de aire exterior húmedo (apertura de puertas rápido, cortinas de aire…)
- Diseñar las cámaras frigoríficas de manera que el sistema de ventilación no presente una velocidad del aire superior a 0,2 m/s en las zonas de trabajo. Para las actividades estáticas de etiquetado, se recomienda colocar los mandos de control en una sala con calefacción de suelo radiante y colocar asientos con material térmicamente aislante.
- Elegir camiones con cabinas adaptadas para transportar cámaras frigoríficas.

Organización del trabajo

- Priorizar la participación de los trabajadores en la organización del trabajo e implantar las medidas preventivas adecuadas.
- Planificar las actividades en exteriores considerando la previsión meteorológica (temperatura, humedad relativa, velocidad del aire, lluvias, etc.)
- Instalar un sistema de comunicación y control de los equipos expuestos y favorecer el trabajo entre 2 personas.
- Considerar medidas para los trabajadores que puedan realizar tareas en solitario y aislados. Colocación de dispositivos “hombre muerto” en aquellos casos que sea necesario (que envían una señal de alarma en caso de una inmovilización prolongada).

Medidas preventivas personales (control balance térmico del cuerpo)

- *Reducción en la pérdida de calor*: Abarca el uso de ropa de protección, protección de lugar de trabajo, aislamiento de las superficies en contacto con partes del cuerpo humano y control del tiempo de exposición. Las características más importantes de la ropa de protección frente al frío son el aislamiento térmico, protección frente a la humedad y permeabilidad al aire / vapor de agua (capacidad de transpiración). La ropa de protección contra el frío, ya sea un mono, guantes, calzado, gorros, también debe cumplir con los requisitos ergonómicos de trabajo (movilidad, destreza, campo de visión, etc.) y también debe cambiarse cuando se encuentre húmeda debido a que se disminuye su capacidad aislante.
- *Incremento de la producción interna de calor debido al trabajo muscular:* Es una medida complementaria y que debe ajustarse a los requerimientos del trabajo y a la capacidad individual.
- *Suministro de calor externo:* Un requerimiento imprescindible para los trabajos en situación de frío es el establecimiento de pausas para calentarse en una zona habilitada (son preferibles pausas largas y menos frecuentes, que cortas y frecuentes). También se conocen sistemas de calefacción auxiliar en equipos de protección frente el frío.
- *Mejora de los aspectos ergonómicos de los trabajos en frío*, reduciendo o eliminando el efecto molesto del equipo de protección, y el esfuerzo asociado. Estas medidas incluyen la selección de la ropa, el equipo y las herramientas, la formación para hacer frente a condiciones adversas, así como la organización del trabajo.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.037

Estrés por frío (II)

Cold stress (II)
Contrainte liée au froid (II)

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
Eugenia Monroy Martí
MC PREVENCIÓN

Pablo Luna Mendaza
*CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO*

En esta NTP, que es la 2ª parte de la dos que figuran bajo el título de "Estrés por frío", se afronta la evaluación del riesgo de estrés por frío, de acuerdo a la UNE-EN ISO 11079:2009.

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

Siguiendo el esquema de actuación frente a una situación de estrés por frío de la primera parte de la NTP (*figura 1*), la evaluación de estrés por frío se realiza con el *método del aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local* descritos en la normativa UNE-EN ISO 11079. Tal como se indica, el estrés por frío puede evaluarse desde el punto de vista del enfriamiento general del cuerpo o a través de la evaluación del enfriamiento localizado en algunas partes del cuerpo (diferentes tipos: extremidades, cara, etc.).

En el caso del enfriamiento general, el método se basa en el cálculo del intercambio de calor, de la resistencia térmica de la ropa requerida para mantener el equilibrio térmico (qué tipo de ropa mínima o necesaria se necesita en función del grado de sobrecarga fisiológica al frío) y también del cálculo corregido de la resistencia térmica que se utiliza (qué tipo de ropa estoy utilizando). A través de la comparación de estos dos últimos valores de resistencia térmica de la ropa se determina el grado de riesgo, así como tiempos de exposición y recuperación. La diferencia principal respecto a la metodología anterior (ISO TR 11079:1993 – NTP 462) es la incorporación de más variables (aislamiento de la capa de aire, velocidad del aire, etc.) al cálculo de la resistencia térmica del vestido (Icl,r).

En el caso del enfriamiento local, la evaluación del riesgo se realiza según diversas metodologías: enfriamiento convectivo (efecto del viento), enfriamiento de las extremidades, enfriamiento por conducción y enfriamiento del tracto respiratorio.

2. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ENFRIAMIENTO GENERAL

En la determinación del riesgo por enfriamiento general los factores determinantes son las características térmicas de la ropa, el calor que produce el cuerpo y las condiciones ambientales (parámetros físicos). Por lo que para la aplicación de la metodología es necesario conocer:

- **Características físicas del ambiente estimadas o medidas** según UNE-EN ISO 7726:2002. Temperatura del aire, temperatura radiante media (temperatura de globo), velocidad del aire y humedad relativa (A bajas temperaturas, se recomienda utilizar un valor estándar de 50% por debajo de -5 °C).
- **Tipo de actividad en el trabajo** de los individuos expuestos, expresado con la tasa metabólica estimada según UNE-EN ISO 8996:2005**,** y el ritmo de trabajo externo (para la mayoría de tipos de trabajo manual y de movimientos a ras del suelo, el ritmo suele ser considerado 0).
- **Aislamiento térmico de la ropa** de protección frente al frío utilizado, según UNE-EN ISO 15831:2004 o según las tablas correspondientes de la EN ISO 9920:2009.

A partir de la ecuación de balance térmico se obtiene el aislamiento requerido de la ropa (IREQ) para mantener dicho balance según los criterios de sobrecarga fisiológica (elevada o baja). El valor de IREQ obtenido se compara con el nivel de protección que ofrece la ropa que utiliza el trabajador. Si la ropa que utiliza presenta una resistencia térmica menor que la requerida se calcula el tiempo límite de exposición.

De esta forma, el IREQ permite medir el nivel de riesgo producido por el efecto combinado de la producción de calor interno derivado de la actividad metabólica y el intercambio de calor con el ambiente exterior. Cuanto más severas sean las condiciones ambientales respecto al frío, el valor del IREQ será más alto independientemente de la actividad metabólica. En cambio, dadas unas condiciones de frío, el valor de IREQ se reducirá cuanto mayor sea la actividad metabólica.

La evaluación del equilibrio térmico y el cálculo del aislamiento requerido se aplican a una persona media tal como sucede con la mayoría de modelos matemáticos de evaluación de la exposición térmica. Por lo que es importante destacar que los valores obtenidos son orientativos y se debe ajustar cada tipo de ropa según las

experiencias y necesidades de cada individuo, debido a que las características individuales (respuesta fisiológica, costumbres de tipo de ropa, etc.) influyen notablemente.

De todas formas, la aplicación de la metodología está sujeta a los valores de los siguientes parámetros:

- Temperatura del aire (seca) menor a 10°C.
- Velocidad del aire entre 0,4 m/s y 18 m/s.
- Resistencia térmica de la ropa (I_{cl}) superior a 0,078 m^2K/W (0,5 clo).

Ecuación balance térmico

De manera equivalente al método de sobrecarga térmica en los casos de estrés térmico, la ecuación del balance térmico de calor que se debe cumplir para el cálculo del aislamiento de la ropa requerido es la siguiente:

$$M - W = E_{res} + C_{res} + E + K + R + C + S$$

Siendo M la actividad metabólica del trabajo, W es la potencia mecánica (despreciable en la mayoría de casos), E_{res} y C_{res} representan los intercambios de calor que se producen a través de la respiración por convección y evaporación respectivamente, C y R representan los intercambios de calor que se producen en la piel mediante convección y radiación, K representa el intercambio de calor por conducción (a pesar de que tiene importancia para el balance térmico local, es despreciable respecto al intercambio de calor por convección y radiación), E representa los intercambios de calor que se producen a través de la evaporación y S es el almacenamiento de calor en el cuerpo (para el cálculo de la IREQ será 0 para mantener la situación en la que no hay pérdida ni ganancia de calor, es decir, el balance térmico).

Tanto los términos de intercambio de calor por respiración (E_{res} y C_{res}), como los que se producen por convección y radiación (C y R) se calculan mediante expresiones equivalentes a las utilizadas en el método de evaluación al frío ISO TR 11079:1993 descrito en la NTP 462.

En el caso del cálculo del intercambio de calor por respiración (E), la expresión también es similar pero con el matiz de incorporar en la variable $R_{e,t}$ (resistencia evaporativa total de la ropa y de la capa de aire) el aislamiento de la capa límite de aire entre el tejido y la piel, no únicamente el aislamiento de la ropa como sucedía en la expresión del método anterior:

$$E = (p_{sk} - p_a) / R_{e,T}$$

Donde p_{sk} es la presión de saturación del vapor de agua a la temperatura de la piel, pa (presión parcial del vapor de agua) y $R_{e,T}$, como se ha comentado, es la resistencia evaporativa total de la ropa y de la capa límite de aire (que se calcula a partir del aislamiento térmico de la ropa y de su permeabilidad al vapor de agua).

$$R_{e,T} = 0{,}16 \cdot \left[\frac{I_{a,r}}{f_{cl}}\right] + I_{cl,r}$$

Donde $I_{a,r}$ es el aislamiento térmico resultante de la capa de aire (entre la ropa y la piel), f_{cl}, factor de superficie de la ropa y $I_{cl,r}$, el aislamiento térmico resultante o corregido de la ropa.

Determinación del aislamiento resultante de la ropa (inclusión aislamiento capa de aire)

El aislamiento básico que proporciona la normativa técnica (EN ISO 9920:2009) corresponde al aislamiento real proporcionado en condiciones estáticas y sin viento (en un maniquí térmico estático). Los movimientos del cuerpo y el viento provocan cambios en las capas de aire fijas y reducen el aislamiento de la ropa. Asimismo, la permeabilidad al aire de los tejidos (materiales impermeables al viento son menos sensible al efecto del frío), el diseño y fabricación de las prendas, el tipo de actividad que desarrolla el trabajador y la manera en que uno se coloca la ropa también influyen en el aislamiento real.

La incorporación más significativa respecto a la anterior metodología de evaluación del frío es el nuevo cálculo del aislamiento térmico resultante o corregido de la ropa ($I_{cl,r}$), en el que se incorporan junto con las condiciones reales de utilización (efecto de la penetración del aire y la actividad), el efecto del anteriormente mencionado del aislamiento de la capa límite de aire:

$$I_{cl} = I_{cl,r} + \frac{\left[0{,}092 \cdot e^{(0{,}15 \cdot v_a - 0{,}22 \cdot v_w)} - 0{,}045\right] / f_{cl}}{\left[0{,}54 \cdot e^{(0{,}075 \cdot \ln(ap) - 0{,}15 \cdot v_a - 0{,}22 \cdot v_w)}\right] - 0{,}06 \cdot \ln(ap) + 0{,}5} - 0{,}085/f_{cl}$$

Donde $I_{cl,r}$ es el aislamiento corregido de la ropa, v_a es la velociad de aire, v_w es la velocidad del aire alrededor del cuerpo, f_{cl} es el factor de superficie de la ropa y ap es la permeabilidad del aire.

Esta corrección considerando el viento, la actividad y la permeabilidad al aire de la capa externa proporciona un valor del aislamiento térmico de la ropa que permite una comparativa más realista con el valor requerido de ropa (IREQ). Es importante considerar que el IREQ calculado se refiere a una repartición homogénea de la ropa sobre el cuerpo, por lo que no implica necesariamente que las extremidades se mantengan calientes (debe evaluarse por separado, *ver evaluación de riesgo por enfriamiento local*).

En definitiva, la fórmula anterior permite obtener un valor más realista del aislamiento que proporciona la ropa dadas unas condiciones ambientales y actividad metabólica determinada. Y también permite obtener un valor de ropa necesaria dado un IREQ determinado. De manera adicional, también se utiliza el valor de ropa corregido con el fin de calcular el tiempo límite de exposición (D_{lim}).

Determinación e interpretación del aislamiento requerido de la ropa (IREQ).

De forma análoga a lo que sucedía con la anterior metodología de evaluación de estrés al frío, se obtiene el valor del aislamiento requerido de la ropa (IREQ). Por lo que partiendo de la ecuación de balance térmico anterior y en la que el flujo de calor seco (R+C) hasta la superficie de la ropa depende del aislamiento térmico de la ropa y del gradiente de temperatura entre las superficies de la piel y de la ropa se obtiene:

$$\frac{T_{sk} - T_{cl}}{I_{cl,r}} = R + C = M - W - E_{res} - C_{res} - E - S$$

Considerando que el índice IREQ es el valor de aislamiento térmico resultante ($I_{cl,r}$) que garantiza que no hay pérdida neta de calor en el cuerpo (S = 0), se obtiene la siguiente expresión que se resuelve por iteración o a través del programa informático que se indica posteriormente para obtener el valor del aislamiento de ropa requerido (IREQ):

$$T_{cl} = T_{sk} - IREQ \cdot (M - W - E_{res} - C_{res} - E - S)$$

Tal como se ha comentado en el párrafo anterior, el requisito para el cálculo del IREQ es que se mantenga el

balance térmico (S=0), pero esto no significa que la situación sea confortable para el trabajador. El equilibrio térmico del cuerpo puede obtenerse a diferentes niveles de sobrecarga fisiológica: alta o baja (ver primera parte NTP). Estos niveles de sobrecarga fisiológica están definidos mediante los valores de la temperatura media de la piel, de la sudoración (humedad de la piel) y de la variación de la temperatura corporal. La situación de confort térmico implica que los valores de la temperatura de la piel y la evaporación del sudor estén acotados entre ciertos límites (ver tabla 1).

De esta forma, para la evaluación de la exposición al frío se propone el cálculo del índice IREQ en las 2 situaciones:

- IREQ min (evaluación al frío según sobrecarga fisiológica alta): representa el aislamiento térmico del vestido resultante ($I_{cl,r}$) mínimo para evitar el enfriamiento general del cuerpo, en el que el equilibrio térmico se mantiene por vasoconstricción de la piel y de las extremidades. Esta situación se alcanza cuando el equilibrio térmico no se puede mantener a un nivel de sobrecarga bajo.
- IREQ neutro (evaluación al frío según sobrecarga fisiológica baja): además de evitar el enfriamiento general del cuerpo proporciona confort térmico.

Enfriamiento general	Sobrecarga alta	Sobrecarga baja
IREQ	mínimo	neutro
T_{sk} (°C)	T_{sk} = 33,34-0,0354 · M	T_{sk} = 35,7-0,0285 · M
w	0,06	w = 0,0001 · M
D_{lim}	largo	corto
Q_{lim} (KJ/m²)	144	144

Tabla 1. Criterios fisiológicos de enfriamiento general

El principal objetivo del método IREQ consiste en analizar si la ropa seleccionada ofrece un aislamiento suficiente como para mantener un equilibrio térmico determinado. Por lo que una vez obtenidos los valores de IREQ, se obtienen para cada criterio (mínimo o neutro) el aislamiento de la ropa necesario ($I_{cl\ min}$ e $I_{cl\ neutro}$) y comparándolos con el valor de ropa utilizado (I_{cl}) se pueden dar tres situaciones (ver tabla 2).

Tal como se indica en el cuadro, un aislamiento térmico excesivo de la ropa respecto del valor requerido (IREQ neutro), en particular en el caso de una actividad intensa, da lugar a un aporte de calor excesivo. La sudoración asociada, la absorción del sudor y el progresivo aumento de humedad de las capas de la ropa, disminuyen las propiedades aislantes y pueden poner en peligro el adecuado equilibrio térmico durante una exposición prolongada al frío. En tales condiciones, se recomienda que las personas tengan acceso a ropa adicional para cambiarse y/o a un refugio con calefacción para pausas y descanso.

Cálculo del tiempo máximo de exposición y tiempo de recuperación

En aquellos casos en los que la ropa que utiliza el trabajador corregida según las condiciones de utilización (I_{clr}) sea inferior al aislamiento térmico requerido IREQ, se produce un enfriamiento progresivo del cuerpo por lo que debe limitarse la exposición (calcular D_{lim}).

Para el cálculo de D_{lim} se considera el tiempo máximo de exposición según la ropa que utiliza el trabajador, es decir, corresponde al tiempo necesario para perder 144 kJ/m² de calor (Q_{lim}). En el inicio de la exposición (durante 20-40 min), se produce esta pérdida de calor periférica comentada (piel y extremidades). Posteriormente se equilibra la temperatura del cuerpo para los valores de sobrecarga fisiológica alta y no existe almacenamiento de calor.

De esta forma, el valor de D_{lim} se calcula mediante la ecuación:

$$D_{lim} = \frac{Q_{lim}}{S}$$

Donde Q_{lim} corresponde a una pérdida de 144 KJ/m² y S (almacenamiento de calor) se calcula por iteración considerando las expresiones de la ecuación de balance térmico y de la suma del calor seco (R+C).

El valor límite de exposición (D_{lim}) se recomienda calcularlo a partir del valor del $IREQ_{neutro}$ y valorar una reducción del tiempo cuando el trabajador ya haya sufrido cierta pérdida de calor en el inicio de la exposición.

Tras una exposición al frío en la que se ha producido un enfriamiento general del cuerpo, es decir, cuando nos encontramos en la zona neutra ($I_{clr} < IREQ_{neutro}$) se puede calcular el tiempo de recuperación para restablecer el equilibrio térmico. En este caso, se calcula de manera equivalente al tiempo límite de exposición pero consi-

VALORACIÓN	EFECTO	ACCIONES
$I_{cl} > I_{cl\ neutro}$	**Zona cálida o sobrecalentada**: Aislamiento excesivo por lo que hay riesgo de sobrecalentamiento, sudoración excesiva y absorción de humedad por la ropa, que asila menos de lo previsto.	Se debe reducir el nivel de aislamiento de la ropa.
$I_{cl\ min} < I_{cl} < I_{cl\ neutro}$	**Zona neutra:** La ropa utilizada proporciona un aislamiento térmico adecuado. La percepción es de "ligeramente frío" hasta "neutro". Cuando Icl es inferior a Icl neutro, el cuerpo no puede mantener el equilibrio de forma prolongada.	• No se requiere acción alguna respecto al enfriamiento general. Se debe realizar la evaluación del enfriamiento local. • Calculo de D_{lim} (tiempo exposición antes de llegar a sobrecarga baja) y también del tiempo de recuperación (D_{rec}).
$I_{cl} < I_{cl\ min}$	**Zona fría**: La ropa utilizada no evita el enfriamiento del cuerpo, por lo que el aislamiento térmico es insuficiente y aumenta el riesgo de hipotermia.	Existen 2 posibilidades: • Incrementar el aislamiento de la ropa. • Limitar la exposición (cálculo D_{lim}).

Tabla 2. Criterios de valoración

derando las condiciones ambientales y del tipo ropa (si existe cambio) de la zona de recuperación:

$$D_{rec} = \frac{Q_{lim}}{S}$$

Donde Q_{lim} es el mismo valor que el utilizado para D_{lim}, pero en este caso positivo (ganancia), ya que es el valor necesario de calor para que el cuerpo recupere el equilibrio térmico y vuelva a las condiciones anteriores. En el caso de cambio de ropa durante la recuperación debe efectuarse un nuevo cálculo para el IREQ.

3. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ENFRIAMIENTO LOCAL

En el caso del enfriamiento local, los principales efectos se observan en una falta de destreza y habilidades manuales que provocan molestias y que afectan especialmente a las manos, pies y cabeza. Con el fin de evaluar dicho riesgo, se utilizan varios métodos descritos a continuación y que permiten valorar de forma más global y precisa los posibles efectos. Se recomienda la evaluación del riesgo por enfriamiento local en aquellos casos en los que se ha evaluado el enfriamiento general y la ropa ha resultado adecuada, ya que a pesar de que se mantiene el balance térmico, puede existir riesgo de frío local.

Asimismo también se incluyen los criterios fisiológicos que permiten valorar el enfriamiento local en función de la metodología utilizada (ver tabla 3).

Enfriamiento local	Sobrecarga alta	Sobrecarga baja
Temperatura de enfriamiento por el viento, twc (°C)	-30	-15
Temperatura de los dedos (°C)	15	24
Vías respiratorias • Actividad baja (M≤115 w/m²) • Actividad alta (M>115w/m²)	 Ta = -40 °C Ta = -30 °C	 Ta = -20 °C Ta = -15 °C

Tabla 3. Criterios fisiológicos de enfriamiento local

Enfriamiento local por convección

Las pérdidas de calor se aceleran por la combinación de las bajas temperaturas y la acción del viento que incrementan el enfriamiento sobre la piel. Las partes que no se encuentran protegidas o cubiertas por la ropa (por ejemplo la cara o las manos) son las más susceptibles a sufrir la acción del viento y pueden enfriarse muy rápidamente. Con el fin de determinar dicho efecto, se determina la **temperatura de enfriamiento por el viento (twc)**, que corresponde a la temperatura ambiente a la que, para un viento de 4,2 km/h, produce la misma sensación que las condiciones ambientales reales reales, es decir, describe el efecto refrigerante sobre la piel. Se determina mediante la siguiente expresión matemática:

$$t_{wc} = 13{,}12 + 0{,}6215 \cdot T_a - 11{,}37 \cdot v_{10}^{0{,}16} + 0{,}3965 \cdot T_a \cdot v_{10}^{0{,}16}$$

Donde Ta (temperatura del aire), v_{10} se define como el valor meteorológico normalizado medido a 10 m sobre el nivel del suelo (se obtiene mediante estaciones y previsiones meteorológicas, o multiplicando 1,5 por la velocidad local del viento a nivel del suelo (v_a)).

En la tabla 4 se indica la valoración del riesgo en función de los valores obtenidos de temperatura de enfriamiento por el viento (t_{WC}):

Clasificación del riesgo	t_{wc} (°C)	Efecto
1	-10 a -24	Frío molesto (sobrecarga baja límite -15 °C).
2	-25 a -34	Muy frío, riesgo de congelación de la piel (Sobrecarga alta límite -30 °C).
3	-34 a -59	Frío intenso, riesgo de congelación profunda en 10 min.
4	-60 e inferiores	Frío extremo, riesgo de congelación en 2 min.

Tabla 4. Valoración del riesgo por enfriamiento local por convección (efecto del viento)

Enfriamiento local por conducción

En estos casos se evalúa el intercambio de calor inmediato entre la piel caliente y una superficie fría, que puede llegar a producir una sensación desagradable o daño local al frío (quemaduras) en función de la temperatura de la superficie. Este riesgo de enfriamiento local por conducción/contacto debe evaluarse conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 13732-3:2008.

Enfriamiento local de las extremidades

Las extremidades, concretamente las manos, pueden sufrir enfriamiento a pesar de que las condiciones térmicas generales sean neutras respecto al frío. Esto es debido a que el aporte calorífico de la circulación sanguínea depende mucho del equilibrio térmico en conjunto. En aquellos casos en los que el balance térmico es negativo (ropa insuficiente), como respuesta a esta situación, el cuerpo disminuye la circulación periférica (a las extremidades) debido a la vasoconstricción, por lo que el aporte de calor es muy bajo a dichas zonas. De esta forma, los dedos de las manos y de los pies, que son las partes más periféricas, empezarán a enfriarse progresivamente.

Este enfriamiento progresivo de las manos y pies pueden reducirse o dificultarse a través de la utilización de guantes, calcetines y calzado aislante. En la *NTP 940 "Ropa y guantes de protección contra el frío"* se especifican las características de guantes y ropa de protección frente al frío.

Enfriamiento local por tracto respiratorio

La inhalación de aire a baja temperatura, enfría las membranas y mucosas de las paredes del tracto respiratorio superior y puede llegar a dañar los tejidos (inflamación). El enfriamiento de las vías respiratorias se incrementa con la actividad física, ya que el volumen de aire frío que entra principalmente por la boca es más alto (se necesita mayor aporte de oxígeno). De esta forma, tal como se observa en la tabla 3, los criterios fisiológicos de valoración se encuentran establecidos en función de la actividad o consumo metabólico.

El enfriamiento de las vías respiratorias se evalúa considerando la temperatura mínima del aire recomendada que debe aspirarse. A temperaturas inferiores a -15 °C, se recomienda el empleo de protección respiratoria para niveles de actividad altos (que requieren un volumen de ventilación aumentado). A temperaturas inferiores a -30 °C se recomienda el empleo de protección respiratoria.

4. EJEMPLOS DE EVALUACIÓN DEL FRÍO

Exposición continua al frío: Evaluación enfriamiento general y local

Los cálculos del IREQ, del tiempo límite (D_{lim}) y de los tiempos de recuperación (D_{rec}), así como el cálculo de twc se han realizado a través del programa

Calculation of Required Clothing Insulation (IREQ),Duration Limited Exposure (D_{lim}), Required Recovery Time (Rt),and Wind Chill Temperature (twc). IREQ 2007 ver 4.1, Hakan O. Nilsson and Ingvar Holmer. En la dirección http://wwwold.eat.lth.se

El programa de cálculo requiere la temperatura radiante media pero se puede utilizar la temperatura de globo, ya que en condiciones de bajas temperaturas, ambas variables son equivalentes.

Exposición intermitente al frío: Evaluación enfriamiento general

Habitualmente el trabajo en zonas de frío se suele organizar en intervalos de tiempo de trabajo en zonas frías a diferentes temperaturas y con diversos niveles de actividad en función de la tarea. A la hora de realizar la evaluación al frío se debe prestar especial atención los siguientes intervalos:

- El intervalo que denominamos **"más frío",** debido a la actividad menos intensa o la temperatura más baja. Se realiza el cálculo de la ropa necesaria para mantener el equilibrio térmico y se compara con la ropa utiliza, en caso de ser inferior se calcula la exposición recomendada (D_{lim}).
- El intervalo **"más cálido",** definido por la actividad más intensa o la temperatura más alta. De manera análoga, se calcula la ropa necesaria y se compara con la ropa utilizada para así determinar si se puede mantener el equilibrio térmico o no (calcular D_{lim} en este último caso).

En estos casos en los que se alternan tareas a diferentes temperaturas, es necesario un tipo de ropa que permita ajustes dentro del rango de aislamiento térmico necesario/duración de la exposición. Asimismo, también se requiere que las capas externas sean fáciles de abrir/cerrar y de poner y quitar, para poder reducir el aislamiento y mantener el equilibrio térmico del cuerpo. La retirada de una prenda exterior aislante puede corresponder a una disminución del aislamiento térmico básico de 1 clo o más.

Existe la posibilidad también de calcular un valor de IREQ ponderado en el tiempo, especialmente para considerar el tipo de ropa que se necesita cuando existe mucha diferencia entre el tiempo que pasa en la zona fría respecto a la zona más cálida. De esta forma, en el caso de exposiciones intermitentes, el IREQ se calcula para cada tipo de trabajo (incluyendo el descanso) y posteriormente se calcula la ponderación con el tiempo para un mínimo de 1 hora. En estos casos, el tiempo individual de exposición dependerá de la organización del trabajo de la empresa y del tipo de actividad, pero debería ser como mínimo de 15 minutos.

$$IREQ_{ponderado} = \frac{\sum_{i=1}^{n} IREQ_i \cdot t_i}{60}$$

Donde $IREQ_i$ corresponde al IREQ calculado para cada situación y t_i el tiempo de exposición de cada situación en minutos.

EJEMPLO 1

DATOS DE LA EXPOSICIÓN AL FRÍO					
T_a (°C)	T_{globo} (°C)	V_a (m/s)	M (W/m²)	I_{cl} (clo)	T dedos (°C)
0	0	2	90	2,5	---
ENFRIAMIENTO GENERAL					
$IREQ_{min}$	$IREQ_{neutro}$	$I_{cl\ min}$	$I_{cl\ neutro}$	Valoración	D_{lim}
2,2	2,6	2,7	3,1	$I_{cl} < I_{clmin}$ (2,5 < 2,7) Ropa insuficiente	2,6 horas
Si condiciones de recuperación son: T_a y T_{globo} = 25 °C, v_a = 0,1 m/s, sin caminar y I_{cl} = 1,5 clo **Tiempo de recuperación D_{rec}** = 0,9 horas					
ENFRIAMIENTO LOCAL					
No es necesaria la evaluación del enfriamiento local en estas condiciones, ya que se debe incrementar el aislamiento de la ropa y, posteriormente cuando la ropa sea la adecuada se puede proceder a realizar la evaluación.					

NOTA: HR = 85% y permeabilidad de la ropa 8 l/m²s

EJEMPLO 2

DATOS DE LA EXPOSICIÓN AL FRÍO					
T_a (°C)	T_{globo} (°C)	V_a (m/s)	M (W/m²)	I_{cl} (clo)	T dedos (°C)
-20	-20	2	115	4,2	---
ENFRIAMIENTO GENERAL					
$IREQ_{min}$	$IREQ_{neutro}$	$I_{cl\ min}$	$I_{cl\ neutro}$	Valoración	D_{lim}
3	3,3w	3,6	4,0	$I_{cl} < I_{cl\ neutro}$ (4,2 > 4) Exceso de ropa	Mayor 8 horas
No aplica tiempo de recuperación					
ENFRIAMIENTO LOCAL					
No es necesaria la evaluación del enfriamiento local en estas condiciones, ya que se debe reducir el aislamiento de la ropa y, posteriormente cuando la ropa sea la adecuada se puede proceder a realizar la evaluación.					

NOTA: HR = 85% y permeabilidad de la ropa 8 l/m²s

EJEMPLO 3

DATOS DE LA EXPOSICIÓN AL FRÍO					
Ta (°C)	T_{globo} (°C)	Va (m/s)	M (W/m²)	I_{cl} (clo)	T dedos (°C)
-10	-10	5	165	2,5	22
ENFRIAMIENTO GENERAL					
$IREQ_{min}$	$IREQ_{neutro}$	$I_{cl\ min}$	$I_{cl\ neutro}$	Valoración	D_{lim}
1,5	1,8	2,2	2,7	$I_{cl\ min} < I_{cl} < I_{clneutro}$ (2,2 < 2,5 < 2,7) Ropa adecuada	4 horas
Se calcula tiempo de recuperación puesto que la situación si se prolonga en el tiempo tiende a la sobrecarga alta. Si condiciones de recuperación son: T_a y T_{globo} = 25 °C, v_a = 0,1 m/s, sin caminar y I_{cl} = 1,5 clo **Tiempo de recuperación D_{rec}** = 0,9 horas					
ENFRIAMIENTO LOCAL					
Conducción	Respiratoria	Extremidades	Viento (twc)	Valoración	
No aplica	T_a > -15 °C y M > 115 W/m²	Tdedos < 24 °C	-14 °C	No Riesgo vías respiratorias. Riesgo extremidades entre sobrecarga alta y baja. Riesgo enfriamiento por viento = Nivel 1 (Frío molesto).	

NOTA: HR = 85% y permeabilidad de la ropa 8 l/m²s

EJEMPLO 4

DATOS DE LA EXPOSICIÓN AL FRÍO						
Tareas	**Tiempo exposición (min)**	**T_a (°C)**	**T_{globo} (°C)**	**V_a (m/s)**	**M (W/m²)**	**I_{cl} (clo)**
Intervalo **más frío**	20	-25	-25	1	115	3,5
Intervalo **más calor**	40	5	5	1	115	3,5
ENFRIAMIENTO GENERAL						
Tareas	**$IREQ_{min}$**	**$IREQ_{neutro}$**	**$I_{cl\ min}$**	**$I_{cl\ neutro}$**	**Valoración**	**D_{lim}**
Intervalo **más frío**	3,3	3,6	3,7	4	Considerando los 2 intervalos el requerimiento de ropa (Icl neutro) sería entre 4 y 1,7 clo. La ropa que se utiliza es de 3,5 clo resulta una situación de compromiso adecuada entre ambos requerimientos. Pero siempre garantizando que el trabajador puede ajustarse la ropa y retirarla en las zonas con calefacción.	No aplica
Intervalo **más calor**	1,2	1,5	1,3	1,7		No aplica
ENFRIAMIENTO GENERAL PONDERADO						

$$IREQ_{min\ ponderado} = \frac{3,3 \cdot 20 + 1,2 \cdot 40}{60} = 1,9$$

$$IREQ_{neutro\ ponderado} = \frac{3,6 \cdot 20 + 1,5 \cdot 40}{60} = 2,2$$

BIBLIOGRAFÍA

HOLMÉR I.
Cold stress: Part I – Guidelines for the practitioner.
Int J Ind Ergonomics, 1994; 14: 139-149.

HOLMÉR I.
Cold stress: Part II – The scientific basis (knowledge base) for the guide.
Int J Ind Ergonomics, 1994; 14: 151-159.

HOLMÉR I.
Evaluation of Cold Workplaces: An Overview of Standards for Assessment of Cold Stress.
Ind Health, 2009; 47 (3): 228–234.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ.
Travail au froid.
Paris: INRS; 2009. 13 pp.

MÄKINEN T, HASSI J.
Health Problems in Cold Work.
Ind Health, 2009; 47 (3): 207–220, 2009.

EN ISO 9920:2009.
Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble.

UNE-EN ISO 7726:2002.
Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas.

UNE-EN ISO 8996:2005.
Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.

UNE-EN ISO 11079:2009.
Ergonomía del ambiente térmico. Determinación e interpretación del estrés debido al frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local.

UNE-EN ISO 13732-3:2008.
Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 3: Superficies frías.

UNE-EN ISO 15831:2004.
Ropa. Efectos fisiológicos. Medida del aislamiento térmico mediante un maniquí térmico.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.038

Dispositivos de sujeción de equipos de trabajo y cargas diversas sobre vehículos de transporte: seguridad

Load restraint assemblies on road vehicles: Safety
Dispositifs d´arrimage d´engins et charges sur véhicules routiers: Sécurité

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

GRUPO DE TRABAJO FEM-AEM E INSHT

La sujeción segura de cargas diversas y equipos de trabajo de gran tonelaje, normalmente maquinaria de obra pública, para ser transportadas por vehículos de transporte y sujetas mediante su amarre a puntos de anclaje situados sobre los mismos motiva la presente NTP. Para ello se definen los riesgos asociados a estas operaciones y las medidas de prevención y protección correspondientes junto con diversos aspectos técnicos a tener en cuenta para garantizar la seguridad de la sujeción de la carga para su transporte.

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 transporte de cargas o equipos de trabajo, principalmente maquinaria pesada de obra pública, unido a la gran variedad de vehículos y las características de los puntos de anclaje, condicionan en gran medida la seguridad de su transporte, tanto para el vehículo implicado como para terceros. Para garantizar dicha seguridad, hay que tener en cuenta la adecuación de los vehículos de transporte a la carga a transportar, la existencia de los puntos de anclaje necesarios para cada caso y la formación necesaria que deben tener tanto el conductor como los operarios encargados de las operaciones de sujeción.

Este documento no trata la seguridad de las operaciones de carga o descarga sobre el vehículo de transporte.

2. DEFINICIONES

Las principales definiciones y términos generales relacionados con los dispositivos de sujeción de cargas son las siguientes:

- **Amarre**: es el método de sujeción de la carga sobre el vehículo de transporte por los medios adecuados para inmovilizar la misma.
- **Falcado**: consiste en el bloqueo realizado mediante falcas en las ruedas del equipo de trabajo con el fin de evitar desplazamientos laterales o longitudinales. También se usan falcas, tacos de madera, paredes móviles o cualquier otro tipo de utensilio para evitar el desplazamiento de la carga.
- **Solicitación extrema**: es la fuerza de inercia máxima tendente a desplazar la carga.
- **Coeficiente de rozamiento dinámico (μ)**: es el coeficiente de rozamiento entre la carga y la superficie de apoyo cuando la carga se mueve. A medida de que aumenta su valor aumenta la fuerza de rozamiento y disminuye el número de elementos de amarre necesarios a utilizar.
- **Capacidad de amarre (LC)**: es la fuerza máxima de utilización en tracción directa.
- **Punto de anclaje**: es el dispositivo montado sobre el vehículo de transporte utilizado para el amarre de un equipo de trabajo o de la carga a transportar.
  Los puntos de anclaje para el amarre o para el levantamiento de la carga, deben estar diferenciados y estar señalizados convenientemente. Ver figura 1.
- **Accesorios de amarre**: son el conjunto de útiles y materiales (cadenas, cables de acero, cintas de amarre, etc.) utilizados para el amarre.
- **Fuerza de inercia F_p**: es el producto de la masa de la carga por la aceleración a la que se ve sometida. La aceleración se descompone en tres: longitudinal, transversal y vertical. Se producen cuando el vehículo de carga frena o acelera, cambia de dirección en curvas o virajes o debidas a la suspensión o al pasar por baches.
- **Coeficientes de aceleración en medio terrestre c_{xyz}**: cuando una carga se desplaza, la fuerza F_p provoca un movimiento uniformemente acelerado, el cual en el momento del choque hace que el peso de la carga transportada sea muy superior a su peso real.
  Este coeficiente «c_{xyz}» al multiplicarlo por la aceleración de la gravedad «g» da la aceleración «a» de la carga para cada tipo de transporte.

Figura 1. Señalización de puntos de anclaje para amarre y para levantamiento.

3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos y factores de riesgo asociados a las operaciones de transporte de cargas son los siguientes:

- Vuelco del vehículo o carga transportada debido a:
  - El peso del equipo de trabajo o carga transportada superior a la carga máxima autorizada del vehículo de transporte.
  - El exceso de velocidad en curvas.
- Caída del equipo de trabajo o de la carga desde el vehículo de transporte debido a:
  - El amarre deficiente de la carga por una resistencia insuficiente de los puntos de anclaje.
  - El mal estado de los materiales.
  - Amarres mal realizados.
  - El uso de accesorios inadecuados o en mal estado.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección se desarrollan mediante la descripción del cálculo de las fuerzas que intervienen en el proceso de estiba de una carga, las normas básicas de seguridad, las formas de sujeción, la distribución de las cargas sobre el vehículo de transporte y la resistencia de las paredes de la caja. Por otra parte, se describen los accesorios de sujeción que deben tener los equipos de trabajo a transportar y los del camión. Finalmente se exponen distintos tipos de sujeción de cargas y los accesorios de sujeción.

Cálculo de las fuerzas

En el proceso de estiba de una carga, intervienen básicamente tres fuerzas:

- Fuerza de inercia F_p
- Fuerza de rozamiento F_r
- Fuerza de sujeción F_s

Cálculo de la fuerza de inercia (F_p)

Esta fuerza es debida a la inercia durante el transporte (provoca desplazamientos laterales, hacia delante o hacia atrás). En caso de que la carga se desplace, esta fuerza provoca un movimiento uniformemente acelerado que en el momento de un posible choque, haría que el peso de la carga fuera muy superior a su peso real.

Para determinar el peso de la carga en el momento en que se produce un choque, una frenada o una aceleración, etc., se debe proceder mediante los cálculos que se describen a continuación.

a) Aceleración (a)

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$a = c_x \cdot c_y \cdot c_z \cdot g$$

siendo:

a = aceleración

c_x, c_y, c_z = coeficientes de aceleración

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s^2)

Los valores de los coeficientes de aceleración se pueden ver en la tabla 1.

Longitudinal c_x		Transversal c_y		Vertical c_z
Adelante	0,8	Izquierda	0,5	Hacia abajo
Atrás	0,5	Derecha	0,5	1

Tabla 1. Coeficientes de aceleración

b) Fuerza de inercia o desplazamiento de la carga (F_p)

Conocida la aceleración (a) se debe calcular la fuerza con la que se desplaza la carga, lo cual se hace multiplicando la aceleración obtenida por su peso. El peso de un objeto es su masa por la gravedad. De esta forma la fuerza F_p será:

$$F_p = a \cdot m \cdot g$$

siendo:

a = aceleración

m = masa de la carga

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s^2)

Conocida la F_p se debe conocer el conjunto de fuerzas que contrarrestan ese movimiento para que se cumpla el principio de que la suma de las fuerzas en cualquier dirección debe ser igual a cero.

Cálculo de la fuerza de rozamiento (F_r)

La fuerza de rozamiento F_r, es la resistencia que ofrece un cuerpo al rozar con otro. Su valor se obtiene de la siguiente forma:

$$F_r = m \cdot g \cdot \mu$$

siendo:

m = masa de la carga

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s^2)

μ = coeficiente de rozamiento, variable en función de la naturaleza de la carga y de la superficie del vehículo.

Los coeficientes de rozamiento están tabulados. En las tablas 2 y 3 se indican algunos de los valores más comunes para distintas circunstancias.

Combinación de materiales en la superficie de contacto limpia seca o húmeda sin aceite, hielo o grasa	Coeficiente de rozamiento μ
Madera serrada - Material laminado/contrachapado	0,45
Madera serrada - Aluminio ranurado	0,40
Madera serrada - Plástico retráctil/chapa de acero inoxidable	0,30
Madera lisa - Material laminado/contrachapado	0,30
Madera lisa - Aluminio ranurado	0,25
Madera lisa - Chapa de acero inoxidable	0,20
Madera - Cartón	0,30
Caja metálica - Material laminado/contrachapado	0,45
Caja metálica - Aluminio ranurado	0,30
Caja metálica - Chapa de acero inoxidable	0,20

Tabla 2. Valores del factor de rozamiento μ entre distintos materiales y superficies de apoyo.

Cálculo de la fuerza de sujeción (F_s)

La fuerza de sujeción F_s es la fuerza que hay que aplicar a la carga para mantenerla estable y en posición de reposo de forma que impida el movimiento de la misma durante su transporte.

Matemáticamente se puede representar de la siguiente forma:

$$F_s = F_p - F_r$$

Materiales	Condiciones húmedas o lluviosas
Metal sobre madera	0,2
Metal sobre metal	0,1
Neumático sobre madera	0,4
Neumático sobre metal	0,1
Caucho antideslizante	0,6
Nota: En situaciones con nieve o hielo las cifras indicadas pueden llegar a tener un valor 0.	

Tabla 3. Valores del factor de rozamiento μ según el tipo de superficie en condiciones húmedas.

Normas básicas de seguridad en la sujeción de la carga y en la circulación

Todas las cargas se deben sujetar, incluidas las más pesadas, independientemente de la duración y características del trayecto a recorrer.

- Las cargas deben sujetarse siempre en todas las direcciones.
- Las cargas se deben sujetar después de ser estabilizadas.
- Las aristas deben estar protegidas.
- Utilizar el material de sujeción adecuadamente.
- Los vehículos de transporte deben seguir en todo momento las normas de circulación sobre todo en lo relativo a la velocidad.
- Tener en cuenta las siguientes consignas:
  - Existencia de instrucciones en el vehículo de transporte (pictogramas, plan de trincaje, manual de instrucciones, etc.).
  - Accesorios de amarre.
  - Existencia de puntos de anclaje, capacidad de carga, etc.
  - Normas en caso de lluvia, nieve, hielo, etc.

Métodos de sujeción

Loa métodos de sujeción más comunes son:

- Fricción con tensores.
- Diagonal con tensores.
- Combinado mediante tensores y otros sistemas.

Se desarrollan las dos primeras por ser básicas y las más comúnmente utilizadas.

Fricción con tensores

Se debe colocar el tensor de forma que este presione la carga y esta a su vez sobre la superficie.

Dependiendo del tipo de carga se utilizará un determinado número de tensores. Este varía en función de la fuerza de rozamiento F_r, el tipo de tensor y la fuerza de tensado F_t del mismo.

Para determinar el número de anclajes a utilizar para elaborar el sistema de retención idóneo, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- La situación del equipo de trabajo de forma que se obtenga un buen reparto de las masas.
- El grado de integración de los dispositivos de retención sobre la estructura del vehículo.
- Si se trata de un equipo de trabajo, dispone de ruedas, cadenas, orugas, etc.
- El peso del equipo de trabajo o carga a transportar.
- Disponer de cuatro puntos de anclaje como mínimo.
- Los dispositivos de retención.

El número de tensores se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$n \geq [(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g / k \cdot \mu \cdot \text{sen}\alpha \cdot F_t] \cdot f_s$$

siendo:

$c_{x,y}$ y c_z = coeficientes de aceleración longitudinal, transversal y vertical de la fuerza F_p.

μ = coeficiente de rozamiento.

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

k = coeficiente de pérdida de la fuerza de tensado (1,5).

F_t = fuerza de tensado del tensor.

f_s = factor de seguridad (en transporte terrestre 1,25).

α = ángulo vertical de amarre entre el dispositivo de amarre y el plano horizontal de la superficie del vehículo de transporte. Ver figura 2.

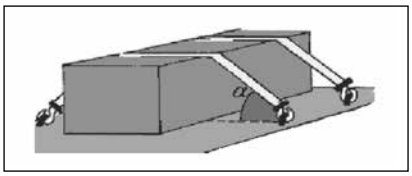


Figura 2. Amarre por fricción. Ángulo vertical de amarre α.

Diagonal con tensores

Es un sistema que sujeta la carga por sus cuatro extremos mediante dos conjuntos de dispositivos de amarre que utilizan dos ángulos diferentes α (vertical) y β (horizontal) para evitar cualquier desplazamiento. Ver figura 3.

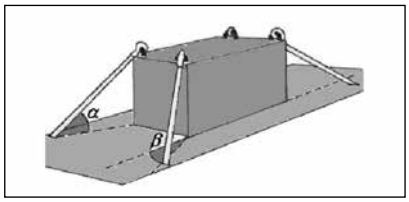


Figura 3. Amarre en diagonal. Ángulos vertical α y horizontal β

Según el tipo de carga a transportar, es necesaria una capacidad de amarre LC del tensor diferente. El valor de LC se calcula de la siguiente forma:

$$LC \geq [(c_{x,y} - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g/2 \cdot (\cos\alpha \cdot \cos\beta_{x,y} + \mu \cdot f_\mu \cdot \text{sen}\alpha)$$

siendo:

$c_{x,y}$ y c_z = coeficientes de aceleración longitudinal, transversal y vertical de la fuerza F_p.

μ = coeficiente de rozamiento dinámico.

m = masa de la carga.

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

f_μ = factor de conversión. Relación entre el factor de rozamiento dinámico y el factor de rozamiento.

α = ángulo vertical de amarre entre el dispositivo de amarre y el plano horizontal de la superficie del vehículo de transporte.

$\beta_{x,y}$ = ángulo transversal (y) o longitudinal (x) entre el dispositivo de amarre y el plano horizontal de la superficie del vehículo de transporte.

Distribución de las cargas sobre camiones

Las cargas se deben distribuir sobre la caja del camión de forma que las cargas más pesadas se sitúen sobre la

superficie de la misma centradas entre la distancia de los ejes de la cabina al remolque y las menos pesadas sobre ellas. Ver figura 4.

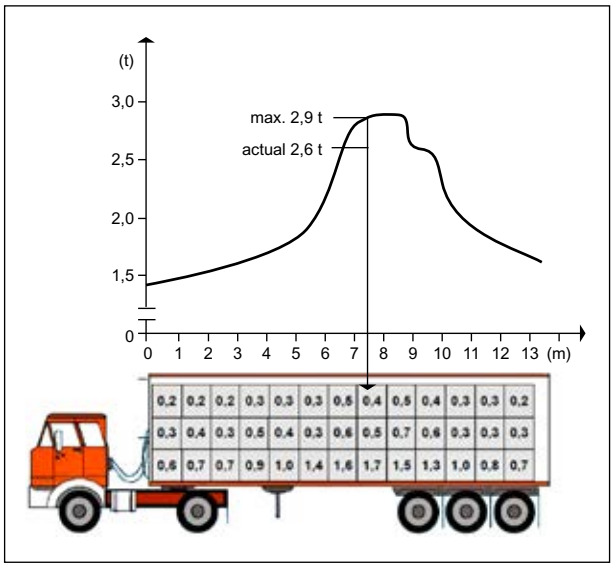


Figura 4. Distribución de cargas sobre camiones.

Resistencia de las paredes de los remolques y las cajas

Un punto muy importante cuando se vaya a cargar un camión, es conocer la resistencia de las paredes del remolque o de la caja. Según la norma UNE-EN 12642 los remolques deben cumplir con las características que se describen a continuación.

Carrocería abierta

La resistencia de la pared delantera en % de la carga útil, se puede ver en la figura 5.

La resistencia de las paredes laterales en % de la carga útil, se puede ver en la figura 6.

La resistencia de la pared trasera en % de la carga útil, se puede ver en la figura 7.

Carrocería semiabierta y cerrada

La resistencia de la caja del camión con lonas en % de la carga útil, se puede ver en la figura 8.

La resistencia de la caja semiabierta del camión, en % de la carga útil, se puede ver en la figura 9.

La resistencia de la caja del camión con la caja cerrada en % de la carga útil, se puede ver en la figura 10.

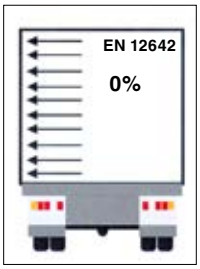


Figura 8. Resistencia de las paredes laterales.

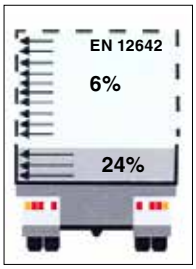


Figura 9. Resistencia de la caja semiabierta de lona.

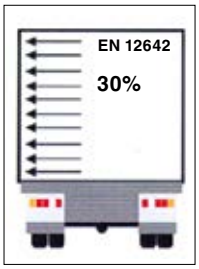


Figura 10. Resistencia de la caja cerrada.

Puntos de amarre

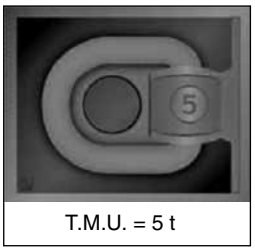


Figura 11. Señalización de la T.M.U. en un punto de amarre.

Los vehículos de transporte deben tener unos puntos de amarre diseñados para que se puedan anclar los accesorios de amarre y deben tener señalizada su resistencia mediante la indicación de su tasa máxima de utilización (T.M.U.). Ver figura 11.

El número de puntos de amarre situados sobre el vehículo de transporte deben estar dispuestos a pares, opuestos uno al otro. Deben estar espaciados de 0,7 a 1,2 m longitudinalmente y a un máximo de 0,25 m del perímetro exterior de la superficie del vehículo de transporte. De acuerdo con la norma UNE-EN 12640, cada punto de amarre debe resistir al menos las fuerzas indicadas en la tabla 4 en función de la masa total del vehículo de transporte.

Masa total máxima (m) autorizada del vehículo en t	Fuerza de tracción del punto de amarre en kN*
3,5 <m ≤ 7,5	8
7,5 < m ≤ 12	10
M > 12	20
*1kN = 100 daN (decanewtons)	

Tabla 4. Fuerza de tracción del punto de anclaje (Kilonewtons) en función de la masa total máxima del vehículo de transporte.

Accesorios de los equipos de trabajo

Los equipos de trabajo, para ser transportados deben estar dotados de puntos de amarre que faciliten su sujeción

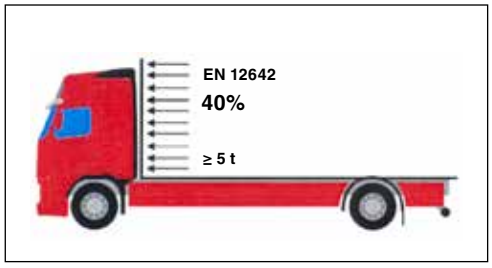


Figura 5. Resistencia de la pared delantera.

Figura 6. Resistencia de las paredes laterales.

Figura 7. Resistencia de la pared posterior.

para el transporte. Solo se utilizarán los puntos con pictograma que indique que son adecuados para ser utilizados como puntos de amarre en el manual de instrucciones del equipo de trabajo. Ver figura 12.

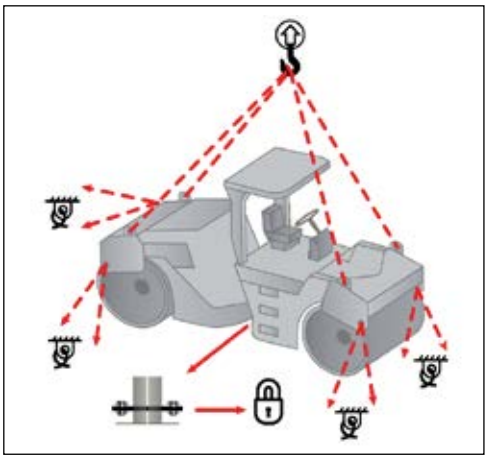


Figura 12. Equipo de trabajo provisto de puntos de amarre para levantamiento y amarre.

Medios de sujeción de cargas

Los principales medios de sujeción de cargas son las falcas, paredes laterales y frontales, puntales, paredes divisorias, tensores, etc.

Las cargas a transportar deben formar un conjunto unitario de resistencia adecuada para ser sujetadas por los distintos sistemas de amarre según su forma y dimensiones.

Esquemas de sujeción de distintos tipos de cargas

Los esquemas de sujeción para distintos tipos de cargas y combinaciones de los dos métodos básicos (por fricción y en diagonal) se pueden ver en la página siguiente.

Accesorios de amarre

Los accesorios de amarre principales son las cintas de fibras sintéticas (generalmente de poliéster) conformes a la norma UNE-EN 12195-2, las cadenas de acuerdo a la norma UNE-EN 12195-3 y los cables según la norma UNE-EN 12195-4.

Los accesorios de amarre a utilizar deben ser del mismo tipo, evitando combinar por ejemplo, cintas de amarre con cadenas. La elección del mejor sistema de amarre dependerá de las características del equipo de trabajo o de la carga a transportar.

Se describen a continuación las características técnicas que debe cumplir los distintos tipos de accesorios de amarre.

Cintas de amarre

Las cintas de amarre están compuestas por un tensor o dispositivo para retener la tensión y una cinta textil plana. El dispositivo tensor puede ser una rueda de gatillo y de trinquete, un cabrestante, etc. Ver figuras 13 y 14.

Las cintas deben ir marcadas sobre una etiqueta si están

Figura 13. Cinta de amarre con dispositivos auxiliares de amarre.

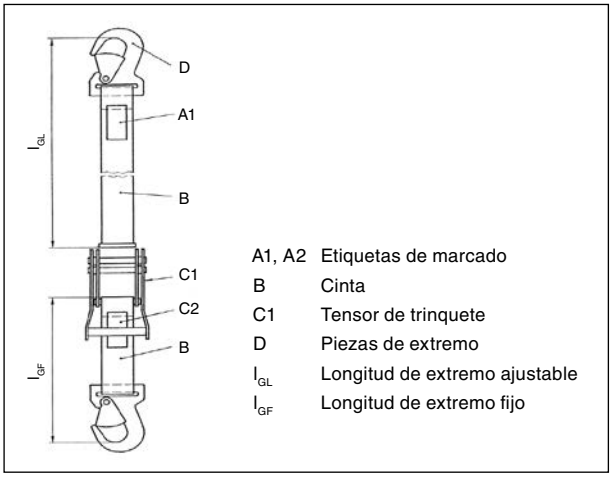


Figura 14. Partes de una cinta de amarre.

previstas para ser separables, de acuerdo con la norma UNE-EN 12195-2. El contenido más importante que debe contener se puede ver en el cuadro 1.

Las cintas se pueden utilizar para un amarre que abrace la carga. También pueden ser utilizadas en amarre directo.

Capacidad de amarre LC en daN
Fuerza de tensión
Material de la cinta
“NO USAR PARA ELEVAR CARGAS”
Nombre del fabricante o suministrador
Código de trazabilidad del fabricante
Año de fabricación
Norma EN 12195-2

Cuadro 1. Marcado de una cinta de amarre.

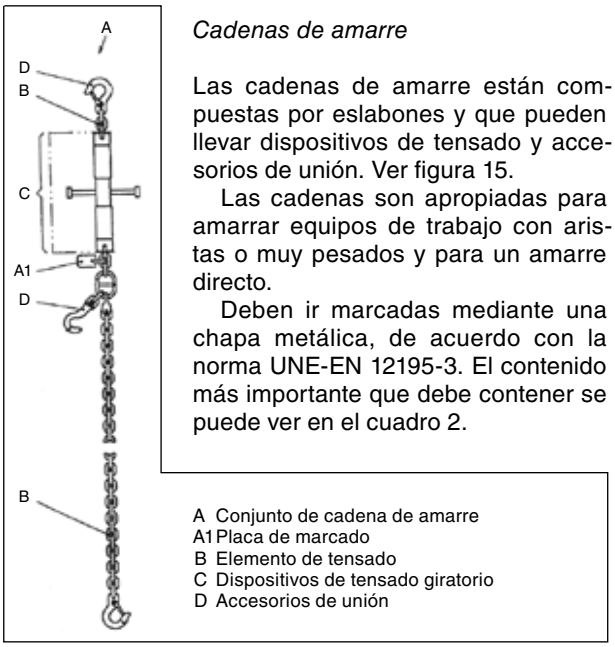


Figura 15. Partes de una cadena de sujeción.

Cadenas de amarre

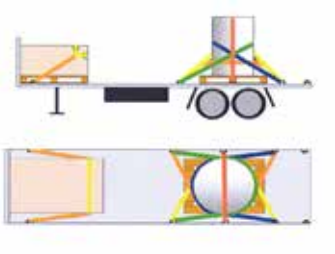
Las cadenas de amarre están compuestas por eslabones y que pueden llevar dispositivos de tensado y accesorios de unión. Ver figura 15.

Las cadenas son apropiadas para amarrar equipos de trabajo con aristas o muy pesados y para un amarre directo.

Deben ir marcadas mediante una chapa metálica, de acuerdo con la norma UNE-EN 12195-3. El contenido más importante que debe contener se puede ver en el cuadro 2.

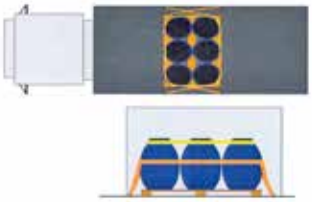
COMBINACIÓN DE MÉTODOS BÁSICOS

CAJA DE CARTÓN Y TUBO DE HORMIGÓN



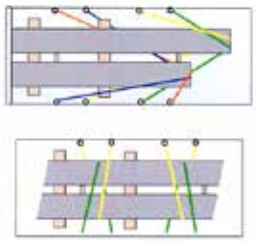
Vista lateral y superior

BIDONES

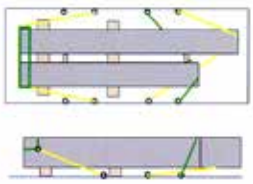


Vista lateral y superior

VIGAS O TUBOS



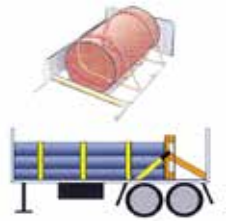
Vista lateral y superior



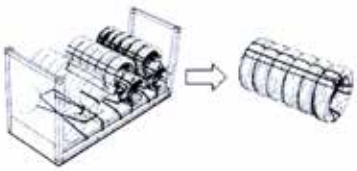
Vista lateral y superior

COMBINACIÓN DE MÉTODOS BÁSICOS Y OTROS

TUBOS



NEUMÁTICOS

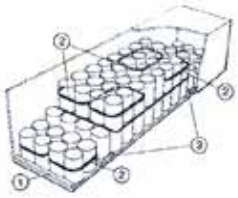


CARGA INCOMPLETA DE CAJAS

BOBINAS

CARGA INCOMPLETA DE BIDONES

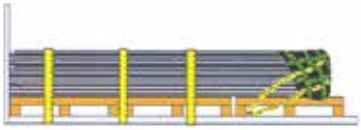
Se debe colocar un bloque de madera para evitar movimientos y después se debe unificar la carga. Complementariamente se deben utilizar traviesas de madera o paletas para levantar el conjunto de bidones y que hagan tope con los de la parte superior.



Detalle de unificación de la carga

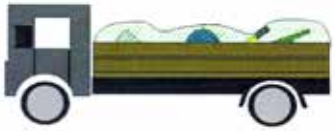
1. Bloque de madera
2. Unificación de la carga atando los bidones
3. Traviesas de madera o paletas

ELEMENTOS DE HIERRO



UTILIZACIÓN DE REDES

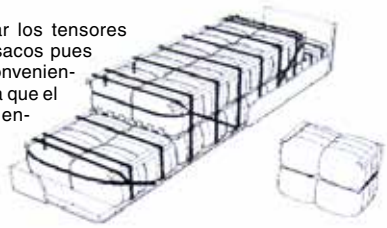
Este sistema es aconsejable para objetos muy pequeños y poco pesados



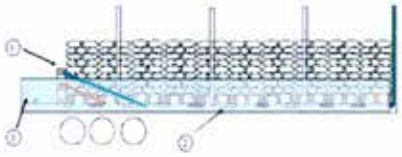
PLANCHAS

SACOS

Es importante no utilizar los tensores directamente sobre los sacos pues podrían romperlos. Es conveniente utilizar cantoneras para que el tensor reparta la fuerza entre diversos sacos.

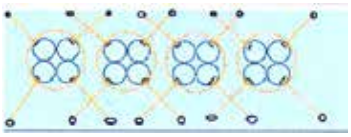


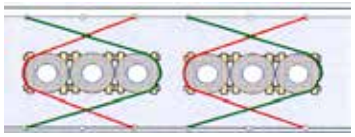
PALETAS RETRÁCTILES



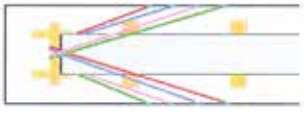
1. Paleta en posición vertical
2. Alfombrillas
3. Paleta en lateral del remolque de resistencia mínima del 30% de la carga útil

BOBINAS ADOSADAS VERTICALMENTE

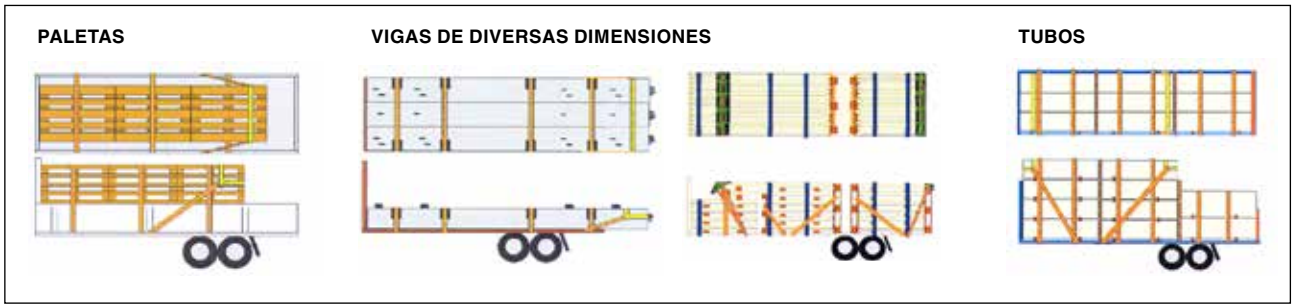




TUBOS METÁLICOS



ESQUEMAS DE SUJECIÓN (continúa en página siguiente).



ESQUEMAS DE SUJECIÓN.

Capacidad de sujeción LC en kN
Fuerza de tensión en daN
Tipo de sujeción
"NO USAR PARA ELEVAR CARGAS"
Nombre del fabricante o suministrador
Código de trazabilidad del fabricante
Norma EN 12195-3

Cuadro 2. Placa de marcado de una cadena de sujeción

Cables de acero de amarre

Los cables de acero son apropiados para amarrar equipos de trabajo muy pesados y para un amarre directo.

Los cables están compuestos por un cable de acero con o sin componentes de unión y provistos de un tensor. Ver figura 16.

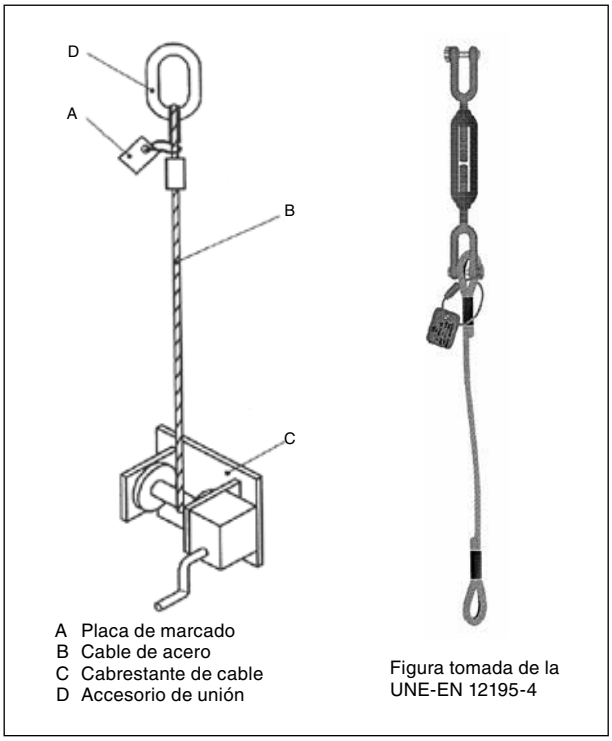


Figura 16. Cable de acero con componentes auxiliares de amarre.

Capacidad de amarre LC en kN
Fuerza normalizada de tensado en daN
"NO USAR PARA ELEVAR CARGAS"
Nombre del fabricante o suministrador
Código de trazabilidad del fabricante
Norma EN 12195-4

Cuadro 3. Etiqueta de marcado de un cable de acero

Deben ir marcados en una etiqueta metálica, de acuerdo con la norma UNE-EN 12195-4. El contenido más importante que debe contener se puede ver en el cuadro 3.

Normas de utilización de los accesorios de amarre

- Generalidades:
  - Utilizar sólo cintas, cables o cadenas marcadas e etiquetadas legibles.
  - La resistencia y longitud de los accesorios amarre deben adecuarse a la capacidad de amarre requerida y la naturaleza de la carga a asegurar.
  - No mezclar diferentes sistemas o naturalezas de amarre para sujetar una misma carga.
  - Los accesorios de amarre no se deben sobrecargar.
  - Los dispositivos de amarre deben ser compatibles con el sistema de amarre seleccionado.
  - El número de cintas, cables o cadenas necesarios se deben calcular de acuerdo con la norma UNE-EN 12195-1.
  - Antes de descargar se deben retirar los accesorios de amarre utilizados.
- Cintas de amarre:
  - Las cintas de amarre deben estar diseñadas para efectuar amarres friccionales.
  - No se debe sobrecargar las cintas ni utilizar prolongaciones tales como elementos mecánicos auxiliares, excepto si forman parte del elemento tensor.
  - Las cintas que presenten algún tipo de deterioro se deben rechazar.
  - Se deben utilizar protectores de ángulo en las partes de la cinta sometida a fricciones, extremos cortantes, etc.
- Cadenas de sujeción:
  - Las cadenas deben desecharse si presentan grietas superficiales, desgaste superior al 10% de su diámetro nominal, alargamiento superior al 3% o deformaciones apreciables.

- Cables de acero:
  - Los cables de acero deben desecharse principalmente si presentan grietas, reducción del diámetro de los casquillos superior al 5%, roturas visibles de más de 4 alambres en una longitud de 3 d, más de 6 alambres en una longitud de 6 d o más de 16 alambres en una longitud de 30 d, desgaste o abrasión del cable superior al 10% de su diámetro nominal o aplastamiento del cable en más del 15%.
  - No utilizar cadenas empalmadas o anudadas.
  - El intervalo de temperaturas de utilización debe estar comprendido entre 40°C **-** 100°C.

5. FORMACIÓN

El Real Decreto 1215/1997, en su artículo 5, indica que el empresario de acuerdo con los artículos 18 y 19 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, debe garantizar que los trabajadores y sus representantes reciban una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de protección y prevención. Para ello se debe impartir la formación específica a los operarios encargados de las operaciones de sujeción por un lado y a los conductores por otro.

Operarios de amarre

Los operarios encargados de las operaciones de sujeción de las cargas deben estar adiestrados para efectuarlas de forma segura, por lo que la formación específica debería contener básicamente los siguientes aspectos:

- Tipos de vehículos de transporte y de puntos de anclaje.
- Tipos y características de las cargas a transportar.
- Métodos de cálculo del número de puntos de amarre necesarios en función del tipo de carga.
- Tipos de tensores y de los accesorios de amarre.
- Técnicas de sujeción.

Conductores

Los conductores del vehículo de transporte de cargas deberían estar formados sobre los siguientes aspectos de acuerdo con la Directiva 2003/59/CE:

- Normas de fijación de la carga sobre el vehículo respetando las características del mismo.
- Fuerzas a las que está sometido el vehículo en movimiento, adecuación de la velocidad en función de la carga y de las características de la carretera, cálculo de la carga útil de un vehículo o conjunto, cálculo del volumen útil, normas sobre reparto de cargas, consecuencias de una sobrecarga, estabilidad del vehículo, tipos de embalajes y soportes, etc.
- Principales categorías de las cargas que necesitan un amarre, técnicas de falcado y amarre, utilización de accesorios de amarre, verificación de los dispositivos de amarre, utilización de los sistemas de manutención, etc.

La formación deberá actualizarse periódicamente, si se producen cambios sustanciales en los vehículos o tipo de cargas a transportar, la complejidad del transporte, el lugar o de las condiciones de utilización, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.

Directiva 2000/56/CE, de 14 de septiembre de 2000, por la que se modifica la Directiva 91/439/CEE sobre el permiso de conducción.

Directiva 2003/59/CE, de 15 de julio de 2003, relativa a la cualificación inicial y continua de los conductores de determinados vehículos destinados al transporte de mercancías o de viajeros por carretera.

Accesorios de anclaje

UNE-EN 12195-1:2011/AC:2014
Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 1: Cálculo de las fuerzas de fijación.
A.E.N.O.R.

UNE-EN 12195-2:2001
Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 2: Cintas de amarre fabricadas a partir de fibras químicas.
A.E.N.O.R.

UNE-EN 12195-3:2002
Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 3: Cadenas de sujeción.
A.E.N.O.R.

UNE-EN 12195-4:2004
Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 4: Cables de amarre de acero.
A.E.N.O.R.

UNE-EN 12640:2001
Fijación de la carga en vehículos de carretera. Puntos de amarre en vehículos comerciales para transporte de mercancías. Requisitos mínimos y ensayos.
A.E.N.O.R.

UNE-EN 12642:2007
Fijación de la carga en vehículos de carretera. Estructura de la carrocería de los vehículos comerciales. Requisitos mínimos.
A.E.N.O.R.

Puntos de anclaje

ISO/FDIS 15818
Maquinaria de trabajos de obra pública - Elevación y sujeción a puntos de anclaje - Normas de funcionamiento.

Este documento ha sido elaborado por el grupo de trabajo de la Federación Europea de Manutención/Asociación Española de Manutención –FEM-AEM y el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo – INSHT en el marco del Convenio de colaboración entre ambas instituciones.

INSHT	**FEM-AEM**
José Mª Tamborero	Martí Colomina
Pablo Luna	Josep Rubiralta (Industrias Ponsa, S.A.)

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.039

Plataformas elevadoras móviles de personal (I): gestión preventiva para su uso seguro

Mobile elevating work platforms (I): preventive management guidelines for its safe use
Plates-formes élévatrices mobiles de personnel (I): gestion préventive pour son utilisation en securité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

José Manuel Mayo Lagostena
José Ramón Etxebarria Urrutia
IPAF (International Powered Access Federation)

Esta NTP establece los principios básicos para la gestión preventiva en el uso seguro de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) que cada día tienen mayor importancia e implantación en los distintos sectores industriales y de servicio. Para ello, se indican las pautas y las recomendaciones que se deben tener en cuenta en la gestión eficaz de estos equipos de trabajo por parte de los técnicos de prevención, así como para su utilización segura por parte de los usuarios.

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 utilización habitual de plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) para efectuar trabajos en altura de distinta índole, principalmente montajes, reparaciones, inspecciones u otros trabajos similares, en todo tipo de actividades y sectores, junto con el hecho de que la mayor parte de estos equipos son de alquiler, hace necesario el desarrollo de esta NTP, que pretende facilitar una guía de gestión preventiva de estos equipos de trabajo ya que, a los riesgos propios y asociados a su utilización, se añaden los derivados del desconocimiento, por parte de los usuarios que trabajan con ellos, de las normas de utilización segura que deben de aplicarse.

En consecuencia, los objetivos de esta NTP son los siguientes:

- Diferenciar las distintas categorías existentes según la normativa técnica y describir brevemente sus características básicas.
- Exponer los distintos criterios a considerar para la elección de estos equipos de trabajo según las características de la tarea o actividad a realizar.
- Informar del estado y avance de la técnica del sector.
- Identificar los riesgos y factores de riesgo asociados a su utilización.
- Ofrecer un listado, no exhaustivo, de las medidas preventivas y de protección para controlar dichos riesgos.
- Informar de la documentación legalmente exigible y la información a proporcionar con estos equipos de trabajo.
- Referenciar los textos legales y normativos que les afectan y que deben aplicarse.

2. DEFINICIÓN. TIPOS. PARTES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Definición

La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) es una máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo donde llevan a cabo una tarea desde la plataforma, en la que las personas entren y salgan de la plataforma de trabajo solo desde las posiciones de acceso a nivel del suelo o sobre el chasis. Estas plataformas consisten, como mínimo, en una plataforma de trabajo con controles u órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis.

- Según se indica en la norma UNE-EN 280, existen una serie de máquinas que pueden elevar personas y no tienen consideración de PEMP, concretamente esta norma europea no se aplica a:
- Maquinaria que utiliza niveles definidos (véanse las normas UNE-EN 81-1, UNE-EN 81-2 y UNE-EN 12159).
- Elevadores de lucha contra incendios y de salvamento (véase la norma UNE-EN 1777).
- Cestas no guiadas, suspendidas de aparatos de elevación (véase la norma UNE-EN 1808).
- Puestos de conducción elevables sobre transelevadores (véase la norma UNE-EN 528).
- Compuertas elevadoras (véanse las normas UNE-EN 1756-1 y UNE-EN 1756-2).
- Plataformas de trabajo sobre mástil (véase la norma UNE-EN 1495).
- Equipos específicos para ferias y parques de atracciones.

- Mesas elevadoras (véase la norma UNE-EN 1570-1).
- Equipos de tierra para apoyo de aeronaves (véanse las normas UNE-EN 1915-1 y UNE-EN 1915-2).
- Puestos de conducción elevables sobre carretillas de manutención (véase la norma UNE-EN 1726-2).

Tipos

Existen plataformas sobre camión articulado y telescópico, autopropulsado de tijera, autopropulsadas articuladas o telescópicas y plataformas remolcables entre otras.

Según la norma UNE-EN 280 las PEMP se dividen en función de la proyección vertical del centro de gravedad en:

- Grupo A: Son las que la proyección vertical del centro de gravedad (c.d.g.) de la carga está siempre en el interior de las líneas de vuelco, en todas las configuraciones de la plataforma y a la máxima inclinación del chasis especificada por el fabricante.
- Grupo B: Resto de PEMP.

En función de sus posibilidades de traslación, se dividen en tres tipos:

- Tipo 1: La traslación solo es posible si la PEMP se encuentra en posición de transporte.
- Tipo 2: La traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada solo se controla por un órgano situado en el chasis.
- Tipo 3: La traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada se controla por un órgano situado en la plataforma de trabajo.

Nota: Los tipos 2 y 3 pueden estar combinados.
En la figura 1 se muestran diferentes tipos de PEMP.

Partes

Las principales partes que componen una PEMP se pueden ver en la figura 2 y se describen a continuación.

Plataforma de trabajo

Plataforma rodeada por una barandilla, que puede desplazarse con su carga hasta una posición que permita efectuar trabajos de montaje, reparación, inspección u otros trabajos similares.

Estructura extensible

Estructura que está unida al chasis y soporta la plataforma de trabajo permitiendo moverla hasta la situación requerida. Puede constar, por ejemplo, de uno o varios tramos, plumas o brazos, simples, telescópicos o articulados, estructura de tijera o cualquier combinación entre todos ellos, con o sin posibilidad de orientación en relación a la base.

La proyección vertical del c.d.g. de la carga, durante la extensión de la estructura puede estar en el interior del polígono de sustentación (grupo A), o, según la constitución de la máquina, en el exterior de dicho polígono (grupo B).

Chasis

Es la base de la PEMP. Puede ser autopropulsado, empujado o remolcado; puede estar situado sobre el suelo, ruedas, cadenas, orugas o bases especiales; montado sobre remolque, semi-remolque, camión o furgón, y fijado con estabilizadores, ejes exteriores, gatos u otros sistemas que aseguren su estabilidad.

Elementos complementarios

- Estabilizadores: Son todos los dispositivos o sistemas concebidos para asegurar la estabilidad de las PEMP como pueden ser: gatos, bloqueo de suspensión, ejes extensibles, placas estabilizadoras, etc. Ver figura 3.
- Sistemas de accionamiento: Son los sistemas que sirven para accionar todos los movimientos de las estructuras extensibles. Pueden ser accionados por cables, cadenas, tornillo o por piñón y cremallera.
- Órganos de servicio: Son principalmente los paneles de mando normales, de seguridad y de emergencia.

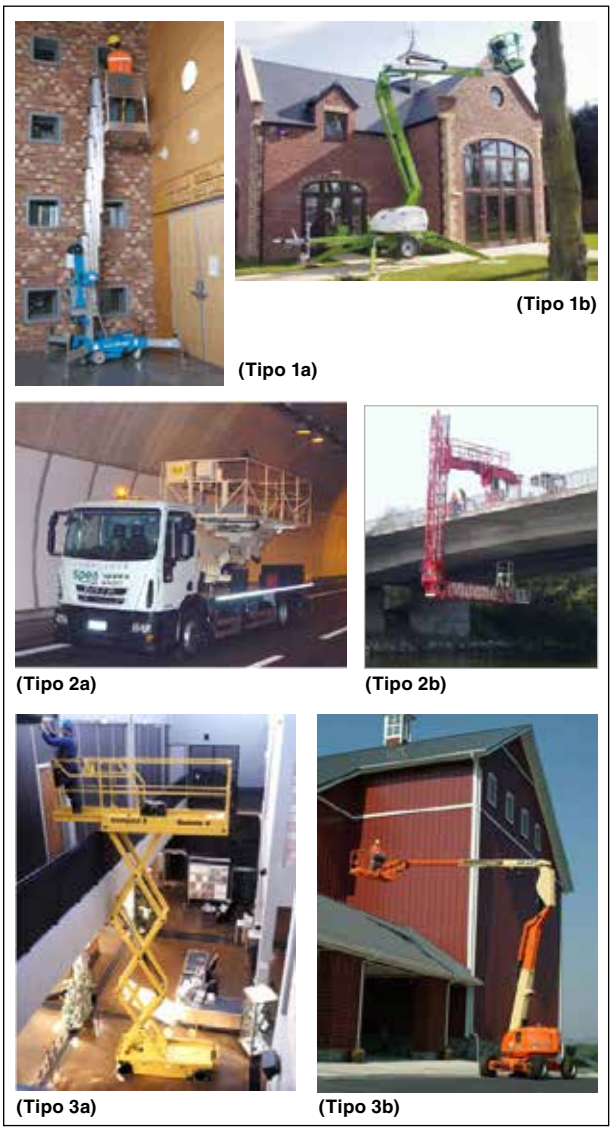


Figura 1. Tipos de PEMP

Figura 2. Partes principales de una plataforma elevadora móvil de personal

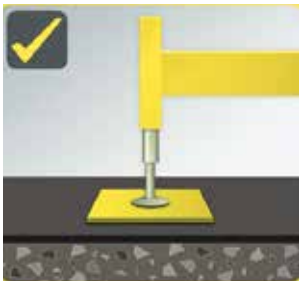


Figura 3. Placas estabilizadoras

Características técnicas de distintos tipos de PEMP

PEMP articulada o telescópica sobre camión

Este tipo de PEMP se utiliza para realizar trabajos al aire libre situados a gran altura, como pueden ser trabajos de reparación y mantenimiento en tendidos eléctricos, molinos eólicos, construcción, etc. Ver figura 4.

Consta de una estructura articulada o telescópica, capaz de elevarse a alturas de más de 100 m y de girar 360°. La plataforma puede ser utilizada por varios operadores según los casos.

Figura 4. PEMP sobre camión

PEMP autopropulsadas de tijera

Este tipo de plataformas se utiliza para trabajos de instalaciones eléctricas, mantenimientos, montajes industriales, construcción, etc. Ver Figura 5.
La estructura es de elevación vertical con alcances superiores a los 25 m, una carga nominal de trabajo elevada y puede ser utilizada por varias personas simultáneamente. Pueden estar alimentadas por baterías, motor de explosión, disponer de tracción integral y doble extensión manual.

Figura 5. PEMP de tijera

PEMP autopropulsadas articuladas o telescópicas

Se utilizan para trabajos en zonas de difícil acceso. Pueden tener una estructura articulada y sección telescópica o sólo telescópica con un alcance de más de 60 m (ver figuras 6 y 7). Pueden estar alimentadas por baterías, con motor diesel o una combinación de ambos sistemas y disponer de tracción integral.

PEMP unipersonal

Se utiliza en interiores sobre superficies totalmente estables para realizar trabajos en altura de más de 14 m con acceso vertical. Es la solución más compacta, ligera y de fácil transporte, teniendo gran movilidad, estabilidad e instalación rápida. Ver figura 8.

Figura 6. PEMP de estructura articulada

Figura 7. PEMP de estructura telescópica

Figura 8. PEMP unipersonal

3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Se describen a continuación los principales riesgos y factores de riesgo asociados al uso de las PEMP.

Caídas a distinto nivel debidas a:

- Basculamiento del conjunto del equipo al estar situado sobre una superficie inclinada o en mal estado, falta de estabilizadores, etc. Ver figura 9.
- Ausencia de barandillas de seguridad en parte o todo el perímetro de la plataforma.
- Efectuar trabajos utilizando elementos auxiliares tipo escalera, banquetas, etc., para ganar altura.
- Trabajar sobre la plataforma sin utilizar los equipos de protección individual debidamente anclados.
- Rotura de la plataforma de trabajo por sobrecarga, deterioro o mal uso de la misma.

Figura 9. PEMP sobre camión volcado por efectuar trabajos sobre una superficie en mal estado o de poca resistencia

- Utilizar la PEMP para acceder desde la misma a una instalación o estructura externa. Ver figura 10.
- Trabajar con parte del cuerpo situado fuera de la plataforma de trabajo.
- Subir o bajar utilizando la estructura de elevación. Ver figura 11.
- Efecto catapulta al pasar por encima de un bordillo, etc. Ver figura 12.

Vuelco del equipo debido a:

- Trabajar con el chasis situado sobre una superficie inclinada.
- Hundimiento o reblandecimiento de toda o parte de la superficie de apoyo del chasis.
- No utilizar placas estabilizadoras o hacerlo de forma incorrecta.
- Apoyar la PEMP total o parcialmente sobre superficies poco resistentes. Ver figura 13.
- Sobrecargar la plataforma de trabajo respecto a su carga nominal.
- Efecto péndulo al caer al vacío desde la plataforma de trabajo, llevando el operario una eslinga no ajustable, siendo el punto de giro el punto de anclaje, lo que puede provocar en determinadas circunstancias el vuelco de la PEMP. Ver figura 14.
- No respetar la distancia mínima de seguridad respecto a una zanja. Ver figura 15.

Figura 10. Acceso a una estructura utilizando medios auxiliares

Figura 12. Caída por efecto catapulta

Figura 14. Caída con efecto péndulo

Figura 11. Subir/bajar, a/desde la plataforma de trabajo por la estructura extensible

Figura 13. Apoyo de PEMP sobre una superficie poco resistente

Figura 15. Vuelco por no respetar la distancia de seguridad respecto a una zanja

- Usar la PEMP como una grúa para elevar cargas suspendidas.
- Aumentar la superficie de la plataforma de trabajo con estructuras adicionales. Ver figura 16.
- Utilizar el equipo en condiciones meteorológicas adversas tales como viento, lluvia, tormentas con aparato eléctrico, etc.
- Sobrepasar la fuerza máxima lateral admisible, por ejemplo utilizando una manguera de agua a alta presión para limpiar una fachada. Ver figura 17.
- Sobrepasar el número máximo admisible de personas en la plataforma de trabajo. Ver figura 18.

Figura 16. Plataforma con superficie aumentada con una estructura adicional

Figura 17. Utilización de manguera a presión con riesgo de superar la fuerza lateral máxima admisible

Figura 18. Plataforma de trabajo con exceso de personas

Caída de materiales sobre personas y/o bienes debido a:

- Vuelco del equipo.
- Plataforma de trabajo sin protecciones perimetrales junto con la existencia de herramientas sueltas o materiales dejados sobre la superficie.
- Rotura de la plataforma de trabajo.
- Personas situadas en las proximidades de la zona de trabajo o bajo la vertical de la plataforma sin balizar. Ver figura 19.

Figura 19. Personas circulando bajo la vertical de una PEMP sin balizar

Caídas al mismo nivel debidas a:

- Falta de orden y limpieza en la superficie de la plataforma de trabajo.

Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos fijos o móviles debidos a:

- Realizar movimientos de elevación o pequeños desplazamientos del equipo en proximidades de obstáculos fijos o móviles sin las correspondientes precauciones (por ejemplo: no mirar en el sentido del movimiento del equipo de trabajo, no mantener todos los miembros del cuerpo en el interior de la plataforma, etc.) o por no tener en cuenta el estado del terreno por el que se traslada. Ver figuras 20 y 21.

Figura 20. Atrapamiento contra objetos fijos en la fase de elevación de la plataforma

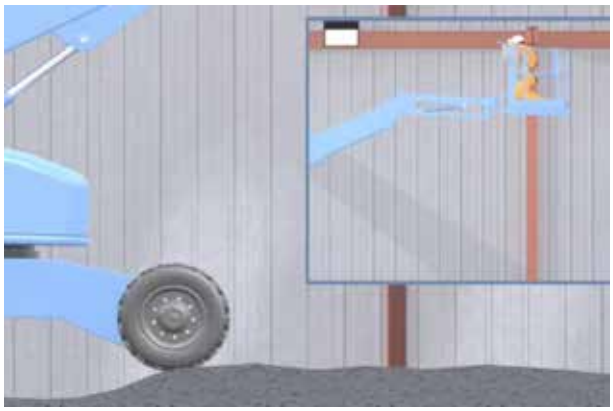


Figura 21. Atrapamiento contra estructuras debido a suelos irregulares

- Efecto péndulo al caer el operario al vacío utilizando una eslinga no ajustable golpeándose contra obstáculos que se encuentran en la trayectoria de caída o con elementos de la propia PEMP.

Atrapamiento del cuerpo o extremidades superiores entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis debido a:

- Efectuar algún tipo de actuación en la estructura durante la operación de bajada/subida de la misma. Ver figura 22.
- Situarse entre el chasis y la plataforma durante la operación de bajada/subida de la plataforma de trabajo.

Figura 22. Atrapamiento del cuerpo o de las extremidades superiores en la estructura extensible

Contactos eléctricos directos o indirectos debidos a:

- Efectuar trabajos en proximidad a líneas eléctricas de AT y/o BT ya sean aéreas o en fachada. Ver figura 23.
- Utilizar la PEMP como toma de tierra.
- Utilizar la PEMP en caso de tormentas con aparato eléctrico.

Quemaduras o intoxicaciones debidas a:

- Cargar las baterías en zonas mal ventiladas con riesgo de explosión por vapor de hidrógeno.
- Repostar combustible con el motor en marcha.
- Proyección de líquido hidráulico por rotura de alguna manguera con presión.
- Contacto con las partes calientes del motor de combustión.

Figura 23. Contacto eléctrico directo con una línea eléctrica aérea de AT

- Uso de la PEMP con motor de combustión en locales con ventilación insuficiente.
- Utilizar la PEMP en zonas o áreas con riesgo de inflamación, deflagración, explosión o incendio.
- Falta de EPI de protección adecuadas en la comprobación o manipulación de las baterías. Ver figura 24.

Figura 24. Falta de EPI en la comprobación o manipulación de las baterías

4. NORMATIVA LEGAL Y TÉCNICA

Europea:

- **Directiva 2009/104/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).
- **Directiva 2006/42/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- **Directiva 2001/95/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de diciembre de 2001, relativa a la seguridad general de los productos.
- **Directiva 98/37/CE** del Parlamento Europeo y del

Consejo, de 22 junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- **UNE-EN 361:2002:** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas.

Diseño y fabricación:

- **UNE-EN 280**. Plataformas elevadoras móviles de personal. Cálculos de diseño. Criterios de estabilidad. Construcción. Seguridad. Exámenes y ensayos.

Puesta en servicio:

- **Real Decreto 1644/2008**, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- **Real Decreto 1801/2003**, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.

Utilización y Mantenimiento:

- **Real Decreto 2177/2004**, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **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.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **UNE 58921**. Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).

Disposiciones generales de seguridad en España:

- **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **Real Decreto 773/1997**, de 30 de mayo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT):
Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo. Madrid. *INSHT. 2ª edición. 2011.*
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/equipo1.pdf

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR):
UNE-EN 280: 2014. Plataformas elevadoras móviles de personal. Cálculos de diseño. Criterios de estabilidad. Construcción. Seguridad. Exámenes y ensayos.

UNE 58921:2002 IN. Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).

UNE 58923:2014. Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP). Formación del operador.

UNE-EN 60204-1. Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales

UK REGULATIONS:
Management of Health & Safety at Work Regulations 1999 (MHSR 99).
Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998 (PUWER 98).
Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations 1998 (LOLER 98).
Work at height Regulations 2005 (WAHR 05).
Construction (Design and Management) Regulations 2007.
BS EN 280:2001 Mobile elevating work platforms: Safety by design.
BS 8460 Mobile Elevating Work Platforms: Code of practice: Safe use.
BS EN 1495:1998 Mast climbing work platforms: Safety by design.
BS 7981 Mast climbing work platforms: Code of practice: Safe use.
BS ISO 16368:2010 Mobile elevating work platforms: Design calculations, safety requirements and test methods.
ISO 18878 Mobile elevating platforms: Operator (driver) training.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE:
ANSI / SIA 92.6 *Self Propelled Elevating Work Platforms***.**
ANSI / SIA A92.2-1900 *Vehicle Mounted Elevating and Rotating Devices***.**
ANSI / SIA A92.3 *Manually Propelled Elevating Work Platforms***.**
ANSI / SIA A92.5 *Boom-supported Elevating Work Platforms***.**

Empresas y entidades colaboradoras: IPAF. Federación Internacional de Acceso Motorizado

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.040

Plataformas elevadoras móviles de personal (II): gestión preventiva para su uso seguro

Mobile elevating work platforms (II): preventive management guidelines for its safe use
Plates-formes élévatrices mobiles de personnel (II): gestion préventive pour son utilisation en securité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

José Manuel Mayo Lagostena
José Ramón Etxebarria Urrutia
IPAF (International Powered Access Federation)

Esta NTP, continuación de la NTP 1.039 (I), completa la información de la misma tratando las medidas de prevención y protección en la utilización de las PEMP, describiendo sus características constructivas e incluyendo diversos sistemas de seguridad (sensor de inclinación, bajada de emergencia, etc.).

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 de prevención y protección se desarrollan mediante la descripción de las características constructivas de las partes esenciales de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) y las medidas de protección frente a los riesgos específicos.

Características constructivas de seguridad

Las características constructivas de seguridad están relacionados fundamentalmente con las características de la estructura y estabilidad, los sistemas de accionamiento y dispositivos de seguridad adecuados, la presencia de estabilizadores y de estructuras extensibles.

Cálculos de estructura y estabilidad. Generalidades

El fabricante es responsable de los cálculos estructurales, de la evaluación de las cargas y fuerzas individuales en sus posiciones, direcciones y combinaciones produciendo las condiciones más desfavorables de esfuerzo de sus componentes, de los cálculos de estabilidad, de la identificación de las diversas posiciones de la PEMP y de las combinaciones de cargas y fuerzas que, conjuntamente proporcionan unas condiciones de estabilidad mínimas. En el manual de instrucciones del fabricante deben indicarse las cargas y fuerzas relativas a la carga nominal, cargas debidas al viento y fuerzas manuales y el operador debe utilizar el equipo dentro de los límites establecidos.

Chasis y estabilizadores

El chasis debe disponer de los siguientes dispositivos de seguridad:

- Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte. (PEMP con conductor acompañante y las autopropulsadas del tipo 1).
- Dispositivo (por ejemplo, un nivel de burbuja) que indique si la inclinación o pendiente del chasis está dentro de los límites establecidos por el fabricante. Para las PEMP con estabilizadores accionados mecánicamente este dispositivo debe ser visible desde cada puesto de mando de los estabilizadores. Ver figura 1.

Las PEMP del tipo 3 deben disponer de una señal sonora audible y óptica, que advierta cuando se alcanzan los límites máximos de inclinación e impedir la traslación en la dirección seleccionada.

Las bases de apoyo de los estabilizadores deben estar construidas de forma que puedan adaptarse a suelos que presenten una pendiente o desnivel de por lo menos de 10°. Ver Figura 2.

Figura 1. Nivel de burbuja longitudinal y transversal del chasis.

Figura 2. Base de apoyo de un estabilizador.

Estructuras extensibles

Las PEMP deben estar equipadas con dispositivos de control que reduzcan el riesgo de vuelco o de sobrepasar las tensiones admisibles. Distinguimos entre las PEMP

del grupo A y las del grupo B para indicar los métodos más aconsejables en cada caso:

- Grupo A:
  - Sistema de control de carga y registrador de posición.
  - Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada.
- Grupo B:
  - Sistema de control de carga y registrador de posición.
  - Sistemas de control de la carga y del momento.
  - Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada.
  - Sistemas de control del momento con criterio de sobrecarga reforzado.

Conviene destacar que los controles de carga y de momento no protegen contra una sobrecarga que sobrepase ampliamente la carga nominal.

Sistemas de accionamiento de las estructuras extensibles

Los sistemas de accionamiento deben estar concebidos y construidos de forma que impidan todo movimiento intempestivo de la estructura extensible.

Sistemas de accionamiento por cables

Los sistemas de accionamiento por cables constan de un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2 m el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización.

Los cables de carga deben ser de acero galvanizado conforme a la norma UNE-EN 12385-4, sin empalmes excepto en sus extremos. Los cables de acero inoxidable pueden utilizarse adoptando precauciones apropiadas. Las características técnicas que deben reunir son:

- Diámetro mínimo: 8 mm.
- Número mínimo de hilos: 114.
- Clase de resistencia de los hilos comprendida entre 1.570 N/mm^2 y 1.960 N/mm^2.

Cada cable debe estar correctamente fijado sobre el tambor. La fijación debe resistir hasta el 80% de la carga mínima de rotura del cable.

Sistemas de accionamiento por cadena

Los sistemas de accionamiento por cadena deben tener un dispositivo o sistema que en caso de fallo del sistema de accionamiento por cadena limiten a 0,2 m el movimiento vertical de la plataforma de trabajo totalmente cargada. No deben utilizarse cadenas con eslabones redondos.

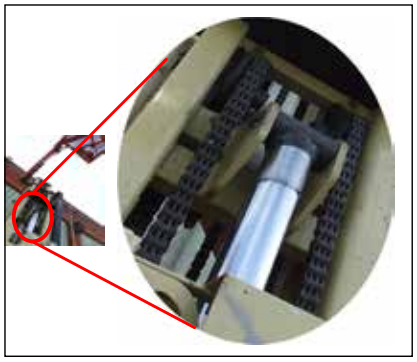


Figura 3. Sistema de accionamiento por cadena.

La unión entre las cadenas y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 100% de la carga mínima de rotura de la cadena. Ver figura 3.

Sistemas de accionamiento por tornillo

En los sistemas de accionamiento por tornillo, el esfuerzo de diseño (valor permisible o de seguridad del material utilizado) en los tornillos y las tuercas debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado. El material utilizado para los tornillos debe tener una resistencia al desgaste más elevada que el utilizado para las tuercas que soportan la carga.

Cada tornillo debe tener una tuerca que soporte la carga y una tuerca de seguridad no cargada. La tuerca de seguridad no debe quedar cargada más que en caso de rotura de la tuerca que soporta la carga. La plataforma de trabajo no se debe poder elevar desde su posición de acceso, si la tuerca de seguridad está cargada. Los tornillos deben estar equipados en cada uno de sus extremos por dispositivos (por ejemplo, topes mecánicos), que impidan que las tuercas de carga y de seguridad se salgan del tornillo.

Sistemas de accionamiento por piñón y cremallera

En los sistemas de accionamiento por piñón y cremallera, la tensión de utilización de piñones y cremalleras debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado.

Deben estar provistos de un dispositivo de seguridad accionado por un limitador de sobrevelocidad. Este dispositivo de seguridad debe llevar progresivamente la plataforma de trabajo con la carga máxima hasta un tope y mantenerla parada, en caso de fallo del mecanismo de elevación.

Si el dispositivo de seguridad está accionado, el suministro de energía debe cortarse automáticamente.

Plataforma de trabajo

Equipamiento

La plataforma de trabajo debe estar equipada con barandillas o cualquier otra estructura en todo su perímetro a una altura mínima de 0,90 m y disponer de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas de acuerdo con el Real Decreto 486/1997 sobre lugares de trabajo (Anexo I.A.3.3) y el Real Decreto 1215/1997 sobre equipos de trabajo (Anexo 1.1.6).

La norma UNE-EN 280 es más exigente y específica al señalar que la plataforma debe tener una baranda de altura de al menos 1,1 m, un zócalo de al menos 0,15 m de altura y una barandilla intermedia dispuesta a menos de 0,55 m de la baranda superior o del zócalo. En los accesos de la plataforma la altura del zócalo puede reducirse a 0,1 m. La barandilla debe tener una resistencia a fuerzas específicas de 500 N por persona, aplicadas en los puntos y en la dirección más desfavorable, a 0,5 m de separación (distancia de la persona al punto de aplicación en el ensayo de resistencia), sin producir una deformación permanente. Cuando esté prevista la retirada habitual de las barandillas fijas, sus fijaciones deben permanecer ancladas a la parte de la barandilla o a la plataforma. Ver figura 4.

La plataforma debe tener una puerta de acceso o en su defecto elementos movibles que no deben abrirse hacia

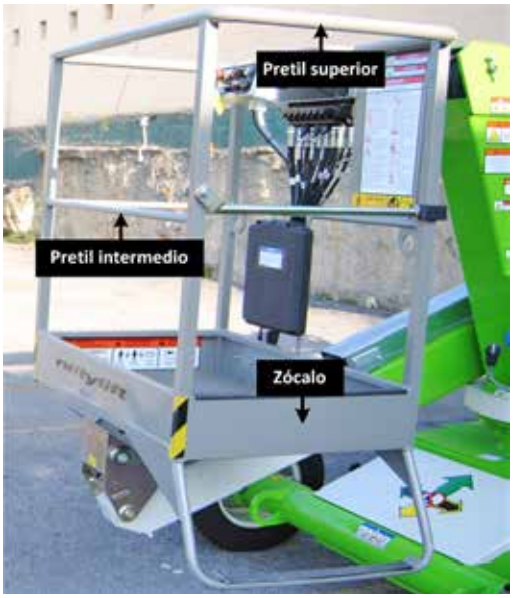


Figura 4. Plataforma de trabajo o cesta. Protecciones perimetrales.

el exterior. Para plataformas de trabajo con barandillas fijas las aperturas previstas para el acceso deben tener por lo menos una altura de 920 mm y una anchura de 645 mm. Cuando no puedan conseguirse las dimensiones indicadas, la apertura debe ser como mínimo de 420 mm de ancho y 800 mm de alto. Deben estar equipadas con sistemas que impidan el trabajo sobre la plataforma si las barandillas de protección no están en posición**,** por ejemplo con sistemas de bloqueo o una secuencia definida del cierre de las barandillas.

Los elementos de protección movibles utilizados para permitir el acceso a la plataforma deben estar construidos para cerrarse y bloquearse automáticamente, o bien disponer de un sistema de bloqueo, de forma que impida todo movimiento de la PEMP mientras no estén cerrados y bloqueados. No debe ser posible su apertura involuntaria. Normalmente el cierre y bloqueo del acceso a la plataforma de trabajo se hace por gravedad, pero también se puede realizar a través de sistema de enclavamiento, de manera de que si la puerta de acceso no está cerrada la PEMP no funciona, y se indicará la secuencia de cierre, por ejemplo acceso a la plataforma de trabajo, cierre del acceso actuando sobre el dispositivo de enclavamiento y disposición de funcionamiento de la PEMP.

La base de la plataforma de trabajo debe estar fabricada con materiales por lo menos ininflamables, por ejemplo materiales autoextinguibles que no mantienen la llama cuando se retira la fuente ignífuga. Ver figura 5.

Se pueden utilizar PEMP con las protecciones perimetrales plegables siempre que no se abran hacia el exterior, cumplan con los requisitos anteriores y estén fijadas sólidamente a la plataforma con dispositivos de cierre seguros a un desbloqueo involuntario o pérdida. Ver figura 6.

El suelo, comprendida la trampilla si dispone de ella, debe ser antideslizante y permitir la salida del agua (por ejemplo, enrejado o metal perforado). Las aberturas deben estar dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15 mm de diámetro.

Las trampillas deben estar fijadas de forma segura con el fin de evitar toda apertura intempestiva. No deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente.

El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización «m» calculada según la siguiente expresión:

$$m = n \times mp + me$$

donde:

mp = 80 Kg (masa de una persona)

me = 40 Kg (valor mínimo de la masa de las herramientas y materiales)

n = número máximo de personas autorizadas sobre la plataforma de trabajo

Figura 5. Base de la plataforma de trabajo autoextinguible.

Figura 6. Plataforma de trabajo con protecciones perimetrales plegables.

Complementariamente debe disponer de puntos de anclaje (retención) para poder anclar los arneses de seguridad para cada persona que pueda situarse sobre la plataforma de trabajo. Se puede sujetar más de un arnés a un anclaje simple, si ha sido diseñado para tal fin. Cada anclaje debe resistir como mínimo una fuerza estática de 3 kN por persona, sin llegar a la carga de rotura. Los bordes desprotegidos y esquinas deben estar mitigados sea con un radio de por lo menos 0,5 mm o bien con un bisel de 5°. Ver figura 7.

Cada punto de anclaje debe estar señalizado con la frase “Sólo retención” o un símbolo equivalente y el número máximo de personas que pueden anclarse al mismo simultáneamente. Ver figura 8.

Sobre las plataformas de trabajo debe indicarse de forma permanente, clara y visible lo siguiente. Ver figura 9:

- carga nominal en kg,
- carga nominal expresada en número máximo de personas autorizadas y del equipo en kg,
- fuerza manual máxima admisible en newton,
- velocidad máxima admisible del viento en m/s,
- en su caso, cargas y fuerzas especiales admisibles.

En caso de que coexistan varias cargas máximas de utilización, éstas deben estar indicadas en forma de tabla en función de la configuración de la PEMP.

Las PEMP del tipo 3 deben estar equipadas con un avisador sonoro accionado desde la propia plataforma de trabajo, mientras que las del tipo 2 deben estar equipadas con medios de comunicación entre el personal situado sobre la plataforma de trabajo y el conductor del vehículo portador.

Figura 7. Punto de anclaje para el arnés de seguridad.

Figura 8. Señalización de punto de anclaje solo para retención.

Figura 9. Señalización de carga nominal, número máximo de personas y equipo de trabajo, velocidad máxima del viento y punto de anclaje solo para retención.

Sistemas de mando

La plataforma debe tener dos sistemas de mando, un primario y un secundario. El primario debe estar sobre la plataforma y accesible para el operador. Ver figura 10.

Los mandos secundarios deben estar diseñados para sustituir a los primarios y deben estar situados para ser accesibles desde el suelo. Los sistemas de mando inalámbricos deben estar diseñados conforme a la norma UNE-EN 60204-32:2009 apartado 9.2.7 (Anexo F Normativo). Todos los mandos direccionales deben activarse en la dirección de la función volviendo a la posición de paro o neutra automáticamente cuando se deje de actuar sobre ellos. Los mandos deben estar diseñados de forma que no puedan ser accionados de forma involuntaria y estar protegidos contra el aplastamiento cuando la plataforma se traslada.

En las PEMP de los tipos 2 y 3 no debe ser posible accionar simultáneamente los mandos de traslación y los mandos de cualquier otro movimiento. Esto no se aplica a las PEMP montadas sobre raíles.

Figura 10. Mando primario sobre plataforma de trabajo.

Sistemas de seguridad de inclinación máxima

La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar más de 5º respecto a la horizontal o al plano del chasis durante los movimientos de la estructura extensible o bajo el efecto de las cargas y fuerzas de servicio. En caso de fallo del sistema de mantenimiento de la horizontalidad, debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma con una tolerancia suplementaria de 5º (ver figura 11). También es aceptable un ajuste manual de la plataforma para una inclinación superior a 5º siempre que la estructura extensible esté parada.

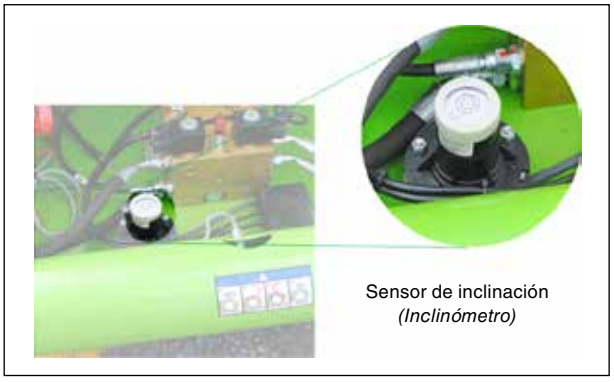


Figura 11. Dispositivo seguridad. Sensor de inclinación.

Sistema de bajada auxiliar

Todas las plataformas de trabajo deben estar equipadas con sistemas auxiliares manuales o con un motor auxiliar de descenso y con un sistema retráctil o de rotación en caso de fallo del sistema primario. Ver figura 12.

Figura 12. Dispositivo manual de bajada de emergencia en la base de la PEMP.

Sistema de paro de emergencia

La plataforma de trabajo debe estar equipada con un sistema de paro de emergencia fácilmente accesible que desactive todos los sistemas de accionamiento de una forma efectiva, conforme a la norma UNE-EN ISO 13850:2008. Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño. Se permite anular la parada de emergencia y el sistema de sensor de carga para rescatar a un operario atrapado y/o incapacitado, pero tiene que quedar una evidencia clara de que ha sido utilizado o manejado.

La anulación de las funciones de seguridad solo se permite utilizando un dispositivo de selección de modo, que es independiente del dispositivo de selección de la estación de control. Dicho dispositivo de selección de modo es de seguridad y debe manejarse con mandos de accionamiento mantenido, a baja velocidad, un movimiento cada vez y debe prohibirse su uso sin autorización.

Sistemas de advertencia

La plataforma de trabajo debe estar equipada con una alarma u otro sistema de advertencia que se active automáticamente cuando la base de la plataforma se inclina más de 5º de la inclinación máxima permitida en cualquier dirección. Ver figura 13.

Figura 13. Indicador de alarma de señalización de inclinación máxima.

Estabilizadores, salientes y ejes extensibles

Los estabilizadores sirven para mejorar la estabilidad de la PEMP o aumentar el área de estabilidad. Algunas PEMP de gran altura, disponen de cilindros hidráulicos que elevan la PEMP y ejes extensibles para aumentar la anchura y conseguir el área de estabilidad de trabajo. Ver figura 14.

Figura 14. Elevación del chasis para la extensión del área de estabilidad.

Deben estar equipados con dispositivos de seguridad para asegurar de modo positivo que la plataforma no se moverá mientras que los mismos no estén situados en posición. Los circuitos de control deben asegurar que los motores de movimiento no se pueden activar mientras los estabilizadores no han sido desactivados y la plataforma no está bajada a la altura mínima de transporte. Algunas PEMP diseñadas para trabajar sin estabilizadores para una gama limitada de operaciones en altura, deben estar equipadas de dispositivos de seguridad que impidan trabajar fuera de esta gama sin que los estabilizadores no estén emplazados.

Un tipo de estabilizadores son los hidráulicos con placa de apoyo. Ver figura 15.

Figura 15. Estabilizadores hidráulicos con placa de apoyo.

Sistemas de elevación

Sistemas de seguridad

Cuando la carga nominal de trabajo de la plataforma esté soportada por un sistema de cables metálicos o cadenas de elevación o ambos, el factor de seguridad del cable

o cadena debe ser de 8 como mínimo, basado en la carga unitaria de rotura a la tracción referida a la sección primitiva.

Todos los sistemas de conducción hidráulicos y neumáticos así como los componentes peligrosos deben tener una resistencia a la rotura por presión cuatro veces la presión de trabajo para la que han sido diseñados. Para los componentes no peligrosos esta resistencia será dos veces la presión de trabajo. Se consideran componentes peligrosos aquellos que, en caso de fallo o mal funcionamiento, implicaría un descenso libre de la plataforma.

Sistemas de protección

Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema electromecánico, éste debe estar diseñado para impedir el descenso libre en caso de fallo en el generador o del suministro de energía.

Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema hidráulico o neumático, el sistema debe estar equipado para prevenir una caída libre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática. Los sistemas hidráulicos o neumáticos de los estabilizadores o cualquier otro sistema deben estar diseñados para prevenir su cierre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática.

Otras protecciones

Los motores o partes calientes de las PEMP deben estar protegidos convenientemente. Su apertura sólo se podrá realizar con llaves especiales y por personal autorizado. Los escapes de los motores de combustión interna deben estar dirigidos lejos de los puestos de mando.

Dispositivos de seguridad

Eléctricos

Los interruptores de seguridad que actúen como componentes que dan información deben satisfacer la norma UNE- EN 60204-1 Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.

Hidráulicos y neumáticos

Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Los componentes hidráulicos y neumáticos de estos dispositivos y sistemas que actúen directamente sobre los circuitos de potencia de los sistemas hidráulicos y neumáticos deben estar duplicados si el fallo de un componente puede generar una situación peligrosa. Los distribuidores pilotados de estos componentes deben estar concebidos e instalados de forma que mantengan la seguridad en caso de fallo de energía, es decir parar el movimiento correspondiente.

Mecánicos

Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Esta exigencia se satisface por las varillas, palancas, cables, cadenas, etc., si resisten al menos dos veces la carga a la que son sometidos. Ver figura 16.

Figura 16. Sistema mecánico de seguridad. Detalle.

Medidas de protección frente al riesgo de contactos eléctricos directos o indirectos

Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus ITC-RAT (Real Decreto 337/2014), se entiende como tales las de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 kV.

Para prevenir el riesgo de electrocución se deben aplicar los criterios establecidos en el Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, principalmente respetando unas distancias límite. Ver tabla 1 sobre las distancias límite.

DISTANCIAS LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO				
Un	**DPEL 1**	**DPEL 2**	**DPROX 1**	**DPROX 2**
1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Un = tensión nominal de la instalación (kV)
DPEL-1 = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm)
DPEL-2 = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista riesgo de sobretensión por rayo (cm)
DPROX-1 = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm)
DPROX-2 = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm)

Tabla 1. Distancias límite

Complementariamente, se recomienda consultar la NTP-72: Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas y la Guía Técnica de desarrollo del Real Decreto 614/2001 publicada por el INSHT.

Normas de seguridad en la utilización del equipo

Hay cuatro grupos de normas importantes: las previas a la **puesta en marcha** de la plataforma, las previas a la **elevación de la plataforma**, las de **movimiento** del equipo con la plataforma elevada y para **después del uso** de la plataforma.

Previas a la puesta en marcha de la plataforma

Antes de utilizar la plataforma se debe comprobar la PEMP para detectar posibles defectos o fallos que puedan afectar a su seguridad. La comprobación debe consistir en verificar los siguientes elementos:

- Controles de operación y de emergencia.
- Dispositivos de seguridad.
- Disponibilidad del EPI contra caídas.
- Sistema eléctrico, hidráulico y de combustión, según aplique (escapes y mal estado de conexiones eléctricas).
- Señales de alerta y control.
- Integridad y legibilidad de las pegatinas.
- Estado físico de los estabilizadores y estructura en general.
- Evidencia de soldaduras deterioradas u otros defectos estructurales.
- Condiciones anómalas en ruedas, neumáticos, frenos y baterías.
- Existencia de residuos de productos químicos, barro, aceite, pintura, etc. que pueden hacer resbaladiza la superficie de la cesta de trabajo.

Cualquier defecto debe ser evaluado por personal cualificado y formado por el fabricante y determinar si constituye un riesgo para la seguridad del equipo. Todos los defectos detectados que puedan afectar a la seguridad deben ser corregidos antes de utilizar el equipo.

Previas a la elevación de la plataforma

Previamente a la elevación de la plataforma se deben realizar las siguientes operaciones:

- Comprobar la posible existencia de conducciones eléctricas de A.T. en la vertical del equipo. Hay que mantener una distancia mínima de seguridad, aislarlos o proceder al corte de la corriente mientras duren los trabajos en sus proximidades.
- No exceder la carga nominal de la PEMP. Ver figura 17.
- Revisar el lugar de trabajo en el que se situará la PEMP antes de cada uso.

Figura 17. Plataforma de trabajo sobrecargada.

- Utilizar los estabilizadores de acuerdo con las indicaciones del fabricante y que no se puede actuar sobre los mismos mientras la plataforma de trabajo no esté en posición de transporte.
- Bajar o cerrar la barandilla o puerta de acceso a la plataforma, antes de operar el equipo.
- Repartir las cargas y si es posible situarlas en el centro de la plataforma de trabajo.
- Los operadores que se encuentran en la cesta de trabajo deben utilizar los arneses (de cuerpo completo y eslinga ajustable) anclados a los puntos específicos previstos para ello (retención), así como los EPI correspondientes a los riesgos de la tarea prevista a desarrollar (casco, guantes, etc.). Ver figura 18.
- Los operadores se deben mantener siempre dentro de la cesta de trabajo, con los pies en el suelo de la misma y está prohibido sentarse o subirse a las barandillas de protección. Ver figura 19.
- Delimitar la zona de trabajo para evitar que personas ajenas a los trabajos permanezcan o circulen por las proximidades. Ver figura 20.

Figura 18. Operario con arnés y eslinga ajustable.

Figura 19. Operario subido sobre las barandillas.

Figura 20. Delimitación de zona de trabajo.

Movimiento del equipo con la PEMP elevada

Durante el movimiento del equipo con la plataforma elevada se debe cumplir:

- Mantener de forma continua una visión clara del camino y del área a recorrer.
- El movimiento de traslado marcha atrás se debe limitar a los casos imprescindibles pues la visibilidad no siempre está garantizada.

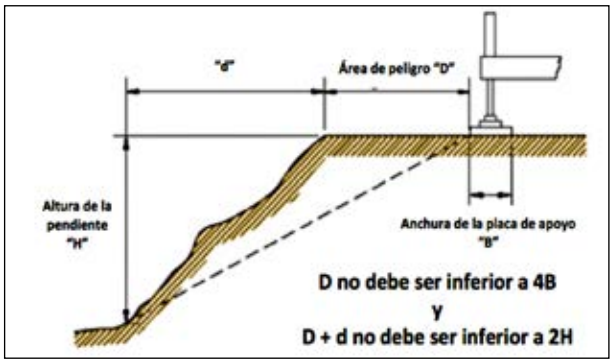


Figura 21. Distancia de seguridad a desniveles.

- Mantener una distancia de seguridad a obstáculos, desniveles, zanjas, rampas, etc. Ver figura 21.
- Mantener la distancia mínima de líneas eléctricas con tensión.
- Limitar la velocidad de desplazamiento de la PEMP teniendo en cuenta las condiciones del terreno, la visibilidad, la presencia de pendientes, etc., según el tipo de PEMP:
  - 1,5 m/s para las PEMP sobre vehículo portador cuando el movimiento de traslación se mande desde la cabina del portador.
  - 3,0 m/s para las PEMP sobre raíles.
  - 0,7 m/s para todas las demás PEMP de los tipos 2 y 3.
- Se deben tener en cuenta las condiciones meteorológicas (viento, lluvia, nieve, etc.), de forma que no impliquen la necesidad de detener el trabajo.
- No manejar la PEMP de forma temeraria o distraída, comprobando en todo momento que no hay trabajadores en sus proximidades. Ver figura 22.
- Evitar situarse sobre superficies frágiles o inestables debiendo evaluar previamente las condiciones del terreno. Ver figura 23.
- Si la PEMP está averiada dejar un indicador de fuera de servicio y retirar las llaves de contacto depositándolas en el lugar habilitado para ello. Ver figura 24.
- Utilizar placas de apoyo de modo que se aumente la superficie de apoyo y disminuya la presión sobre el suelo. Hay que tener en cuenta que aumentando 3 veces la superficie de apoyo, disminuye 10 veces la presión que se ejerce en el suelo. En la figura 25, se puede ver la diferencia de presión ejercida con o sin placas estabilizadoras.
- No desplazar la PEMP a gran velocidad en zonas estrechas o con obstáculos.

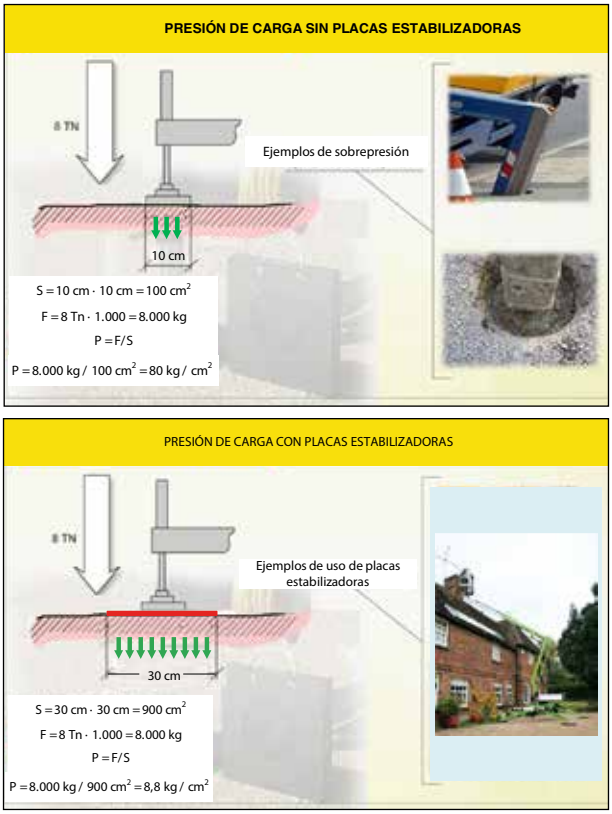


Figura 25. Presión de carga ejercida sobre la superficie de apoyo con y sin placas estabilizadoras.

- Verificar la presencia de obstáculos por encima del operador y determinar la necesidad de acoplar sistemas antiatrapamiento. Ver figura 26.

Figura 26. PEMP con sistema antiatrapamiento.

Figura 22. Control de presencia de operarios en proximidad.

Figura 23. Evaluación previa de las condiciones de terreno.

Figura 24. Señal de PEMP fuera de servicio.

Normas después del uso de la plataforma

Al finalizar el uso de la PEMP, se deben tener en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Aparcar la PEMP convenientemente en el lugar habilitado para ello.
- Cerrar todos los contactos y verificar la inmovilización, calzando las ruedas si es necesario.
- Limpiar la PEMP de grasa, aceites, pintura, etc.
- Limpiar la PEMP con agua procurando que no afecte a cables o partes eléctricas del equipo.

Otras recomendaciones de seguridad complementarias

Se recomienda aplicar las siguientes recomendaciones de seguridad complementarias:

- El personal situado en el suelo, por ejemplo el recurso preventivo, debe conocer el procedimiento de rescate o bajada de emergencia y de aviso en caso de ocurrir una emergencia. Ver figura 27.
- No modificar ni neutralizar los dispositivos de seguridad de la PEMP, pues afectan a su seguridad y estabilidad.
- No se deben añadir elementos que aumenten la carga debida al viento, tales como paneles publicitarios que pueden modificar la carga máxima de utilización, la carga estructural, la carga debida al viento o fuerza manual, según los casos. Ver figura 28.
- Utilizar los mandos de la PEMP con suavidad, sin brusquedades.
- Cundo se descienda de la rampa de un camión, hacerlo de manera segura, evitando un golpe contra el suelo o un efecto catapulta. Ver figura 29.
- Las baterías deben cargarse en zonas abiertas, bien ventiladas y lejos de posibles llamas, chispas, fuegos y con prohibición de fumar (emisión de hidrógeno).

Figura 27. Rescate de emergencia.

Figura 28. Aumento de la resistencia al viento.

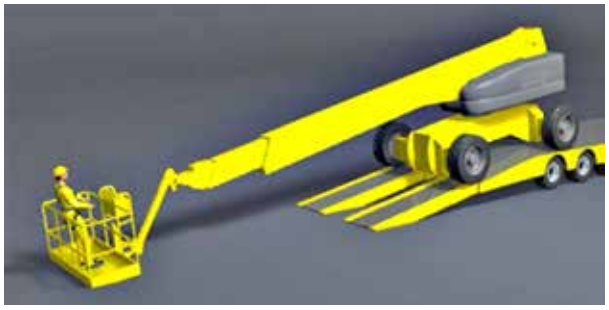


Figura 29. Colisión de la plataforma de trabajo contra el suelo.

Figura 30. Uso indebido de la PEMP.

- No se deben hacer modificaciones de cualquier tipo en todo el conjunto de las PEMP.
- Se debe llevar un registro de las revisiones/inspecciones de la PEMP y un mantenimiento preventivo y correctivo según se indica en la UNE 58921.
- No subir o bajar de la plataforma si está elevada utilizando los dispositivos de elevación o cualquier otro sistema de acceso.
- Evitar usar motores de combustión interna en interiores, salvo que cuenten con ventilación suficiente para evitar los humos tóxicos.
- No se deben utilizar elementos auxiliares situados sobre la plataforma de trabajo, para ganar altura, como escaleras, tablones, andamios, etc. Ver figura 30.
- Cualquier anomalía detectada por el operario que afecte a su seguridad o la del equipo debe ser comunicada inmediatamente y subsanada antes de continuar los trabajos.
- Verificar antes de bajar o mover la PEMP, que no existen personas u obstáculos en zonas adyacentes.
- En trabajos de poda, debe delimitarse la vertical de la zona de trabajo y situar otro operario que evite que otras personas puedan acceder a la zona de riesgo. Ver figura 31.
- No rellenar los depósitos de combustible (PEMP con motor de combustión) con el motor en marcha.
- Asegurar que los operadores de PEMP reciban formación teórico/práctica según la UNE 58923 y especial-

Figura 31. Operaciones de poda con personal situado en el suelo.

mente la familiarización del equipo utilizado según se indica en su parte 1.
- Todos los trabajadores que vayan a operar con plataformas elevadoras deberán disponer del APTO médico de vigilancia de la salud, que les faculta para trabajar en altura.
- No sobrecargar la plataforma de trabajo.
- No utilizar la plataforma como grúa.
- No sujetar la plataforma o el operario de la misma a estructuras fijas.

2. DOCUMENTACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Documentación

El operador de la PEMP deberá comprobar que se dispone de la siguiente documentación legalmente exigible:
- Manual de instrucciones del fabricante.
- Marcado CE y Declaración de conformidad.
- Documentación justificativa de la última comprobación de que la PEMP ha sido revisada e inspeccionada, según art. 4.4 del RD. 1215/1997.

Se debe comprobar que la PEMP dispone de pegatinas o placas con las instrucciones relativas a la utilización, reglaje y mantenimiento, siempre que ello sea necesario en orden a garantizar la salud y la seguridad de las personas.

Manual de Instrucciones del Fabricante

Toda PEMP debe llevar un Manual de Instrucciones del Fabricante en castellano, que incluya de forma separada las instrucciones para las operaciones de mantenimiento que únicamente las podrán realizar personal de mantenimiento especializado. El manual deberá contener como mínimo la siguiente información:

Información. Ver Anexo I punto 1.7.4.2 del Real Decreto 1644/2008:

a) La razón social y dirección completa del fabricante y de su representante autorizado.
b) La designación de la máquina, tal como se indique sobre la propia máquina, con excepción del número de serie.
c) La declaración CE de conformidad o un documento que exponga el contenido de dicha declaración y en el que figuren las indicaciones de la máquina sin que necesariamente deba incluir el número de serie y la firma.
d) Descripción general de la máquina.
e) Los planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para el uso, el mantenimiento y la reparación de la máquina, así como para comprobar su correcto funcionamiento.
f) Descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.
g) Descripción del uso previsto de la máquina.
h) Advertencias relativas a los modos en que no se debe utilizar una máquina que, por experiencia, pueden presentarse.
i) Las instrucciones de montaje, instalación y conexión, incluidos los planos, diagramas y medios de fijación y la designación del chasis o de la instalación en la que debe montarse la máquina.
j) Las instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones.
k) Las instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores.
l) Información sobre los riesgos residuales que existan a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de las medidas de protección y de las medidas preventivas complementarias adoptadas.
m) Instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario, incluyendo, cuando proceda, los equipos de protección individual a proporcionar.
n) Las características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina.
o) Las condiciones en las que las máquinas responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje, desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible.
p) Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad, con indicación de la masa de la máquina y la de sus diversos elementos cuando, de forma regular, deban transportarse por separado.
q) El modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o de avería; si es probable que se produzca un bloqueo, el modo operativo que se ha de seguir para lograr el desbloqueo del equipo con total seguridad.
r) La descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deban ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se han de cumplir.
s) Instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad, incluidas las medidas preventivas que deben adoptarse durante este tipo de operaciones.
t) Las características de las piezas de recambio que deben utilizarse, cuando estas afecten a la salud y seguridad de los operadores.
u) Las siguientes indicaciones sobre el ruido ambiental emitido:
   – El nivel de presión acústica de emisión ponderado A en los puestos de trabajo, cuando supere 70 dB(A); si este nivel fuera inferior o igual a 70 dB(A), debe indicarse este hecho.
   – El valor máximo de la presión acústica instantánea ponderado C en los puestos de trabajo, cuando supere 63 Pa (130 dB con relación a 20 μPa).
   – El nivel de potencia acústica ponderado A emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica de emisión ponderado A supera, en los puestos de trabajo los 80 dB(A).
v) Cuando sea probable que la máquina emita radiaciones no ionizantes que puedan causar daños a las personas, en particular a las personas portadoras de dispositivos médicos implantados activos o inactivos, información sobre la radiación emitida para el operador y las personas expuestas.

Señalización

Las PEMP deben ir provistas de la siguiente documentación y elementos de señalización:
- Diagramas de alcances y especificaciones. Ver figura 32.
- Señalización de peligros y advertencias de seguridad recogidas en los manuales de funcionamiento entregados por el fabricante.
- El operador debe leer y comprender los símbolos situados sobre la plataforma de trabajo, si es necesario con la ayuda de personal competente o capacitado (sesión de familiarización).
- Deben fijarse de forma permanente en un emplazamiento fácilmente visible, una o varias placas del fabri-

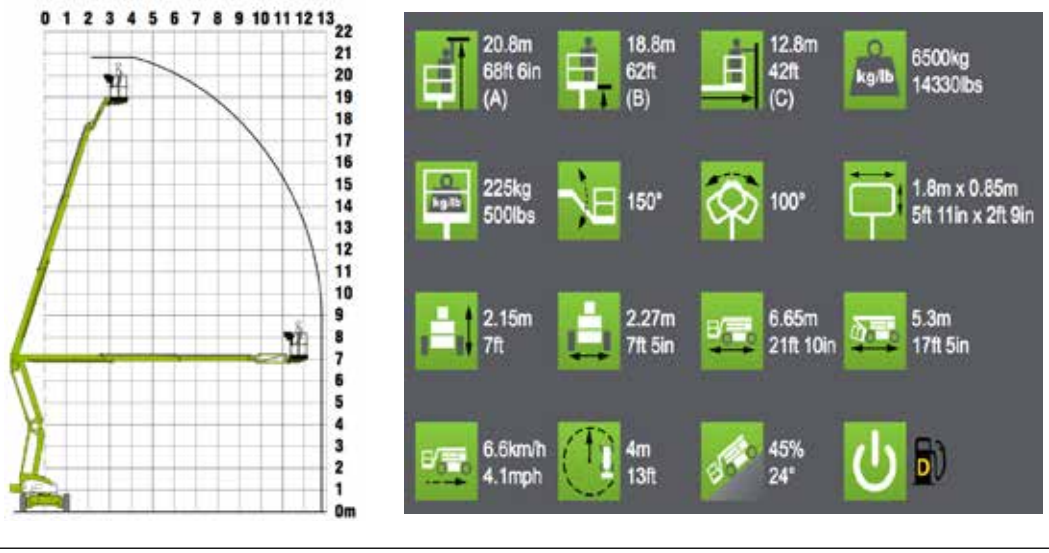


Figura 32. Diagrama de alcance y especificaciones.

cante indelebles que den la información siguiente en base al punto 7.2.1. de la norma UNE-EN 280:

a) la razón social y la dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado;
b) el modelo y la designación de la máquina;
c) número de serie o de fabricación;
d) el año de fabricación, es decir, el año del final del proceso de fabricación;
e) masa en vacío en kilogramos;
f) carga nominal en kilogramos;
g) carga nominal expresada en número autorizado de personas y masa del equipo en kilogramos;
h) para plataformas de trabajo que tienen diferentes cargas nominales cada carga nominal debe expresarse en número autorizado de personas y masa del equipo en kilogramos;
i) fuerza manual máxima admisible en newtons;
j) velocidad máxima admisible del viento en metros por segundo;
k) inclinación(es) máxima(s) admisible(s) para el chasis;
l) información relativa a la fuente hidráulica en caso de alimentación por fuente de energía hidráulica exterior;
m) información relativa a la fuente eléctrica en caso de alimentación mediante una fuente de energía eléctrica exterior.

3. MANTENIMIENTO. REVISIONES

Las PEMP deben ser mantenidas de acuerdo con lo indicado en el manual de instrucciones del fabricante, que se entrega con cada equipo. Éste mantenimiento debe ser realizado por personal competente y especialmente capacitado.

Las “Revisiones Periódicas de Seguridad” sólo pueden ser realizadas por un técnico cualificado. Se entiende por técnico cualificado, una persona con una cualificación mínima de formación profesional acreditada y reglada.

También se puede acreditar la cualificación con amplia experiencia, mediante certificados de profesionalidad.

En todos los casos, se debe poseer una formación específica del fabricante o servicios técnicos oficiales de éstos, que puedan capacitar para diagnosticar el estado de seguridad de una PEMP en sus diferentes categorías y modelos y en su caso, aplicar las medidas correctoras que fueran necesarias.

La norma UNE-58921 incluye una “Hoja de Revisiones Periódicas” de las PEMP que puede servir de guía a la hora de realizar estas revisiones, pero hay que tener en cuenta que prevalecen las indicaciones que en este sentido facilita el fabricante para cada modelo particular de PEMP sobre los elementos a comprobar.

El personal especialmente capacitado para realizar los trabajos de mantenimiento debe disponer de información específica sobre los siguientes aspectos:

a) información técnica sobre las PEMP, incluyendo los esquemas de los circuitos eléctricos/hidráulicos;
b) materias consumibles que necesitan una vigilancia regular o frecuente (lubricantes, estado y nivel de fluido hidráulico, baterías, etc.);
c) funciones de seguridad que deban comprobarse a intervalos dados, incluyendo dispositivos de seguridad, sensores de control de carga, dispositivos prioritarios de emergencia, y cualquier parada de emergencia;
d) medidas a adoptar para garantizar la seguridad durante el mantenimiento;
e) comprobaciones para detectar cualquier defecto peligroso, respecto a la corrosión, agrietamiento, abrasión, etc.;
f) criterios para el método y frecuencia de las revisiones y reparación / sustitución de elementos;
g) la importancia de utilizar únicamente piezas de recambio aprobadas por el fabricante, en particular para los elementos que soportan carga o relativos a la seguridad;
h) la necesidad de obtener la aprobación del fabricante para cualquier modificación que pueda afectar a la estabilidad, la resistencia o las prestaciones;
i) elementos que precisen regulación, con los detalles de ajuste;
j) los ensayos y comprobaciones necesarios después de una operación de mantenimiento para garantizar la seguridad del funcionamiento;
k) las instrucciones para la inspección y mantenimiento de los puntos de anclaje y la estructura a la que están unidos.

4. OPERADOR DE PEMP. REQUISITOS

Sólo las personas mayores de 18 años, autorizadas y formadas pueden operar y utilizar las PEMP.

Se recomienda que la formación de estos operadores se realice según la norma UNE 58923 para dar cumplimiento a este requisito.

Para una aplicación correcta y completa de la formación práctica acorde a la norma UNE 58923 definida por sus anexos particulares y con el objeto que el tiempo de práctica sea suficiente para que el futuro operador de la PEMP adquiera los conocimientos necesarios, se recomienda un ratio máximo de 6 personas/PEMP.

5. NORMATIVA LEGAL Y TÉCNICA

Ver NTP 1.039 (I)

Empresas y entidades colaboradoras: IPAF. Federación Internacional de Acceso Motorizado

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.041

Revisión sistemática y meta-análisis en seguridad y salud laboral (I): planteamiento y aplicación

Systematic review and meta-analysis on occupational health and safety (I): approach and application
Revue systématique et méta-analyse dans santé et sécurité au travail (I): exposé et application

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Mª Ángeles de Vicente Abad.

Clara Díaz Aramburu.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN. INSHT

Esta NTP presenta las revisiones sistemáticas (RS) y los meta-análisis (MA) como estudios de gran relevancia dentro del campo de la salud laboral y la prevención de riesgos laborales. Consta de dos partes: en la primera se hace un acercamiento a la herramienta y su aplicación en salud laboral y en la segunda se detallan las etapas para su elaboración.

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. OBJETIVO

El objetivo de esta NTP es presentar los aspectos básicos de las revisiones sistemáticas (RS) y meta-análisis (MA) con el fin de mostrar su utilidad en el campo de la salud laboral en el que se incluye la prevención de riesgos laborales, tal y como se menciona en la definición de la OMS: "La salud laboral es la actividad multidisciplinar que tiene como objetivos:

- la protección y promoción de la salud de los trabajadores mediante la prevención y el control de las enfermedades profesionales y accidentes, y la eliminación de los factores y condiciones laborales que ponen en peligro la salud y seguridad en el trabajo;
- el desarrollo y la promoción de trabajos, entornos y organizaciones laborales seguros y saludables;
- la mejora del bienestar físico, mental y social de los trabajadores y el apoyo, tanto del desarrollo y mantenimiento de su capacidad de trabajo, como de su progreso profesional y social en el entorno laboral; y
- la colaboración con los trabajadores para llevar una vida social y económicamente productiva y su contribución positiva al desarrollo sostenible".

De acuerdo a esta definición, en esta NTP se emplea el término salud laboral en su sentido más amplio.

2. INTRODUCCIÓN

El origen de las revisiones sistemáticas (RS) se localiza en el ámbito de la salud pública. Los profesionales médicos precisan estar al corriente de los tratamientos más novedosos y adecuados para sus pacientes. También necesitan conocer las características de la enfermedad en su población diana y si ha evolucionado con el tiempo. Una de las herramientas utilizadas para la actualización permanente es la lectura de literatura científica generada en su ámbito profesional. Existen multitud de artículos de investigación que estudian un determinado hecho o enfermedad. Por lo que un sanitario que desee estar actualizado en su campo necesitaría leer todo lo que se publica y conocer lo que no se publica de una determinada cuestión. Esta permanente renovación puede convertirse en una tarea titánica puesto que el volumen de literatura científica generada es inmenso. A esta cuestión se le une la dificultad para acceder a determinados estudios, y la necesidad de realizar una búsqueda exhaustiva por parte del profesional con el fin de no dejar alguna información relevante sin consultar.

Las RS nacen para solventar algunas de estas cuestiones. Las RS proveen al profesional de respuestas a sus preguntas a través de una metodología sistemática y detallada para la búsqueda, la selección y el análisis de la información.

Esta herramienta, utilizada en su origen en el ámbito de la salud pública, se emplea actualmente también en la salud laboral y la prevención de riesgos laborales, puesto que responde a las necesidades del técnico de prevención de igual manera que lo hace con las del profesional sanitario.

Concepto de revisión sistemática: La colaboración Cochrane[1] define la RS como una síntesis de los resultados de varios estudios primarios mediante técnicas que limitan los sesgos y el error aleatorio.

Para poder comprender el avance al que se ha llegado con las revisiones sistemáticas hay que encuadrarlas en el grupo de estudios de categoría superior al que pertenecen: La revisión de la literatura. En función de la metodología que aplica el investigador la revisión de la literatura se puede dividir en dos grandes grupos:

a) Las revisiones narrativas.
b) Las revisiones sistemáticas.

1. http://www.cochrane.org/

a) Las **revisiones narrativas** son análisis de estudios originales o primarios sobre una determinada cuestión realizados por un experto en la materia. El objetivo de este tipo de revisiones es subrayar los resultados que la autoría considera más importantes, con la intención de describir los últimos avances de una materia concreta. El experto aplica su criterio para realizar la búsqueda, selección y análisis de los estudios originales, sin establecer de antemano un protocolo pormenorizado. El carecer de protocolo de actuación que marque las reglas para la elaboración de la revisión narrativa hace que éstas sean subjetivas, de difícil reproducibilidad y además estén sujetas a múltiples sesgos. Todo esto, en definitiva, incrementa la posibilidad de llegar a conclusiones erróneas. Los principales inconvenientes que presentan las revisiones narrativas es que no utilizan un método sistemático para localizar los artículos, no emplean criterios objetivos para seleccionar los estudios incluidos en la revisión y no evalúan la calidad de los estudios originales. De esta manera el autor de una revisión narrativa puede tender a seleccionar las referencias que concuerdan o se asemejan a las tesis con las que está familiarizado.

b) Las **revisiones sistemáticas**, por su parte, cuentan con un protocolo previo a la realización de la revisión en donde constan todos y cada uno de los pasos a seguir para dar respuesta a la pregunta de investigación. La RS establece una hipótesis de trabajo, selecciona las fuentes de información de forma exhaustiva y específica en función de la materia tratada, determina unos criterios de búsqueda de la información, define criterios de inclusión y exclusión de los estudios primarios en la revisión, recoge la información valorando la validez de los estudios originales, evalúa críticamente los resultados obtenidos y, presenta y sintetiza los datos extraídos de forma que se puedan proporcionar resultados fiables que permitan extraer conclusiones y ayudar en la toma de decisiones. Estos pasos minimizan la subjetividad de los resultados, permiten la reproducibilidad del proceso de investigación, disminuyen la aparición de sesgos y posibilitan la extracción de conclusiones firmes y en consonancia con las que alcanzaría otro investigador que siguiera el mismo protocolo de actuación.

En la Tabla 1 se resumen las diferencias expuestas anteriormente.

Por lo tanto, la RS se puede definir o entender como una compilación de la mejor evidencia científica disponible elaborada a partir de unos métodos sistemáticos y explícitos con el fin de evitar la subjetividad y los posibles sesgos.

3. UTILIZACIÓN DE LAS REVISIONES SISTEMÁTICAS EN LA SALUD LABORAL Y LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En la actualidad existe mucha investigación primaria en los distintos campos de acción de la salud laboral y la prevención de riesgos laborales. El tipo de información que se puede consultar presenta una gama de características muy variada: se puede encontrar desde información muy sencilla y escueta, hasta artículos científicos con una metodología muy exhaustiva, pasando por informes técnicos específicos. En ocasiones la calidad metodológica de los estudios no se ajusta a las necesidades que el profesional presenta. Sin embargo, el hecho de disponer de una información tan prolija se establece como un buen punto de partida para la implantación de las revisiones sistemáticas como metodología en el campo de la salud laboral y la prevención de riesgos laborales. Es necesario remarcar la fortaleza que la sistematicidad otorga, puesto que se trata de un parámetro diferenciador y de calidad de una RS que debe guiar todo el proceso.

Los estudios más comunes en salud laboral son los estudios observacionales, aquellos en los que se observan, miden y analizan varias variables sin que el investigador intervenga en ninguna parte del suceso. Un ejemplo de estudio observacional de salud pública puede ser el análisis de una enfermedad que se desarrolla en el ámbito profesional, como la asbestosis, en una población de mineros expuestos a amianto. Ninguno de los dos factores, causa y efecto, han sido creados por el investigador.

Entre los estudios observacionales se encuentran diversos tipos:

- Estudios de casos y controles.
- Estudios de cohortes.
- Series de casos.
- Estudios descriptivos…

La dinámica de trabajo en cada tipo de estudio no es objeto de desarrollo de esta Nota Técnica de Prevención. Sin embargo es importante saber que todos estos tipos de estudios pueden formar parte de una revisión sistemática en salud laboral y prevención de riesgos laborales.

Los estudios observacionales no son los que proveen del mayor grado de evidencia en una escala científica, por lo que las RS alimentadas de este tipo de estudios no suelen aspirar al máximo nivel de evidencia. Sin embargo, una RS que analice estudios observacionales puede ofrecernos una muestra amplia, con su consecuente representatividad, y una firmeza de resultados mucho mayor que un estudio primario individual.

Existen otros tipos de estudios no observacionales, como los ensayos clínicos aleatorizados, que sí pue-

ÍTEMS	REVISIÓN NARRATIVA	REVISIÓN SISTEMÁTICA
Cuestión	De amplio enfoque	Específica y acotada
Fuente	Frecuentemente no especificada y sesgo potencial	Fuentes exhaustivas y con estrategia de búsqueda explícita
Selección	Frecuentemente no especificada y sesgo potencial	Selección basada en criterios aplicados uniformemente
Evaluación	Variable	Rigurosa, basada en criterios previamente establecidos
Resultados	Cualitativos	Cualitativos o cuantitativos
Conclusiones	A veces basadas en evidencia científica	Basadas en evidencia científica
Tabla basada en Cook, 1997 con modificaciones de las autoras de esta NTP.		

Tabla 1. Diferencias entre una revisión narrativa y una revisión sistemática.

den alcanzar el grado máximo de evidencia. Estos diseños son muy habituales en las RS de otras áreas de conocimiento, como la farmacia o la medicina. Por lo tanto, a la hora de realizar una RS es muy importante tener presente las condiciones y las limitaciones del campo en el que ésta se desarrolla

A pesar de todo lo expuesto, hay ciertas RS en salud laboral que sí pueden estar nutridas de estudios experimentales. De hecho, siempre y cuando la ética de la investigación no esté en juego, los ensayos clínicos aleatorizados serían la mejor opción para aumentar la evidencia. Este es el caso de algunos estudios de coste - efectividad y coste – beneficio en salud laboral.

Las revisiones sistemáticas en el campo laboral tienen infinitas líneas de acción. A continuación nombramos unas cuantas que pueden servir de ejemplo para los investigadores en este campo:

- Estudios de coste - efectividad y coste - beneficio de las medidas preventivas aplicadas en una determinada situación: formación, gestión de la prevención, sensibilización, promoción de la salud, equipos de protección individual, etc. Ejemplo uno: Aumento del riesgo de corte entre los trabajadores del sector de la madera que utilizan ingletadoras frente a sierras de disco comunes para hacer cortes de empalme angular. Ejemplo dos: Efecto de los programas de reincorporación tras una incapacidad temporal en la reducción de las recaídas.
- Estudios de relación exposición a un riesgo en el ámbito de trabajo - desarrollo de una enfermedad laboral. Ejemplo: ¿Aumenta el riesgo de sufrir cáncer de pulmón entre los mineros tras la exposición a sílice cristalina?
- Estudios de comparación de un determinado riesgo entre dos colectivos similares. Ejemplo: ¿Las trabajadoras embarazadas tienen mayor riesgo de sufrir parto prematuro/bajo peso del recién nacido/pre-eclampsia si su trabajo se desarrolla a turnos respecto a las trabajadoras embarazadas con horario continuo en estudios observacionales?
- Estudios de determinación de riesgos en colectivos sensibles. Ejemplo: Reducción de la incidencia de enfermedades cardiovasculares entre trabajadores mayores por la introducción de actuaciones de promoción de la salud.
- Estudios que buscan el establecimiento de un nivel o valor límite de exposición a un determinado agente. Ejemplo: ¿Tienen los músicos de orquesta sinfónica expuestos a sonido superior a X decibelios durante X horas riesgo de pérdida auditiva?
- Estudios de comparación de sustancias para un mismo uso industrial que impliquen un menor riesgo en la salud del trabajador. Ejemplo: Riesgo de padecer leucemia por el uso de organofosforados frente a cloruros orgánicos sólidos.

4. EL META-ANÁLISIS EN SALUD LABORAL

Concepto de meta-análisis: Un meta-análisis (MA) es una revisión sistemática cuantitativa. En el MA se utilizan técnicas estadísticas que combinan los resultados obtenidos en los estudios seleccionados con un mismo diseño para dar como resultado un estimador global cuantitativo.

Los MA en salud pública con mayor nivel de evidencia suelen utilizar ensayos clínicos para su elaboración. De esta manera combinan los resultados de los ensayos clínicos diseñados con un protocolo similar y obtienen un estimador que representa una muestra mucho mayor que la del estudio primario. En el campo de la salud laboral, como ya hemos visto anteriormente, lo habitual (o más frecuente) es la combinación de estudios observacionales que comparten un mismo diseño metodológico, por ejemplo: un MA de casos y controles o un MA de estudios de cohortes. Un ejemplo de MA de estudios observacionales en salud laboral podría ser el análisis de todos los estudios de casos-controles en el aumento de riesgo de leucemia mieloide en trabajadores de servicios funerarios expuestos al formaldehido durante un periodo determinado de tiempo. Una vez realizadas las primeras etapas de la revisión sistemática[2] (formulación de la pregunta, búsqueda y selección de los estudios, evaluación de la calidad de los estudios, recopilación de los datos, análisis, presentación e interpretación de los resultados) se combinan los resultados de los distintos estudios de la revisión y se obtiene, finalmente, un estimador mucho más potente y consistente que los obtenidos individualmente en cada estudio primario.

Los MA en salud laboral alimentados de ensayos clínicos suelen referirse a situaciones diferentes a la exposición a un agente químico, físico o biológico. Son MA que analizan la comparación, por ejemplo, de la aplicación de dos medidas preventivas frente a un mismo riesgo o los resultados de dos métodos de formación o información a los trabajadores sobre un determinado riesgo.

5. FACTORES QUE DETERMINAN LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO PRIMARIO O UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Una vez realizada una aproximación a la RS es necesario valorar cuando se debe optar por un estudio primario y cuando por una revisión sistemática o un meta-análisis.

En la Tabla 2 se muestran algunos de los puntos básicos para la elección entre la realización de un estudio primario y una revisión sistemática o un meta-análisis.

ESTUDIO PRIMARIO	REVISIÓN SISTEMÁTICA O META-ANÁLISIS
Necesidad de conocimiento científico en un campo poco escrutado	Necesidad de información clara, sintética y de fácil comprensión
Tema muy novedoso	Tema ya analizado en varios estudios
Poca investigación previa	Suficiente investigación previa
Diseño de estudio novedoso para el tema	Repetición del diseño de estudio en estudios primarios previos
	Necesidad de mayor potencia estadística para la extracción de resultados y extracción de conclusiones firmes
Algunos diseños de estudio primario requieren un tiempo prolongado de investigación	Tiempo acotado y no demasiado prolongado, por ejemplo, entre 6 y 18 meses

Tabla 2. Criterios de elección para el tipo de investigación.

2. Estas etapas se desarrollan amplia y detalladamente en la segunda parte de esta NTP.

Por lo tanto, ¿cuándo no es pertinente realizar una revisión sistemática? Cuando exista una revisión previa actualizada sobre la misma pregunta de investigación y con la misma metodología de trabajo. Igualmente hay que tener en cuenta que puede que no existan suficientes artículos de investigación aún sobre esa pregunta concreta.

6. ¿CUÁLES SON LOS REQUISITOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DE UNA RS O UN MA?

Antes de poner en marcha una investigación basada en la RS o el MA es necesario tener en cuenta una serie de factores que facilitarán el proceso. A continuación se citan algunos requisitos previos necesarios a juicio de las autoras de esta NTP:

- Recibir una formación básica en RS y MA. Es importante conocer todas las etapas del proceso, las distintas dificultades que pueden surgir en el camino y los métodos de resolución de dichas dificultades.
- Reclutar como investigadores del estudio a especialistas en el tema que se analiza: higienistas, médicos del trabajo, especialistas en riesgo psicosocial, o técnicos de seguridad, entre otros.
- Nombrar entre el equipo de investigación a un/a coordinador/a del estudio que gestione desde el principio hasta el final todas las etapas de la RS o el MA y disponga de una formación más amplia en este diseño de estudio.
- Incluir a otros dos profesionales: un especialista en búsquedas bibliográficas con conocimientos en RS y MA; y un especialista en estadística familiarizado y experimentado con este diseño de estudio.
- Contar con el suficiente número de investigadores. El número mínimo de participantes en una RS no debe ser menor de tres. Por otra parte tampoco suele ser práctico contar con un equipo muy numeroso, por lo que un número aconsejable estaría entre 4 y 6 personas.
- Contar con un equipo de investigación que lea y entienda, al menos, un idioma distinto a su lengua materna. Muchos de los artículos de investigación están escritos en inglés, francés o alemán.
- Tener acceso a bases de datos de literatura científica, y otras herramientas que se explican más profusamente en la segunda parte de esta NTP.

7. COLABORACIÓN AL PROGRESO CIENTÍFICO EN SALUD LABORAL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

La última y obligada etapa de un RS o un MA es su publicación. Este paso es imprescindible para el avance de la ciencia en materia de salud laboral y prevención de riesgos laborales. Por lo que desde esta NTP animamos firmemente a la publicación de estos estudios, independientemente del resultado obtenido. Es básico tener en cuenta que a veces, con el conocimiento actual, no es posible alcanzar conclusiones firmes y significativas, lo que en sí mismo ya es una conclusión. En ambos escenarios los resultados y las conclusiones dan muchas pistas a la comunidad científica sobre cómo y en qué dirección continuar la investigación.

Existen diversas posibilidades a la hora de publicar una RS o un MA. Si el estudio está construido sobre ensayos clínicos se podrá optar a su publicación en la Colaboración Cochrane. Por otro lado, las revistas científicas especializadas en salud laboral y prevención de riesgos laborales, tanto nacionales como internacionales, cada vez se muestran más interesadas en la publicación de artículos que resumen el informe completo de la RS o MA. Igualmente, muchos institutos de prevención, universidades u organismos de referencia, tanto públicos como privados, en salud laboral y prevención de riesgos laborales difunden en sus páginas web, en sus revistas, o en papel, las revisiones sistemáticas realizadas por sus investigadores.

BIBLIOGRAFÍA

COOK, 1997. COOK DJ, ET AL.
Systematic Reviews: Synthesis of Best Evidence for Clinical Decisions.
Ann Intern Med 1997; 126(5): 376-380.

GISBERT JP, BONFILL X.
¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y meta-análisis?
Gastroenterol Hepatol 2004; 27(3): 129-49.

ORTIZ Z.
¿Qué son las revisiones sistemáticas?
Disponible en Publicaciones CIE, World Wide Web: htpp://www.epidemiologia.anm.edu.ar Julio 2005. CIE. Academia Nacional de Medicina, Buenos Aires.

ROTHER ET.
Revisión sistemática x revisión narrativa [editorial].
Act Paul Enferm 2007; 20(2): x.

World Health Organization
Global strategy on occupational health for all: The way to health at work. [monografía en Internet].
Geneva: World Health Organization; 1994 [Consultado el: 12/12/2014].
Disponible en: http://www.who.int/occupational_health/publications/globstrategy/en/

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.042

Revisión sistemática y meta-análisis en seguridad y salud laboral (II): etapas

Systematic review and meta-analysis on occupational health and safety (II): stages
Revue systématique et méta-analyse dans santé et sécurité au travail (II): étapes

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Clara Díaz Aramburu

Mª Ángeles de Vicente Abad

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN. INSHT

Esta NTP presenta las revisiones sistemáticas (RS) y los meta-análisis (MA) como estudios de gran relevancia dentro del campo de la salud laboral y la prevención de riesgos laborales. Complementa a la anterior describiendo las etapas de la realización de una RS y MA, incluyendo la publicación de sus resultados.

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

Una revisión sistemática es una investigación que resume los resultados de varios estudios primarios con el objetivo de mostrar la evidencia científica más actualizada. Para elaborar una revisión sistemática (RS) o un meta-análisis (MA) se aplica una metodología objetiva y rigurosa que evita los posibles sesgos de la investigación. Para limitar el número de decisiones subjetivas durante la realización de la RS/MA se debe redactar previamente un *protocolo* en el que se plasmen todos los pasos a seguir y se detallen las estrategias para solventar las divergencias que surjan durante la elaboración de la RS.

El protocolo debe contener, además, información que describa con claridad el objetivo de la revisión, explique el contexto en el que se encuadra y detalle las etapas de desarrollo de la misma. En él quedarán descritas igualmente la forma en que se buscarán, seleccionarán y evaluarán críticamente los estudios, así como la manera en que se recopilarán y analizarán los datos de los mismos.

Las seis etapas básicas en la realización de una RS/MA que deben, por tanto, quedar detalladas en el protocolo, son:

a) Formulación de la pregunta.
b) Búsqueda y selección de los estudios.
c) Evaluación de la calidad de los estudios.
d) Recopilación de los datos.
e) Análisis, presentación e interpretación de los resultados.
f) Publicación de la RS/MA.

En la figura 1 se presentan las etapas de elaboración de una RS.

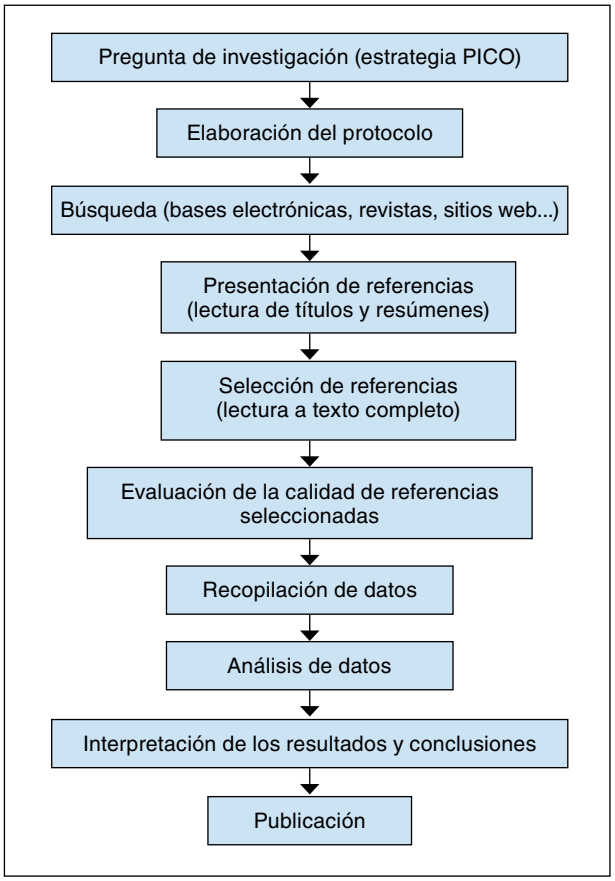


Figura 1. Etapas en la elaboración de una revisión sistemática.

2. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA

El primer paso en la elaboración de una RS/MA, como en cualquier investigación, consiste en la formulación de una pregunta científica clara y estructurada. Es importante invertir el tiempo necesario en esta fase, puesto que contar con una pregunta construida correctamente facilita el trabajo de las etapas posteriores, clarifica el objetivo de la revisión y ajusta los resultados de la búsqueda.

Para establecer una pregunta bien definida en la revisión de la literatura científica se emplea con frecuencia la estrategia PICO, cuyas siglas responden a los términos que deben ser incluidos en dicha cuestión: Population (Población/Participantes), Intervention (Intervención), Comparison (Comparación) y Outcome (Resultado).

Además de los elementos PICO, es interesante especificar también el tipo de estudio que puede ser más adecuado para responder a la pregunta de investigación (descriptivos, cohortes, casos y controles, ecológicos, transversales, etc.).

A continuación se ilustra con un ejemplo los distintos parámetros que debe incorporar la pregunta: *¿Muestran los estudios observacionales* (tipo de estudio) *un mayor riesgo de parto prematuro* (resultado) *entre las trabajadoras embarazadas* (población) *con jornada a turnos* (intervención) *que entre las que trabajan sin turnicidad* (comparación)?

3. BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Una vez queda establecido el objetivo de la RS, la siguiente etapa consiste en buscar los estudios de investigación que den respuesta a la pregunta planteada. Para ello se consultarán las fuentes bibliográficas que se establecieron de antemano en el protocolo.

Las búsquedas de las revisiones sistemáticas se caracterizan por ser exhaustivas y minuciosas. En la revisión debe especificarse la fecha en la que se efectúa la búsqueda y definir con detalle las estrategias empleadas, con el fin de hacer el proceso reproducible.

Un parámetro fundamental en la etapa de búsqueda es elegir las bases de datos generales de artículos científicos (PubMed-Medline, Embase, Cochrane Library, LILACS,…) y las específicas del área preventiva o de salud laboral en el que se encuadre la pregunta de la RS. No es lo mismo responder a una pregunta en materia de psicosociología que en el campo de la higiene industrial. Cada una de estas disciplinas tiene sus fuentes de información específicas bien conocidas por los expertos.

Es esencial diseñar para cada base de datos estrategias de búsqueda específicas que incluyan los elementos PICO de la pregunta de investigación traducidos a lenguaje documental.

Igualmente es necesario añadir, como complemento a estas bases electrónicas, búsquedas manuales en revistas y consultas de sitios web de reconocido prestigio en la materia del estudio, como pueden ser los institutos de seguridad y salud en el trabajo de los diferentes países, la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo o la Organización Internacional del Trabajo. Además se acudirá a las referencias bibliográficas de los artículos originales, tesis doctorales y resúmenes de congresos, entre otros.

El protocolo define unos criterios para incluir o excluir los estudios en la RS/MA que provienen directamente de la pregunta de la revisión. Estos criterios especifican las características de los estudios definiendo la población a la que afectan, la población con la que se compara, la duración del seguimiento, el tipo de diseño, el periodo a considerar en la búsqueda, el resultado o efecto a analizar en la investigación, el idioma de la publicación, etc. Todas las referencias obtenidas en la búsqueda se evalúan conforme a estos criterios de inclusión y exclusión para determinar su selección.

Lo deseable es que la selección de los estudios la lleven a cabo al menos dos revisores de forma independiente. En el caso de que existan discrepancias se aplica el procedimiento recogido en el protocolo para resolverlas.

Una vez obtenidos los resultados de la búsqueda, los revisores harán una primera criba, preseleccionando aquellos estudios cuyo título y resumen responda a la pregunta y que cumplan los criterios de inclusión. Las referencias resultantes de esta preselección se leerán a texto completo y se valorarán siguiendo los criterios de selección con el fin de determinar los estudios definitivos a incluir en la RS/MA.

Este proceso de selección de estudios suele mostrarse de forma gráfica en la RS/MA a través de un *diagrama de flujo* que presenta numéricamente las referencias localizadas en las búsquedas, las referencias excluidas y el número final de documentos incluidos en la RS/MA. El diagrama indica, igualmente, las causas que determinaron la exclusión de los estudios rechazados. En la figura 2 se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo.

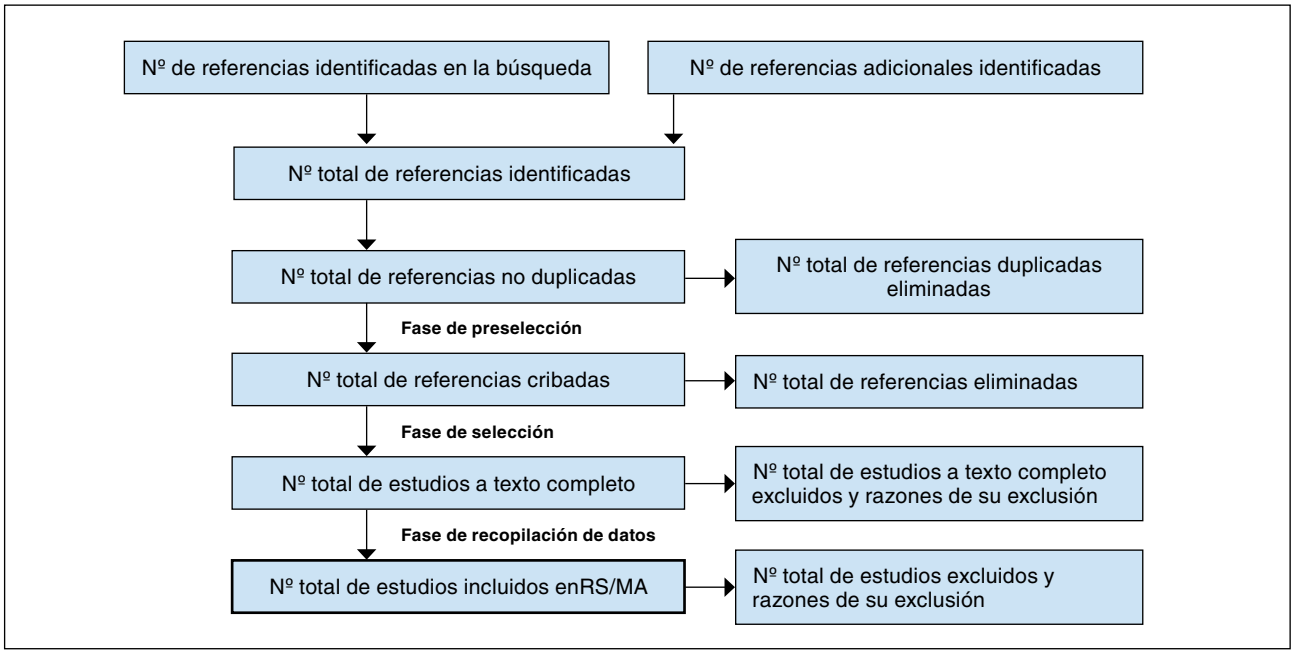


Figura 2. Diagrama de flujo.

4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS

La calidad de una revisión sistemática viene determinada por su metodología y por la calidad de los estudios que incluye. Los objetivos de esta fase son analizar en profundidad y valorar la metodología de investigación de cada uno de los estudios seleccionados.

En esta fase dos o más revisores de forma independiente analizan ciertos aspectos de la validez interna y externa, estudian la presencia de sesgos y miden la calidad de los estudios.

Para desarrollar esta tarea existen numerosas escalas e instrumentos de valoración en función del diseño del estudio. Hay que tener presente que en el campo de la salud laboral la investigación disponible es mayoritariamente de tipo observacional y, en este caso, las opciones se reducen. En esta NTP se citan dos ejemplos de instrumentos para valorar los diseños de estudio habituales en RS y MA de salud laboral. El primero es la *escala Newcastle-Ottawa (NOS)*[1] que se utiliza en RS y MA alimentadas de estudios de cohorte y caso-control. A través de ocho ítems evalúa la calidad de los estudios que se postulan para entrar en la revisión. La segunda herramienta de gran versatilidad y sencillo manejo son las *fichas de lectura crítica de OSTEBA (FLC Osteba)*[2]. Las FLC son unas herramientas metodológicas, en formato electrónico y en español, destinadas a la lectura crítica y a la síntesis de la evidencia científica. Esta plataforma dispone de fichas específicas para cada diseño de estudio epidemiológico que permiten analizar la información de una forma estructurada y rigurosa. Cada ficha está dividida en diez áreas para abarcar todos los aspectos relevantes como, la pregunta de investigación, el método, los resultados, las conclusiones, etc. La calificación final de la calidad de los estudios se otorga de forma cualitativa, pudiendo ser: alta, media, baja y no clasificable.

5. RECOPILACIÓN DE DATOS

El objetivo de esta fase es extraer y recopilar toda la información relevante y necesaria de los estudios seleccionados para el RS/MA.

En el protocolo se presenta un *formulario de recogida de datos* que tiene como fin extraer de forma homogénea toda la información relevante de los estudios incluidos en la revisión. No existe un único modelo de formulario, puesto que lo más adecuado es que los propios revisores lo diseñen de acuerdo a su pregunta de investigación incorporando los diferentes campos de interés.

Los datos recopilados en el formulario son posteriormente incluidos en las *tablas de evidencia* que, al presentar la información clave de los estudios, son de gran utilidad para visualizar las similitudes y diferencias entre los mismos. Entre las variables que deben incluirse en estas tablas se encuentran: la referencia bibliográfica, el diseño del estudio analizado, el contexto de la investigación (ubicación, año, circunstancias, etc.), la población y muestra con la que cuenta, los resultados obtenidos, las conclusiones alcanzadas y la valoración de la calidad de la etapa previa.

Las FLC Osteba, comentadas en el apartado anterior de evaluación de la calidad, presentan la ventaja de agilizar la síntesis de la información gracias a la generación automática de las tablas de evidencia.

6. ANÁLISIS, PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez evaluada la calidad, los autores de la RS/MA están en condiciones de describir y analizar los datos de los estudios incluidos.

En el caso de las revisiones sistemáticas el análisis es de tipo cualitativo. Esto se traduce en la redacción de una discusión narrativa de las características y resultados de los estudios. Por otro lado, en los meta-análisis se analizan los estudios incluidos de forma cuantitativa mediante la combinación estadística de los datos, con el fin de obtener un único estimador global. Es interesante contar con un experto que oriente sobre las técnicas estadísticas más adecuadas para esta combinación cuantitativa de los estudios.

Los resultados de los MA se suelen presentar gráficamente en el *forest plot* o gráfico de efectos, del que se muestra un ejemplo en la figura 3. En este gráfico se representa el tamaño del efecto de cada estudio individual con su intervalo de confianza y el efecto global del MA en la parte inferior de la figura. El valor medio de cada estudio se suele representar mediante un símbolo (cuadrado o rombo) cuya área es proporcional al peso con el que interviene en el cálculo global. Las líneas paralelas al eje de abscisas que se encuentran a ambos lados de cada valor medio corresponden al intervalo de confianza.

Un aspecto clave a tener en cuenta a la hora de meta-analizar los datos es la heterogeneidad de los estudios. Se deben realizar las pruebas estadísticas de heterogeneidad oportunas para conocer si la variación observada en los resultados de los estudios equivale a la variación esperada debida al azar. En caso de que se confirme la heterogeneidad entre los estudios, los autores deben reflejarlo en la revisión y recomendar al lector la interpretación cautelosa de los resultados del MA. Cuando los autores observen una importante heterogeneidad entre los estudios será más recomendable decantarse por la realización de una RS, con un enfoque cualitativo, en lugar de un MA. En el texto de la RS se explicará la imposibilidad de combinar cuantitativamente los datos por el riesgo de obtener un resultado sesgado.

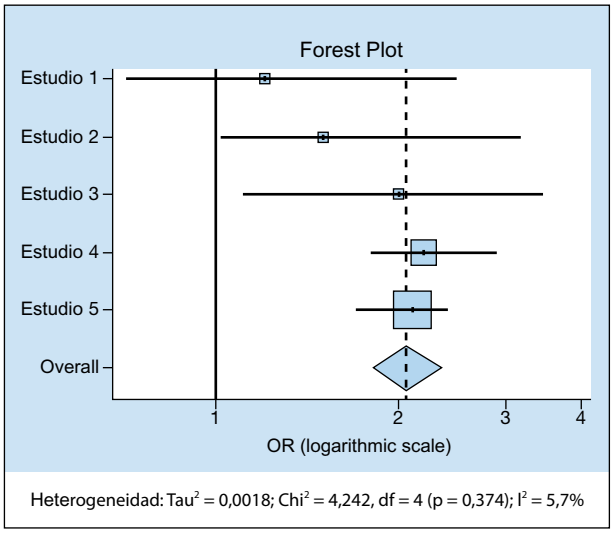


Figura 3. Ejemplo de forest plot o gráfico de efectos y resultados de la prueba de heterogeneidad.

1. http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp
2. http://www.lecturacritica.com/es/

7. PUBLICACIÓN RS/MA

La última e imprescindible etapa de toda RS/MA es su publicación mediante una exposición completa y adecuada de todo el proceso, con independencia de los resultados obtenidos. Para facilitar este trabajo se han publicado algunas guías al respecto, como por ejemplo la *Declaración PRISMA*. Este documento tiene la intención de guiar a los autores en la elaboración de RS/MA, y así lo manifiesta su título "Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y meta-análisis". Se trata de una herramienta para mejorar la claridad y transparencia de la publicación de las RS/MA. Presenta una lista de comprobación de 27 ítems que deben incluirse en la publicación de una RS/MA, además de un modelo de diagrama de flujo de las cuatro etapas de la búsqueda y selección de estudios (identificación, cribado, eligibilidad e inclusión).

Las RS y MA juegan un papel fundamental en el avance del conocimiento y son herramientas clave para mostrar la evidencia científica en torno a una pregunta de investigación. Es por tanto preciso compartir este conocimiento con total transparencia mediante la elaboración rigurosa y la publicación de este tipo de estudios.

BIBLIOGRAFÍA

CENTRO COCHRANE IBEROAMERICANO, TRADUCTORES.
Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0 [actualizada en marzo de 2011] [Internet].
Barcelona: Centro Cochrane Iberoamericano; 2012.
Disponible en http://www.cochrane.es/?q=es/node/269

GISBERT JP, BONFILL X.
¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y meta-análisis?
Gastroenterol Hepatol 2004; 27(3): 129-49.

LÓPEZ DE ARGUMEDO M, REVIRIEGO E, ANDRÍO E, RICO R, SOBRADILLO N, HURTADO DE SARACHO I.
Revisión externa y validación de instrumentos metodológicos para la Lectura Crítica y la síntesis de la evidencia científica.
Madrid: Plan Nacional para el SNS del MSC. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco (Osteba); 2006. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: OSTEBA Nº 2006/02.

SÁNCHEZ-MECA J.
Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis.
Aula abierta 2010; 38 (2): 53-64.

URRÚTIA G, BONFILL X.
Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis.
Med Clin (Barc) 2010; 135 (11): 507–511.

VAN DER MOLEN HF, HOONAKKER PL, LEHTOLA MM, HSIAO H, HASLAM RA, HALE AR ET AL.
Writing a Cochrane systematic review on preventive interventions to improve safety: the case of the construction industry.
Med Lav 2009; 100(4): 258-67.

VON ELM E, ALTMAN DG, EGGER M, POCOCK SJ, GØTZSCHE PC, VANDENBROUKE JP.
Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales.
Gac Sanit. 2008; 22(2): 144-50.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.043

Eficacia preventiva y responsabilidad social empresarial (I)

Preventive effectiveness and corporate social responsibility (I)
Efficacité préventive et responsabilité social des entreprises (I)

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Manuel Bestratén Belloví
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

Xavier Poy Quintana
SGS TECNOS, S.A.

Esta NTP presenta los resultados del estudio de campo realizado en el año 2013 en 65 empresas que se desenvuelven en el camino de la excelencia, respecto a la interrelación entre la eficacia del sistema de prevención de riesgos laborales y las acciones de Responsabilidad Social (RS), así como su contribución al éxito empresarial. Supone una continuación de las NTP 643 y 644 sobre "Responsabilidad Social Empresarial" y las NTP 966 y 967 sobre "Eficacia preventiva y Excelencia empresarial". Se expone aquí la metodología de actuación seguida para la identificación y clasificación de las acciones de RS y las conclusiones del estudio. En la siguiente se exponen las mejores prácticas identificadas, así como las reflexiones que se derivan 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

En esta NTP se presentan los resultados del "*Estudio de campo sobre la integración de la Prevención de Riesgos Laborales a la Política de Responsabilidad Social y su contribución al éxito empresarial".* Tal estudio surge del interés del INSHT por dar continuidad al trabajo de campo realizado en el año 2011 y ahondar con mayor firmeza en el conocimiento de la relación recíproca entre la gestión empresarial excelente, y por tanto responsable, y la eficacia del sistema de prevención. En base a ello, el objeto de la investigación ha sido doble; por un lado, analizar la correlación entre el nivel de calidad del sistema de gestión preventivo y el nivel de gestión de la Responsabilidad Social Empresarial, demostrado en base a criterios inspirados en los estándares de Responsabilidad Social más relevantes; y por otro, identificar buenas prácticas en materia de Responsabilidad Social Empresarial entre las organizaciones participantes en el estudio con el fin de difundirlas y que puedan servir como fuente de inspiración a otras organizaciones. Más allá de los resultados obtenidos, la propia metodología aplicada con los cuestionarios diseñados para la identificación y evaluación de responsabilidades puede ser por ella misma provechosa para cualquier organización que quiera adentrarse en esta materia para poder seleccionar y priorizar sus acciones.

En el contexto actual cabe insistir en la importancia que tiene la Responsabilidad Social Empresarial por lo que representa de muestra evidente de compromiso ante los trabajadores, proveedores, accionistas, clientes y la misma sociedad. Una empresa que no sea completamente responsable no puede ser excelente, teniendo graves dificultades de pervivencia. No obstante, la RS aún no está suficientemente valorada en el mundo empresarial y no es gestionada optimizando los esfuerzos que se realizan. Se limita a algunas acciones de dimensión social, utilizadas muchas veces más bien como marketing social o el también denominado, marketing "con causa". Algo diferente a lo que debiera entenderse como un verdadero comportamiento responsable, que muchas organizaciones sí que están demostrando, y que este estudio examina y evidencia. La sociedad reclama una rigurosa ética institucional y en la actividad empresarial, no estando la ciudadanía dispuesta a tolerar comportamientos indebidos en las organizaciones, por circunstanciales u ocasionales que fueren.

Hay muchos motivos por los cuales numerosas firmas muestran un especial interés por ser responsables, entendiendo por responsabilidad, el ser exitosos en sus negocios, a la vez que intachables en las prácticas empresariales. Para ello, desarrollan políticas que propugnan y controlan la integridad y el respeto a valores morales, así como la transparencia en sus actuaciones, formando parte la atención a las personas y a sus condiciones de trabajo como algo insoslayable en sus estrategias de negocio. Ha quedado de manifiesto que existen muchas empresas responsables con resultados económicos excelentes, siendo decisivo por tanto conocer como lo logran y qué elementos de gestión aplican para alcanzarlo. Por ejemplo, se ha constatado que las empresas que forman parte del Índice bursátil Dow Jones Sostenibility del Reino Unido, seleccionadas por su buen comportamiento ético demostrado, obtienen más beneficios económicos que las que integran otros índices convencionales (un 40% de promedio de revalorización en los últimos diez años), siendo cada vez más valorados tal tipo de comportamientos por parte de inversores, junto al mayor atractivo que tales empresas generan para la ciudadanía. La continuidad empresarial está cada vez más ligada a la transparencia que demandan: clientes, trabajadores, proveedores y la sociedad en general; no pudiéndose obviar los efectos sobre los resultados empresariales, sean económicos sociales y ambientales, que puedan

tener prácticas empresariales que fueran reprobables de la índole que fueran, aunque ello fuera puntualmente. A través de Internet, las redes sociales, y el boca oreja, es conocida de inmediato cualquier práctica no aceptable, incluso más allá de los límites reglamentarios, y con la trascendencia que ello supone.

La reputación de una organización, asociada al valor de marca y generada por el buen gobierno demostrado, es el activo intangible más valioso de una organización, solo alcanzable con comportamientos responsables, continuados y controlados. Mediante una cultura fundamentada en valores y la existencia de códigos de actuación que promuevan lo que hay que hacer y eviten lo que es inaceptable podrán garantizarse decisiones y actuaciones respetables en el seno de las organizaciones. Está suficientemente demostrado que las empresas excelentes van más allá del cumplimiento de mínimos reglamentarios y optimizan sus esfuerzos para generar valor en todas sus actuaciones.

La presente Nota Técnica de Prevención y la siguiente, pretenden aportar información útil a empresas y profesionales de la prevención que posicionen la excelencia como objetivo ineludible de pervivencia en un mundo marcado por la competitividad, y que al mismo tiempo quieran conocer qué factores y prácticas diferenciales caracterizan a las empresas que se plantean contribuir de manera exitosa a la salud de las personas y de la propia organización.

Hay que tener en cuenta, que tal como manifiesta el Libro Verde la Unión Europea sobre Responsabilidad Social Empresarial, la Prevención de riesgos laborales y la atención a las condiciones de trabajo tienen un carácter prioritario por la trascendencia en la propia actividad laboral y su repercusión ante los agentes internos y externos, que son determinantes del desarrollo empresarial. Aunque tal Libro Verde establece que las acciones de responsabilidad social van más allá de lo reglamentado y son voluntarias, es necesario destacar que dentro de éstas se encuentran las ligadas a comportamientos morales que deben ser priorizadas e igualmente asumidas con rigor.

Las prácticas de Responsabilidad Social son múltiples. Solo hay que consultar la Guía sobre esta materia: ISO 26.000-2010, no certificable, que muestra una amplia relación de buenas prácticas en esta materia. De lo que se trata es que la empresa responsable a la vez que competitiva desarrolle una política y un plan de actuación en este campo. El punto de partida para desarrollar tal plan de actuación tal como se apunta en la NTP 644 sobre RSE es:

- Analizar las actuaciones de responsabilidad social que la empresa viene aplicando, a veces sin tener conciencia de ello y sin una gestión al respecto;
- Analizar el impacto social y ambiental de la actividad empresarial;
- Tomar en consideración los intereses de las interlocutores sociales y en especial, los trabajadores; y finalmente,
- Conocer qué están haciendo al respecto otras empresas de referencia, y en particular las del sector.

De acciones de responsabilidad social pueden aplicarse muchas, por ello la empresa debiera tomar a priori conciencia de lo que es prioritario porque responde mejor a obligaciones morales y a los intereses de trabajadores y de empresa. Habría para ello, luego, formular proyectos de actuación en este campo con acciones de RS seleccionadas, implantarlos, disponer de indicadores para el correcto seguimiento de las acciones emprendidas y evaluar los resultados en un proceso de mejora continua.

2. FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO REALIZADO

Tipos de responsabilidades sociales

Las responsabilidades sociales asumidas por las organizaciones que han sido analizadas en el estudio de campo se abordan desde la clasificación indicada en la NTP 644 “Responsabilidad Social de las empresas: tipos de responsabilidades y plan de actuación”, que las divide en primarias, secundarias y terciarias.

- *Primarias*: Son inherentes a la actividad específica de la empresa e influyen directamente sobre sus resultados y su supervivencia. Suelen estar relacionadas con requisitos legales y exigencias morales/éticas tales como cumplir con rigor las leyes, reglamentos o normas pertinentes, así como respetar las costumbres y los compromisos adquiridos. No responder adecuadamente a lo que representan podría llegar a tener graves consecuencias para la continuidad de una empresa.
  - Ejemplo: Proporcionar a los trabajadores los equipos de protección individuales adecuados a los riesgos existentes, sin coste para los trabajadores, y velar por su uso correcto.
- *Secundarias*: Tienen incidencia sobre la actividad empresarial y de los grupos sociales con los que se relaciona, si bien la incidencia puede no ser directa. Se sitúan más allá de los mínimos legalmente exigibles y suelen suponer una mejora del entorno laboral y social con repercusión positiva, no sólo en los resultados económicos, sino también en el bien común del entorno inmediato de la empresa.
  - Ejemplo: Extender la vigilancia de la salud a la prevención y el tratamiento de patologías comunes de tipo no laboral y desarrollar acciones de promoción de la salud dentro y fuera del trabajo.
- *Terciarias*: Son actuaciones encaminadas a mejorar determinados aspectos del entorno social no inmediato de la empresa, más allá de su actividad específica. Están claramente muy por encima de los mínimos legales exigibles y no tienen una incidencia directa sobre los grupos sociales con los que se relaciona habitualmente tales como trabajadores, clientes o proveedores.
  - Ejemplo: Participación en campañas benéficas destinadas a víctimas de catástrofes naturales.

El límite entre tales responsabilidades puede resultar a veces difícil de establecer, si bien las responsabilidades primarias son siempre prioritarias frente a las secundarias, y éstas a su vez lo son respecto a las consideradas responsabilidades terciarias.

Grupos de interés

Las responsabilidades se pueden ejercer respecto a diversos colectivos de personas: Los trabajadores, la comunidad, los clientes y/o usuarios, los accionistas y los proveedores. Sin embargo, no todos ellos deben recibir la misma importancia en una evaluación de las prácticas Responsabilidad Social.

- *Trabajadores:* Los trabajadores son receptores netos tanto de las políticas de prevención como de las políticas de Responsabilidad Social. Desgraciadamente, es un colectivo que no siempre es tratado de manera responsable a pesar de ser el principal activo de una organización. Debido a ello los trabajadores son el grupo de interés de mayor importancia en la evaluación.
- *Comunidad:* Lo conforma el entorno social en el que se ubica cada organización. Si bien no es receptor directo de las políticas de prevención, sí que lo es de las ac-

<table>
<tr><th>GRUPO DE INTERÉS</th><th>RESPONSABILIDADES PRIMARIAS</th><th>RESPONSABILIDADES SECUNDARIAS</th><th>RESPONSABILIDADES TERCIARIAS</th></tr>
<tr><td>(Sistema de gestión de la RS)</td><td colspan="3">(10%) Bloque A.1.
7 preguntas</td></tr>
<tr><td>Trabajadores</td><td rowspan="2">(40%) Bloque A.2.
10 preguntas</td><td>(15%) Bloque A.3.
10 preguntas</td><td>(10%) Bloque A.5.
5 preguntas</td></tr>
<tr><td>Comunidad</td><td>(10%) Bloque A.4.
7 preguntas</td><td>(5%) Bloque A.6.
2 preguntas</td></tr>
<tr><td>Clientes/Usuarios</td><td colspan="3" rowspan="3">(10%) Bloque A.7.
10 preguntas</td></tr>
<tr><td>Accionistas</td></tr>
<tr><td>Proveedores</td></tr>
</table>

Tabla 1. Modelo de evaluación del nivel de Responsabilidad Social según criterios del INSHT.

ciones emprendidas en los terrenos medioambientales y/o de seguridad exterior. Actualmente es inexcusable que una actividad empresarial desatienda las demandas de respeto al medio natural y a la salud de las personas de sus alrededores. Por ello, la evaluación otorga una gran relevancia a éste grupo.

- *Clientes y/o usuarios*: Este colectivo tiende a ser tratado de manera responsable de forma natural, a excepción de empresas o grupos de empresas con gran poder sobre el mercado. Engañar o no tratar debidamente a los clientes pone en peligro la principal fuente de ingresos. No obstante, este grupo de interés recibe una importancia menor en el modelo de evaluación.
- *Accionistas*: Los accionistas también son tratados responsablemente de manera natural. Una empresa que mienta o esconda información sensible a sus accionistas está arriesgando su propia existencia. En la evaluación este colectivo también recibe una importancia menor.
- *Proveedores*: Toda empresa necesita de los bienes o servicios que otras organizaciones le proporcionan para su actividad propia. Cabe esperar que cada empresa seleccione responsablemente a sus proveedores clave, de lo contrario la calidad de sus productos o servicios podría verse dañada. Se asume que este colectivo también recibe una importancia menor.

Modelo de evaluación simplificada que ha sido aplicado

Mediante el cruce de los tipos de Responsabilidad Social con cada uno los grupos de interés, se ha definido un modelo de evaluación simplificado, en base a diversos interrogantes, a las que se les ha asignado un valor semicuantitativo en función del tipo de respuesta dado. Se ha complementado el modelo de manera transversal con algunos elementos de sistemas de gestión de Responsabilidad Social. Se muestra la base del modelo en la tabla 1.

La respuesta a las preguntas planteadas se obtiene a través de la técnica de entrevista estructurada a informantes clave de la organización, junto a un breve cuestionario de validación dirigido a los trabajadores de la misma. La entrevista se dirige a dos figuras concretas: Un directivo con capacidad ejecutora en temas de Responsabilidad Social (típicamente responsables de departamentos de recursos humanos) más el responsable o coordinador de seguridad y salud laboral de la organización. La encuesta a trabajadores requiere de una muestra mínima del 10% de los trabajadores que, idealmente, represente las diversas áreas de la empresa. Los resultados obtenidos de los cuestionarios de los trabajadores se utilizan como control y elemento de corrección de las valoraciones obtenidas en la entrevista a los responsables de la organización.

El modelo de evaluación planteado incluye preguntas de diversos ámbitos que también se encuentran en modelos de reconocido prestigio. En la tabla 2 se muestra una comparativa entre los elementos incluidos en el modelo simplificado del estudio y los modelos más relevantes de gestión de la Responsabilidad Social.

La lista de cuestiones planteadas que componen este modelo simplificado de evaluación se encuentra detallada en el nuevo calculador del INSHT, dentro de la disciplina de "Gestión de la Prevención", bajo la denominación de *"Evaluación simplificada de la prevención y la responsabilidad social empresarial"*. Se recomienda su consulta y su utilización para una mejor comprensión de tal metodología, cuyos resultados de aplicación en el estudio de campo realizado se recogen en esta NTP, y que además han permitido su validación.

3. CORRELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE LA GESTIÓN PREVENTIVA Y EL NIVEL DE RESPONSABILIDAD SOCIAL

El estudio de campo recoge las autovaloraciones realizadas en un conjunto de 65 empresas, teniendo en cuenta criterios relativos a la gestión de la Responsabilidad Social y a la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales en particular. El alcance de este estudio no representa ningún tipo de auditoría o comprobación fehaciente de la calidad de lo ejecutado, de forma que las valoraciones, aportaciones y opiniones son las que los informantes han efectuado libremente ante un equipo de especialistas en materia de seguridad y salud

	MODELO INSHT	GLOBAL COMPACT	AA1000	AMNESTY INTERNATIONAL	BSCI	FAIS LABOUR ASOCIATION	FORÉTICA	GLOBAL REPORTING INITIATIVE (GRI)	SAI (SA 8000)	EFQM
MATERIAS FUNDAMENTALES										
Gobernanza de la Organización.	x		x			x	x	x	x	x
Derechos Humanos.	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Prácticas Laborales.	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Medio Ambiente.	x	x	x		x		x	x		x
Prácticas justas de Operación.	x	x	x		x		x	x	x	x
Asuntos de Consumidores.	x		x				x	x	x	x
Desarrollo de la Comunidad.	x		x		x		x	x	x	x
PRÁCTICAS PARA INTEGRAR LA RS										
Reconocer la RS.	x		x		x	x		x	x	x
Identificación e involucración de las partes interesadas.			x		x	x		x	x	x
Relación de las características de una organización con RS.			x							x
Reconocer la RS en la Organización.	x		x		x			x	x	x
Prácticas para integrar la RS en la Organización.	x	x	x	x		x			x	x
Comunicación.			x			x		x	3	x
Aumentar la credibilidad.			x	x		x		x	x	x
Revisión y mejora.			x			x		x		x

Tabla 2.Comparativa de los elementos incluidos en modelo de evaluación de la Responsabilidad Social del INSHT frente a otras modelos e iniciativas de reconocido prestigio.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO	
CRITERIOS OBLIGATORIOS	• Haber sido constituida con anterioridad al año 2003, inclusive. • Haber vivido un proceso de crecimiento con incremento de plantilla desde su fundación, hasta al menos el año 2007. • Ofrecer en los tres últimos años 2010, 2011 y 2012, índices de siniestralidad inferiores al promedio del sector. • No haber realizado Expediente de Regulación de Empleo en los últimos 3 años. • No haber sido sancionada por infracción grave en materia de prevención de riesgos laborales. • Tener una plantilla a 31 de Diciembre del año 2012 hasta 250 trabajadores, aunque podrá haber un máximo de cinco empresas que superen dicho valor.
CRITERIOS ADICIONALES	• Haber recibido distintivos de Excelencia y/o de Responsabilidad Social Empresarial, otorgados por instituciones o entidades de reconocido prestigio.

Tabla 3. Criterios de selección de la muestra de empresas estudiada.

y formado específicamente para la realización de tal estudio. Las empresas han sido seleccionadas según criterios de tamaño, sector, antigüedad, resultados y exigencias de sistemas de gestión como garantía de su nivel de calidad. La tabla 3 muestra los criterios que se han exigido a las empresas participantes. La figura 1 muestra la caracterización del conjunto de las 65 empresas analizadas.

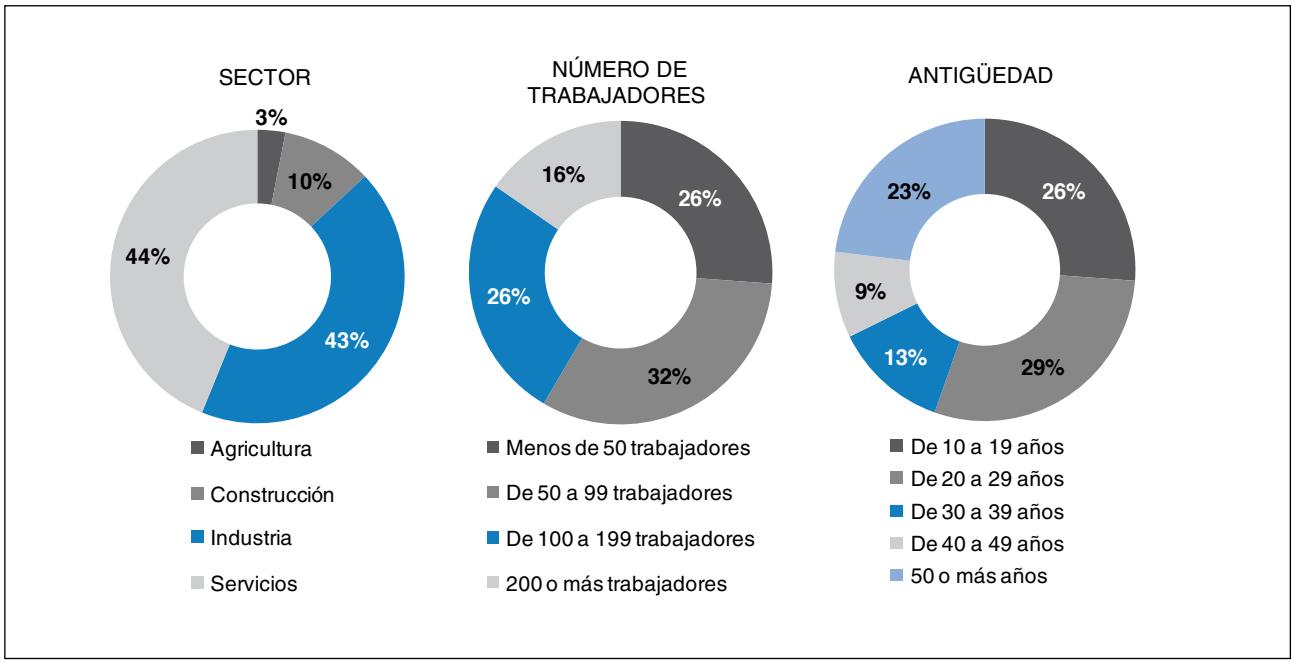


Figura 1. Caracterización del conjunto de las empresas participantes.

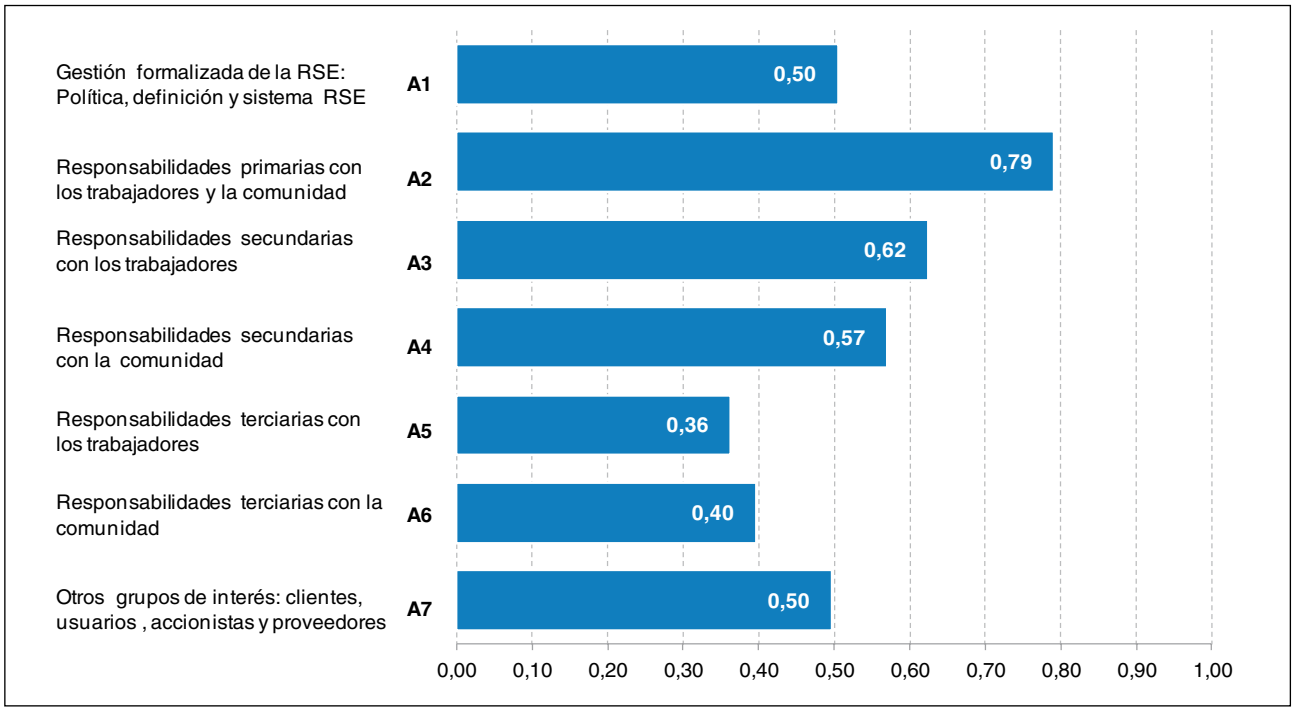


Figura 2. Autovaloración promedio de las 65 empresas participantes en el modelo de evaluación de gestión de la Responsabilidad Social.

Las autovaloraciones promedio de las 65 empresas participantes en cada uno de los bloques definidos en el modelo de evaluación simplificado de la gestión de la Responsabilidad Social Empresarial se recogen en la figura 2. para los bloques A.1. hasta A.7.

En cuanto a la evaluación de la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales se ha utilizado la misma metodología que en el estudio anterior del año 2011, denominado "*Estudio de campo sobre la contribución de la eficacia del sistema de Prevención de Riesgos Laborales a la excelencia empresarial*". El modelo empleado se describe en la NTP 966. A modo de resumen se muestran los elementos que componen este modelo en la tabla 4. La figura 3 recoge las autovaloraciones promedio de las 65 empresas participantes en cada uno de los bloques definidos en el modelo de evaluación de la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales para los bloques B.1. hasta B.11.

Los valores globales del término A (Gestión del a Responsabilidad Social) y del término B (Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales) son calculados a partir de los pesos asignados a los correspondientes bloques y ligeramente corregidos en función de las valoraciones

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (Cada bloque tiene 4 preguntas y el mismo peso)	Bloque **B.1.** Política y organización preventiva	Bloque **B.2.** Evaluación de riesgos	Bloque **B.3.** Medidas de prevención
Bloque **B.4.** Información, formación y participación	Bloque **B.5.** Revisiones periódicas	Bloque **B.6.** Medidas de control	Bloque **B.7.** Vigilancia de la salud
Bloque **B.8.** Modificaciones y adquisiciones	Bloque **B.9.** Recursos humanos y materiales	Bloque **B.10.** Coordinación de actividades empresariales	Bloque **B.11.** Investigación de accidentes

Tabla 4. Elementos para la valoración de la gestión de la prevención según criterios del INSHT.

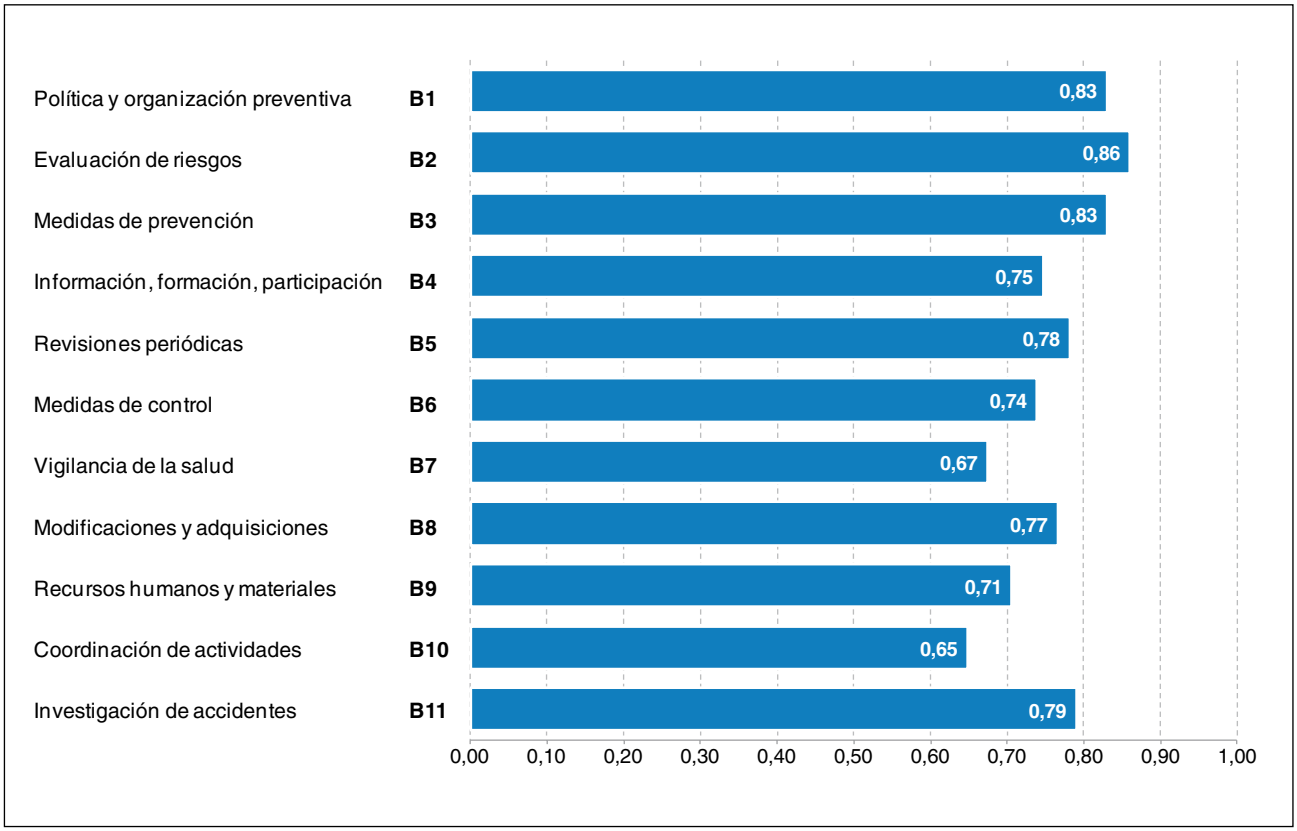


Figura 3. Autovaloración promedio de las 65 empresas participantes en el modelo de evaluación de la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales.

proporcionadas por la encuesta a trabajadores. Con dichos valores se construye el gráfico de la figura 4, con el valor de A en el eje de abcisas y el valor de B en el eje de ordenadas. Cada punto en el gráfico corresponde a una de las empresas analizadas. Cabe observar que para la construcción de esta gráfica se han eliminado 15 de las 65 empresas seleccionadas, en base a no alcanzar un valor de 0,65 en el bloque A.1 sobre responsabilidades primarias, o bien por presentar desviaciones importantes en el nivel de gestión de Prevención de Riesgos Laborales respecto al nivel de gestión de Responsabilidad Social: No se considera coherente que una empresa obtenga un valor en el eje B mucho menor que en el eje A, ya que significaría que atiende peor sus obligaciones legales que sus acciones de mejora social que son voluntarias.

Tras la criba de selección se puede observar que las 50 empresas restantes muestran un mayor nivel de calidad en Prevención de Riesgos Laborales (B) a medida que el nivel de calidad de gestión de la Responsabilidad Social (A) aumenta. Se ha ajustado una línea recta por el método de los mínimos cuadrados, obteniéndose una expresión que confirma la tendencia positiva. Se observa que si la recta obtenida se prolonga por la izquierda hasta el eje de ordenadas se obtiene un valor alrededor de B alrededor de 0,45. Este hecho se puede interpretar como que cualquier empresa socialmente responsable debe garantizar

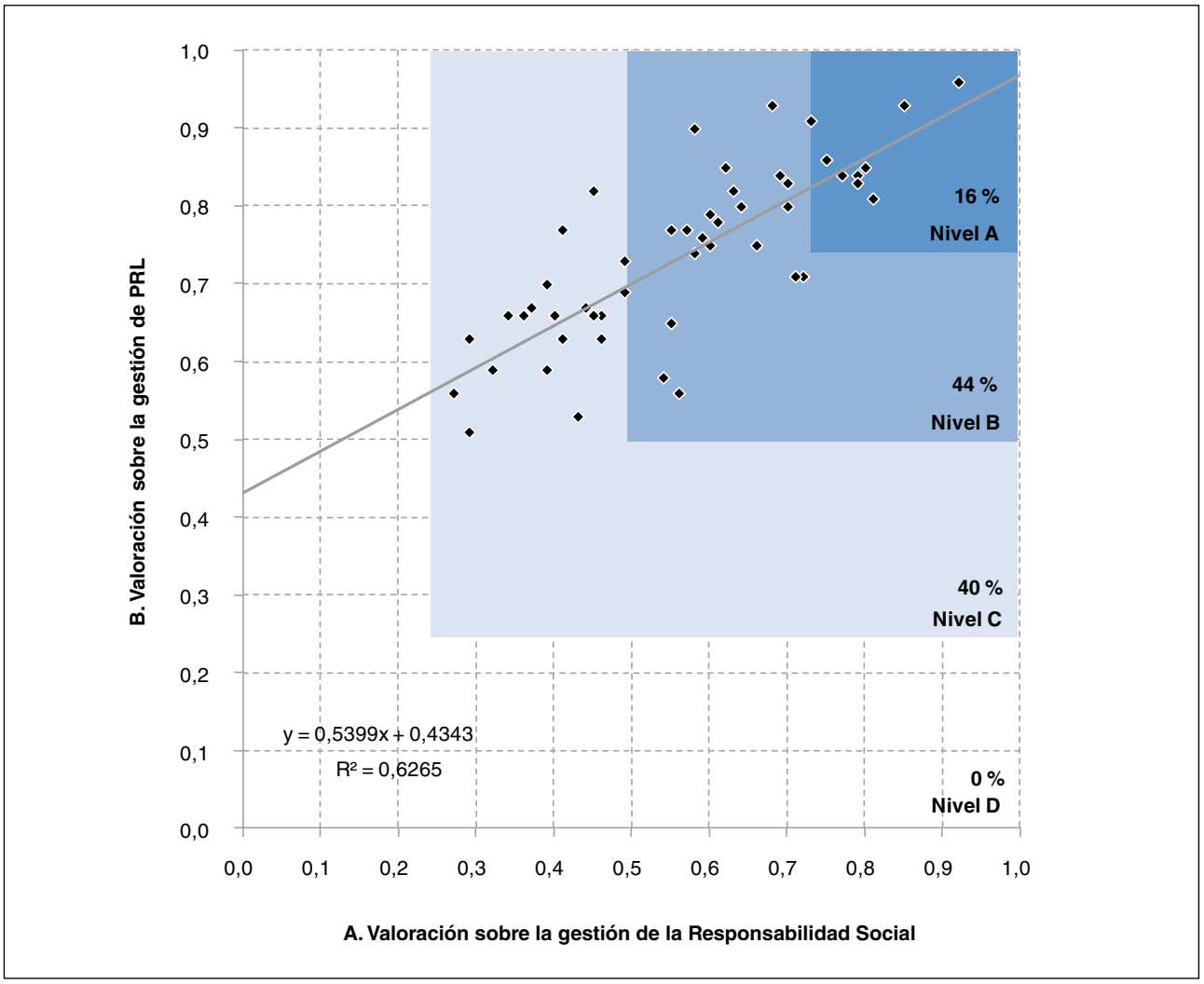


Figura 4. Correlación entre gestión de la prevención de riesgos laborales y gestión de la RS para 50 empresas seleccionadas.

un nivel de calidad en la gestión de la Prevención de Riesgos que supera ampliamente los mínimos estrictamente legales, situados alrededor de 0,25.

Para facilitar un análisis pormenorizado se han definido cuatro niveles, denominados niveles A, B, C y D. Cabe observar que las 15 empresas descartadas pertenecían en su mayoría al nivel D o bien al nivel C. Las 50 empresas seleccionadas finalmente presentan todas ellas valores elevados en responsabilidades primarias (A.2.). Las empresas de nivel A presentan valores superiores respecto las de nivel B y C en cuanto a responsabilidades secundarias y terciarias (A.3. hasta A.6.), así como en gestión formalizada (A.1). Las empresas de nivel B presentan valores superiores a las de nivel C en cuanto a responsabilidades secundarias. Las empresas de nivel C presentan valores más bajos que las anteriores tanto en responsabilidades secundarias y terciarias, así como en una gestión formalizada de esta materia.

Otro factor que se analizó fue el del tamaño de la empresa. Se observa que superado un umbral aproximado de 50 trabajadores, no hay diferencias significativas y que las empresas se distribuyen de manera similar en cualquiera de los niveles A, B o C. Se observa que la gestión formalizada de la Responsabilidad Social (A.1.) es mejor en empresas que superan los 100 trabajadores.

4. MOTIVACIONES EMPRESARIALES HACIA LA RESPONSABILIDAD SOCIAL

El cuestionario administrado en las empresas participantes incluyó la siguiente pregunta clave: *¿Podría señalar las cuatro principales razones por la cuales, a su juicio, la empresa debe ser socialmente responsable?* La Dirección y el Responsable de Prevención disponían de una lista de diez posibles motivos y se les solicitó priorizar los cuatro más importantes. La distribución de todas las puntuaciones otorgadas permite elaborar el siguiente ranking de motivos. Ver fig. 5.

Se observa que el motivo principal es alcanzar la excelencia como organización. En un segundo nivel se observan dos motivaciones con un resultado muy similar: Valores éticos y morales, junto al aumento del orgullo de pertenencia de los trabajadores. Se ha analizado la lista de motivaciones por niveles A, B y C, con la finalidad de observar cambios según el nivel. Se observa que las empresas del nivel A apuestan con mayor claridad por alcanzar la excelencia. También dan mayor importancia relativa que el resto de organizaciones tanto a los valores éticos y morales como al liderazgo de la Dirección, y menor importancia relativa a la presión de los competidores o a las exigencias de mercado.

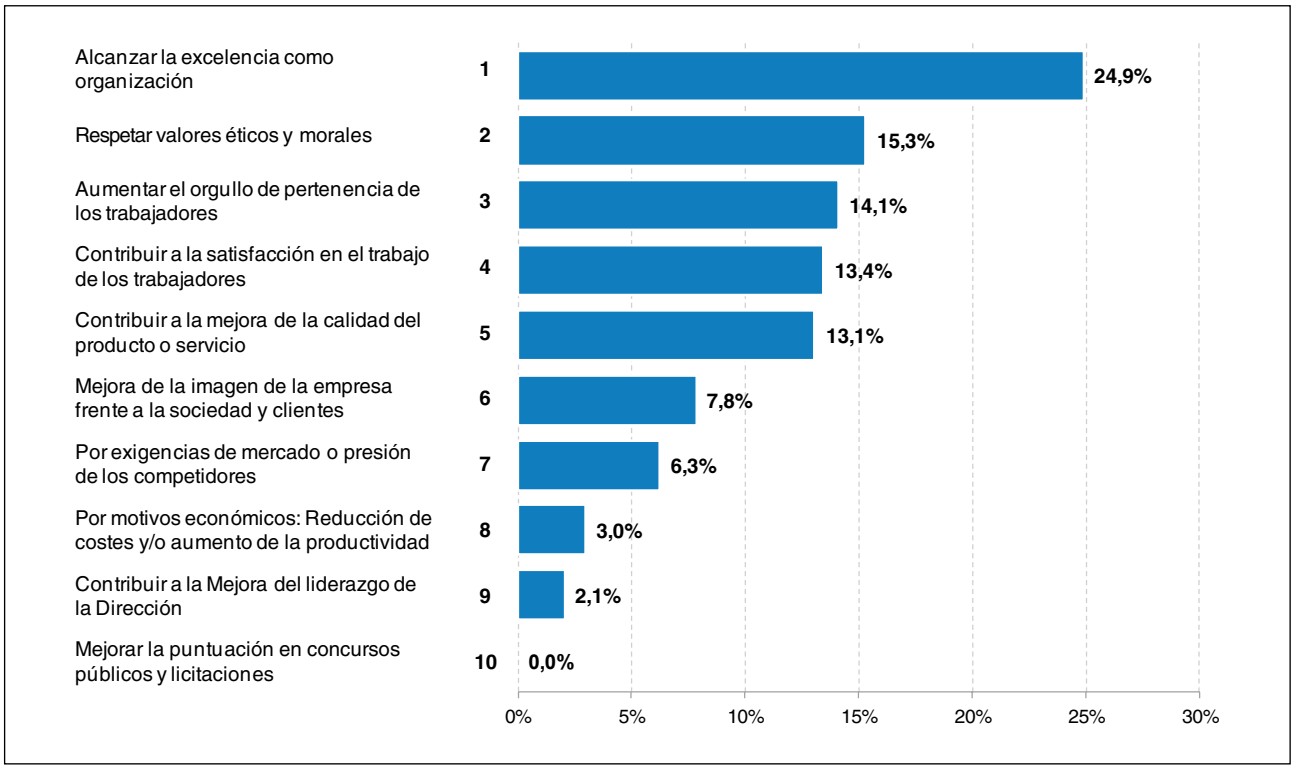


Figura 5. Principales motivaciones hacia la Responsabilidad Social.

BIBLIOGRAFÍA

BESTRATÉN, M. Y PUJOL LUIS.
Responsabilidad social empresarial y condiciones de trabajo.
Revista: Prevención, Trabajo y Salud. INSHT. Nº 31, pag. 25-40.

BESTRATÉN, M. Y PUJOL LUIS.
Ética empresarial y condiciones de trabajo.
Revista: Seguridad y Salud en el Trabajo. INSHT. Nº 42, pag. 6-17.

POY, XAVIER (SGS TECNOS)
Estudio de campo sobre la integración de la Prevención de Riesgos Laborales a la Política de Responsabilidad Social y su contribución al éxito empresarial.
INSHT, 2013.

Colección de Notas Técnicas de Prevención, INSHT
http://www.insht.ntp
NTP 643. Responsabilidad Social de las empresas: conceptos generales.
NTP 644. Responsabilidad Social de las empresas: tipos de responsabilidades y plan de actuación.
NTP 647. Responsabilidad Social de las empresas Modelo SAI 8000 (Social Accountability).
NTP 966 y 967. Eficacia preventiva y excelencia empresarial. Buenas prácticas en gestión empresarial.
NTP 997 y 998. Responsabilidad Social de las empresas: Modelo GRI G 4.

Herramientas para la prevención. Calculadores INSHT.
http://calculadores.insht.es
("Evaluación simplificada de la eficacia preventiva y la excelencia empresarial" y "Evaluación de la eficacia preventiva y la Responsabilidad Social")

Otras referencias y web recomendables

Modelo EFQM de excelencia.
http://www.EFQM.org

United Nations Global Compact.
http://www.unglobalcompact.org

Global Reporting Initiative (GRI).
http://www.globalreporting.org

Social Accountability International.
http://www.sa-intl.org

Norma SGE 21 de gestión ética y socialmente responsable.
http://www.foretica.org

Fair Labor Association.
http://www.fairlabor.org

Business Social Compliance Initiative (BSCI).
http://www.bsci-intl.org

Amnistía Internacional.
http://www.amnesty.org

AA1000 AccountAbility Principles Standard.
http://www.accountability.org

Norma ISO 26.000- 2010 sobre Responsabilidad Social.
http://www.aenor.es

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.044

Eficacia preventiva y responsabilidad social empresarial (II): buenas prácticas

Preventive effectiveness and corporate social responsibility (II): good practice
Efficacité préventive et responsabilité social des entreprises (II): bonnes pratiques

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Manuel Bestratén Belloví
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

Xavier Poy Quintana
SGS TECNOS, S.A.

Esta NTP complementa a la anterior en la que se han presentado los resultados del "Estudio de campo sobre la integración de la Prevención de Riesgos Laborales a la Política de Responsabilidad Social y su contribución al éxito empresarial", realizado en el año 2013 en 65 empresas. En esta se exponen las mejores prácticas en Responsabilidad Social Empresarial identificadas, así como las reflexiones derivadas de ellas.

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. EJEMPLOS DE BUENAS PRÁCTICAS

A partir de los la información cualitativa proporcionada en las entrevistas a empresas con estándares de prevención y excelencia considerables, se ha elaborado un compendio de ejemplos de buenas práctica en materia de Responsabilidad Social Empresarial.

Con la finalidad de inspirar a otras empresas en la adopción de buenas prácticas en esta línea, se ha procedido a clasificarlas por temáticas y categorizarlas en los niveles A, B o C según se traten de prácticas que desarrollan empresas con un nivel excelente en PRL y RS, un segundo nivel avanzado también en ambos campos, o bien, un tercer nivel más común. Ver tal clasificación en más detalle en la anterior NTP. Se encuentra recogidas en las siguientes tablas: tabla 1 - tabla 13.

2. REFLEXIONES CUALITATIVAS DESTACABLES

Muchos de los informantes que participaron en el estudio de campo expresaron opiniones cualitativas de gran relevancia para el estudio. Dado que las reflexiones de las empresas presentan una similitud importante entre sí se ha procedido a agruparlas en las siguientes tipologías:

1. **Ejecución de cuantiosas acciones de Responsabilidad Social sin ser percibidas como tales**: Al finalizar las entrevistas una amplia mayoría de las empresas participantes expresaron haber descubierto que realizaban muchas acciones del ámbito de la Responsabilidad Social sin que previamente tuvieran tal percepción. Dijeron que tales acciones se habían estado haciendo por costumbre o práctica social, sin otorgarle especial importancia y sin que hubieran sido percibidas como un beneficio de especial consideración por encima de requisitos legales. Con frecuencia indicaban que los aspectos culturales estaban detrás de tales acciones (Por ejemplo: Celebraciones colectivas, horarios flexibles para trabajadores con hijos, poner algunas instalaciones a disposición de los trabajadores para iniciativas propias no laborales, etc). En este sentido, estaban de acuerdo en que se debe progresar en la percepción, tanto de la Dirección como de los trabajadores, para poner de manifiesto tales acciones y extraerles al máximo valor dentro del proyecto empresarial

2. **Escasa sistematización de la gestión de la Responsabilidad Social**: La memoria anual de sostenibilidad siguiendo indicadores GRI es el elemento formal más frecuente con en el que las empresas entrevistadas recogían las acciones de Responsabilidad Social realizadas. Sin embargo, no se suele disponer de un sistema formalizado para su gestión, ni de una persona o departamento que lo liderara. Con frecuencia diversas áreas de la empresa realizan acciones no coordinadas que, en caso de disponer de memoria, quedan sin recoger. Muchos informantes indicaron también que no hay un estándar internacional en materia de Responsabilidad Social que sobresalga sobre los muchos estándares y modelos que existen, a diferencia de lo que ocurre con los sistemas de calidad o de gestión medioambiental. También se apreció la opinión que en el futuro crecerá la importancia de implantar sistemas de gestión de la Responsabilidad Social dada la tendencia creciente entre multinacionales y grandes empresas de auditar las prácticas laborales y medioambientales de sus proveedores extranjeros.

3. **Importancia de la coherencia al aplicar políticas de Responsabilidad Social**: La empresas con mayor nivel de excelencia que venían poniendo en práctica políticas responsables durante varios años coincidieron en que habían cambiado su enfoque inicial a medida que fueron avanzando. El enfoque inicial suelen ser acciones de tipo terciario, muy publicitadas y con un afán comercial velado, pero con un bajísimo impacto entre los trabajadores y la sociedad más inmediata. Este hecho puede dar lugar a una discrepancia obvia entre la realidad de la organización y los mensajes externos que difunde en caso que se hubieren desatendido las responsabilidades primarias o secundarias. Tales discrepancias pueden llegar a ser conocidas por la sociedad y los clientes mediante los medios sociales, provocando un deterioro de la imagen de la empresa con efectos comerciales negativos. (Ejemplo: Incoherencia entre publicitar la colaboración con campañas de ayuda a colectivos con riesgo de exclusión social mientras se practican políticas agresivas de recorte salarial y disminución en las inversiones para mantenimiento). El enfoque coherente se centra en priorizar las acciones de tipo primario y secundario, que revierten directamente en el beneficio de los trabajadores y del entorno de la empresa (Ejemplo: Otorgar puntuación extra en función de la proximidad al calificar proveedores de bienes o servicios). Las acciones de tipo secundario revierten positivamente en la empresa a nivel interno, por mejora del clima social y aumento de la productividad, como a nivel externo, por mejora de la imagen. Sólo cuando las prioridades secundarias han sido acometidas adecuadamente tiene sentido emprender campañas más abstractas o con alcance global.

4. **Los valores de los fundadores y propietarios son la piedra fundamental de la Responsabilidad Social Empresarial**: Finalmente, cuando se preguntó a muchas empresas quien tuvo la iniciativa en materia de Responsabilidad Social, o bien quien marcó sus líneas directrices, era común obtener como respuesta que habían sido los fundadores y/o propietarios. En muchas organizaciones la visión de los fundadores ha marcado las pautas de actuación en el mercado y de trato con los trabajadores, así como la manera de relacionarse con proveedores y el entorno natural. Esta característica es más evidente en empresas familiares y/o con largo recorrido desde su fundación. La visión inicial del fundador transpira a todas las capas y líneas de negocio de la organización, dando lugar a unas pautas de conducta, no siempre escritas, que definen lo que la propia empresa considera tolerable o rechazable. Los valores más comunes provenientes de los fundadores que fundamentan las políticas de Responsabilidad Social suelen incluir la honestidad contable, la lealtad entre personas (incluyendo clientes, trabajadores y proveedores), el respeto al medioambiente y la tolerancia social (no discriminación).

3. CONCLUSIONES RELEVANTES DEL ESTUDIO

- Una mejor gestión de la Responsabilidad Social Empresarial mejora las condiciones de trabajo y contribuye de manera positiva a una mejor gestión de la Prevención de Riesgos Laborales
- Una empresa socialmente responsable debe garantizar un nivel de calidad en la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales que supera los mínimos legales de una manera clara y evidente para cualquier trabajador propio o persona externa.
- La motivación más importante que impulsa la Responsabilidad Social Empresarial es alcanzar la Excelencia como organización, y en segundo lugar, el orgullo de pertenencia de los trabajadores.
- Las empresas excelentes dan mayor importancia relativa que el resto de organizaciones a los valores éticos y morales y al liderazgo de la Dirección. Los valores que fundamentan la Responsabilidad Social Empresarial son la honestidad contable, la lealtad entre personas, el respeto al medioambiente y la tolerancia social.
- Las organizaciones realizan gran cantidad de acciones de Responsabilidad Social Empresarial si bien no siempre son percibidas como tales. Las organizaciones excelentes lo formalizan en un sistema de gestión y lo consideran un factor de éxito empresarial.
- La Responsabilidad Social Empresarial debe ejecutarse de manera coherente, centrándose en acciones en beneficio directo de los trabajadores y del medio inmediato de manera prioritaria, ante otras acciones más alejadas del entorno local, aunque también pudieran ser de interés.

4. *BENCHMARKING* EN RESPONSABILIDAD SOCIAL

Tras la lectura detenida de los ejemplos de buenas prácticas mostradas, así como de las reflexiones presentadas en esta NTP y la anterior, se invita al lector a un ejercicio voluntario de benchmarking. El benchmarking es una herramienta estratégica que busca acelerar la competitividad de una organización mediante la comparación de sus resultados y sus métodos respecto a los logros y los procesos de las organizaciones más avanzadas en su clase.

Para ello el INSHT ha puesto a disposición de las empresas un nuevo calculador ubicado en la página http://calculadores.insht.es, bajo la disciplina de Gestión de la Prevención. El nuevo calculador aplica la metodología simplificada de evaluación de la excelencia en la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales y la excelencia en la gestión Responsabilidad Social Empresarial. El nuevo calculador permite situar a una empresa en un determinado nivel de excelencia y ayudarle a establecer las líneas directrices para mejorar tanto su Responsabilidad Social Empresarial como su gestión de la Prevención de Riesgos Laborales. Es muy recomendable que las preguntas-guía de la herramienta sean contestadas de manera conjunta y consensuada entre los representantes de la Dirección y los responsables de las principales áreas implicadas en la gestión de la Responsabilidad Social Empresarial, típicamente Recursos Humanos y Prevención de Riesgos Laborales. Es recomendable que los representantes de los trabajadores también participen en tal proceso de análisis en vistas a su objetividad y su implicación en ulteriores decisiones y acciones de mejora..

Se emplaza al lector a utilizar el calculador del INSHT y complementar el análisis y la posible estrategia a seguir con la lectura de las NTP referenciadas en la Bibliografía, como base orientativa de acciones y buenas prácticas que permitan mejorar sus resultados.

NIVEL	VALORES CORPORATIVOS
A	• Incorporar los valores éticos de la empresa en los procesos de selección de personal, solicitando a los candidatos sus argumentos a favor o en contra, a través de un debate grupal. • Renunciar a clientes cuyos objetivos, por su actividad, no están alineados con los valores corporativos. • Incluir en los criterios de selección de proveedores, ya sea de servicios o de materias primas, valores de responsabilidad social. Por ejemplo, sólo comprar aceite de palma con certificación Green Palm. • Un alto directivo de la compañía explica personalmente el código ético de manera periódica, y en especial a los trabajadores de nueva incorporación. • Auditorías de proveedores en las que se incorporan valores de responsabilidad social como salud de los trabajadores y respeto al medioambiente. • Cualquier presupuesto sobrante se invierte en mejoras de la seguridad, de acuerdo a los valores de la organización de “la seguridad es lo primero”.
B	• Formaciones anuales sobre códigos éticos de conducta o de integridad. • Redacción de relatos pedagógicos en diversos idiomas para reforzar los valores corporativos, con la finalidad de facilitar su adopción. • Elaboración de una guía ética para proveedores e informarles de la misma. • Realización periódica de estudios de reputación y posicionamiento de la organización que incluyan indicadores de responsabilidad social.
C	• Disponer de un código ético, código de conducta o código de integridad por escrito y comunicarlo inicialmente a los trabajadores de nueva contratación.

Tabla 1. Ejemplos relacionados con valores corporativos.

NIVEL	POLÍTICA RETRIBUTIVA
A	• El cuadro de mando de la organización monitoriza la relación entre el mayor y el menor sueldo entres los trabajadores de la empresa, y se vela para que se mantenga en una proporción 1:4, sin reducir sueldos. • Informar anualmente a todos los trabajadores de los sueldos habituales en su puesto de trabajo a partir de guías salariales y comprometerse a mantener los sueldos en el margen alto respecto los valores de las guías. • Establecimiento de pactos de mejora salarial por periodos de 5 años, tomando como base el funcionamiento de la empresa y no la situación económica global o nacional. • Reparto de un determinado porcentaje del beneficio entre todos los trabajadores de manera lineal.
B	• Retribución salarial fijada internamente según criterios de equidad de funciones. • Todos los trabajadores disponen de retribución variable en función de los resultados globales de la empresa.
C	• Retribución basada en guías salariales y otros estudios de mercado. • Cada trabajador dispone de retribución variable en función de sus resultados personales.

Tabla 2. Ejemplos relacionados con política retributiva.

NIVEL	TRANSPARENCIA
A	• Publicación mensual mediante intranet de todos los resultados del cuadro de mando, de manera que cualquier trabajador dispone de la misma información que el equipo directivo. • Publicación anual de una memoria de sostenibilidad auditada en la web corporativa. Por ejemplo una memoria con indicadores GRI.
B	• Reuniones trimestrales en las que, en forma de cascada descendente, cada mando transmite a sus colaboradores los resultados de los últimos tres meses y las expectativas para los tres siguientes. • Publicación mensual mediante revista interna o intranet de los resultados de la compañía y los planes de futuro inmediatos. • Publicación anual de una memoria de sostenibilidad no auditada en la web corporativa.
C	• Reunión anual en la que se transmiten los resultados obtenidos y los objetivos para el próximo año.

Tabla 3. Ejemplos relacionados con transparencia.

NIVEL	VENTAJAS ECONÓMICAS PARA LOS TRABAJADORES
A	• Todos los trabajadores pueden adquirir los productos de la empresa con un descuento sobre el mejor precio que pueda tener cualquier distribuidor. • En un centro médico y de ensayos clínicos todos los trabajadores pueden disfrutar de chequeos médicos y de ensayos sin coste alguno. • En un centro universitario privado todos los trabajadores y sus hijos, pueden cursar cualquiera de los estudios que se ofrecen sin coste, siempre que reúnan los requisitos académicos de acceso legalmente exigibles.
B	• Todos los trabajadores pueden adquirir los productos al mismo precio que puedan hacerlo los distribuidores de la zona. • Cantina subvencionada para todos los trabajadores, aunque no requieran realizar desplazamientos en misión. O bien disponen de ticket restaurante. • Ayuda económica directa por comida fuera del hogar, si bien cada trabajador es libre de utilizar dicha ayuda o traer su propia comida.
C	• Publicación de descuentos en servicios o productos de otras empresas para empleados mediante intranet, portal del empleado o tablón de anuncios. • Café y productos de dispensadores de *vending* subvencionados.

Tabla 4. Ejemplos relacionados con ventajas económicas para trabajadores.

NIVEL	CONCILIACIÓN DE VIDA LABORAL Y PERSONAL
A	• Políticas de luces apagadas a partir de las 17:30 para trabajadores de oficina. • Jornada semanal de 37,5 h y otras acciones de reducción de jornada laboral. • Horarios de trabajo similares a los de la Europa central. • Establecimiento de un comité para la conciliación que lidera todas las iniciativas en esta materia y hace seguimiento sobre su efectividad. • Encuestas periódicas sobre el estado de satisfacción de los trabajadores en materia de conciliación. • Limitación de las horas extras que se pueden realizar. • Limitación del servicio de telefonía móvil y de correo electrónico a una hora antes y una hora después del horario oficial de trabajo.
B	• Turnos rotativos y flexibilidad en el cambio de turno entre trabajadores de las secciones de producción. • Jornada intensiva los viernes y en los meses de verano para trabajadores de oficina. • Autorización a todos los trabajadores con hijos en edad escolar para flexibilizar libremente sus entradas y salidas con objeto de favorecer la recogida o transporte de sus hijos a la escuela o guardería.
C	• Compensación horaria de las horas extras realizadas por los trabajadores. • Flexibilidad horaria, por ejemplo de hasta 2 h sobre el horario oficial de la empresa.

Tabla 5. Ejemplos relacionados con conciliación laboral.

NIVEL	CELEBRACIONES COLECTIVAS
A	Celebración de eventos especiales de puertas abiertas con motivo de aniversarios, apertura de nuevos centros de trabajo, o alcanzar un determinado objetivo que fue planificado a largo término (Por ejemplo, la venta del primer millón de unidades de producto). Realización de celebración anual para trabajadores y sus familiares en el propio centro de trabajo. Invitar periódicamente a un colectivo de trabajadores a ver un partido de liga en el palco del equipo de fútbol local.
B	Comida o evento especial con motivo de la Navidad o de la llegada de una determinada estación del año, en el propio centro de trabajo o fuera de él. Celebración conjunta con apoyo económico de la empresa en caso de jubilación de un trabajador. Concursos dirigidos a los hijos de los trabajadores con entrega de premios.
C	Aperitivo especial con motivo de la Navidad o fin de año en el propio centro de trabajo.

Tabla 6. Ejemplos relacionados con celebraciones colectivas.

NIVEL	FORMACIÓN TÉCNICA Y EN COMPETENCIAS
A	• Disponer de un mapa de competencias para cada persona. • Programa de homogeneización de conocimientos y competencias en materia tecnológica para favorecer que los trabajadores mayores puedan equiparar sus conocimientos teóricos y competencias prácticas a las de los trabajadores más jóvenes de más reciente incorporación. • Programa de *coaching* interno para todos los trabajadores. • Subvencionar hasta un 50% de cualquier formación reglada que los trabajadores por iniciativa propia deseen emprender, no necesariamente relacionada con el puesto de trabajo.
B	• Subvencionar totalmente la formación que los trabajadores puedan necesitar para su trabajo. • Establecer como política que las formaciones no pueden ser exclusivamente teóricas. Siempre se deben complementar con prácticas en el puesto de trabajo u ejercicios similares. • Ofrecer cursos de inglés, aunque no sea requerido para el trabajo.
C	• Sesiones de formación teórico práctica según las necesidades detectadas en la empresa.

Tabla 7. Ejemplos relacionados con formación técnica y en competencia.

NIVEL	MEJORA DE LA SEGURIDAD EN DESPLAZAMIENTOS
A	• En la selección de vehículos de empresa, exigir un determinado nivel de puntuación en el índice Euro NCAP. • Formación práctica en materia de conducción segura en escuelas de conducción profesionales, con ejercicios reales con vehículos en pistas. • Puesta a disposición de los trabajadores de plazas de aparcamiento gratuitas para bicicletas, con la finalidad de minimizar el uso de vehículos de motor. • Limitar a 200 km el máximo desplazamiento con la finalidad de evitar cansancio; si es necesario viajar más de 200 km se prioriza el uso de transporte público. • Disposición de plazas de aparcamiento gratuitas para todas las mujeres embarazadas de la plantilla.
B	• Elaboración y aplicación de planes de movilidad. • Formación teórica en materia de seguridad vial para todos los trabajadores. • Conversaciones con el ayuntamiento local para acercar las paradas de autobús a los centros de trabajo y aumentar la frecuencia de paso. • Disposición de seguro de viaje para los trabajadores que realizan desplazamientos en misión, por ejemplo, para colectivos de comerciales o repartidores, o para directivos que tienen que viajar con frecuencia al extranjero.
C	• Campañas informativas sobre seguridad vial.

Tabla 8. Ejemplos relacionados con seguridad en desplazamientos.

NIVEL	ACCIÓN SOCIAL Y VOLUNTARIADO
A	• Donación con fines educativos a escuelas, fundaciones y universidades de los productos elaborados por la compañía. • Club del 1%: Los trabajadores pueden utilizar un 1% de su tiempo de trabajo retribuido para acciones de voluntariado en el entorno social de la organización. • Los trabajadores pueden ampliar sus vacaciones unos días para participar en programas de voluntariado en países en vías de desarrollo.
B	• Patrocinio de hospitales y escuelas, a nivel local o internacional, de manera directa o bien a través de ONGs o fundaciones. • Aportación de 1 € por trabajador y mes y selección por parte de todos los trabajadores de un proyecto al que se destinará el total recaudado. • En un centro educativo se fomenta que los profesores y estudiantes dediquen parte su tiempo a acciones formativas de colectivos desfavorecidos.
C	• Colectas periódicas por iniciativa de los trabajadores, apoyadas por la empresa.

Tabla 9. Ejemplos en materia de acción social y voluntariado.

NIVEL	VIGILANCIA Y DE LA SALUD Y COMPORTAMIENTOS SALUDADES
A	• Se dispone de manera presencial de un médico de medicina en el trabajo diversos días a la semana. Se puede acudir a él también para temas extralaborales. • Dentro del menú de cantina se dispone siempre de una opción más saludable que es destacada cada día. • Se fomenta entre los trabajadores que viven en la localidad que se desplacen con bicicleta ofreciendo plazas de aparcamiento gratuitas. • El centro de trabajo dispone de instalaciones deportivas para uso y disfrute de los trabajadores. • Subvención de tratamientos médicos para los trabajadores, e incluso en algunos casos extensible a hijos de trabajadores. • Seguro médico incluido para determinados colectivos de trabajadores.
B	• Reconocimientos médicos personalizados a nivel individual teniendo en cuenta su historial médico, más allá de los protocolos estrictamente laborales. • El menú de cantina se acompaña con información de su valor nutricional. • La empresa tiene acuerdos con gimnasios cercanos para que los trabajadores puedan utilizarlos a precios reducidos. • Condiciones favorables de seguro médico para todos los trabajadores. • La empresa aporta recursos económicos para que los trabajadores organicen grupos por iniciativa propia para la práctica de deportes fuera del horario laboral, por ejemplo, pagando el alquiler de instalaciones.
C	• Vacunación anual ante la gripe. • Información regular en materia de hábitos saludables. • La empresa fomenta que los trabajadores organicen grupos por iniciativa propia para la práctica de deportes fuera del horario laboral: Paddle, tenis, fútbol, atletismo, excursionismo, etc.

Tabla 10. Ejemplos relacionados con comportamientos saludables.

NIVEL	COLABORACIÓN EN MATERIA EDUCATIVA
A	• Edición de material formativo público. Por ejemplo, Odontobook, una guía práctica de odontología cuyo valor pedagógico a nivel universitario ha sido reconocido. • Becas de la organización para estudios afines a la actividad de la empresa.
B	• Contratación regular de becarios con remuneración. • Colaboración con centros de formación universitaria para la impartición de parte de las prácticas de una titulación en las instalaciones de la empresa. • Prestar asesoramiento legal y económico a los clientes que compran maquinaria para la apertura de su propio negocio. Por ejemplo: Clínicas dentales.
C	• Participación regular en jornadas de divulgación en temas afines con la organización.

Tabla 11. Ejemplos en materia educativa del entorno.

NIVEL	RESPETO AL MEDIO AMBIENTE
A	Incluir en los criterios de selección de proveedores de materias primas de valores medioambientales; Por ejemplo, sólo comprar aceite de palma con certificación GreenPalm. Sustitución de los vehículos de combustión de la flota de comerciales por vehículos híbridos, y con vistas a que sean 100% eléctricos en el futuro. Todos los directivos utilizan coches híbridos y el Director General un vehículo totalmente eléctrico. Autogeneración de una parte de la energía eléctrica mediante placas fotovoltaicas. Contratación del suministro eléctrico a proveedores de energía verde.
B	Colaboración con asociaciones locales en defensa del medioambiente o que realizan acciones de reciclaje y tratamiento de residuos.
C	Información a los trabajadores sobre cómo contribuir a la mejora del medioambiente.

Tabla 12. Ejemplos en materia de respeto al medio ambiente.

NIVEL	INICIATIVA, AUTONOMÍA Y CREATIVIDAD EN EL PUESTO DE TRABAJO
A	• Grupos de trabajo para mejora de los procesos con periodicidad trimestral en cada departamento. • Creación de un comité de ideas que evalúa las sugerencias recibidas, pero dicho comité está formado exclusivamente por trabajadores sin responsabilidades como manager.
B	• Publicación mensual o trimestral de las mejores sugerencias recibidas y reconocimiento público de los trabajadores que las hicieron.
C	• Creación de un buzón de sugerencias de mejora.

Tabla 13. Ejemplos relacionados con iniciática, autonomía y creatividad.

BIBLIOGRAFÍA

BESTRATÉN, M. Y PUJOL LUIS.
Responsabilidad social empresarial y condiciones de trabajo.
Revista: Prevención, Trabajo y Salud. INSHT. Nº 31, pag. 25-40,

BESTRATÉN, M. Y PUJOL LUIS.
Ética empresarial y condiciones de trabajo.
Revista: Seguridad y Salud en el Trabajo. INSHT. Nº 42, pag. 6-17

POY, XAVIER (SGS TECNOS)
Estudio de campo sobre la integración de la Prevención de Riesgos Laborales a la Política de Responsabilidad Social y su contribución al éxito empresarial.
INSHT, 2013.

Colección de Notas Técnicas de Prevención, INSHT
http://www.insht.ntp
NTP 643. Responsabilidad Social de las empresas: conceptos generales
NTP 644. Responsabilidad Social de las empresas: tipos de responsabilidades y plan de actuación
NTP 647. Responsabilidad Social de las empresas Modelo SAI 8000 (Social Accountability)
NTP 966 y 967. Eficacia preventiva y excelencia empresarial. Buenas prácticas en gestión empresarial
NTP 997 y 998. Responsabilidad Social de las empresas: Modelo GRI G 4

Herramientas para la prevención. Calculadores INSHT.
http://calculadores.insht.es
("Evaluación simplificada de la eficacia preventiva y la excelencia empresarial" y "Evaluación de la eficacia preventiva y la Responsabilidad Social")

Otras referencias y web recomendables
Modelo EFQM de excelencia. http://www.EFQM.org
United Nations Global Compact. http://www.unglobalcompact.org
Global Reporting Initiative (GRI). http://www.globalreporting.org
Social Accountability International. http://www.sa-intl.org
Norma SGE 21 de gestión ética y socialmente responsable. http://www.foretica.org
Fair Labor Association. http://www.fairlabor.org
Business Social Compliance Initiative (BSCI). http://www.bsci-intl.org
Amnistía Internacional. http://www.amnesty.org
AA1000 AccountAbility Principles Standard. http://www.accountability.org
Norma ISO 26.000- 2010 sobre Responsabilidad Social. http://www.aenor.es

Agradecimiento al equipo de personas de SGS Tecnos, que han participado es este estudio:

Mònica Agustí, Inma Araujo, Xavier Arbós, Ana Belén García, Hipólito Caballero, José Gemio, Anna Gendre, Beatriz González, Francisco J. Gonzalvo, Mónica López, Iñigo Pascual, Álvaro Pérez, Eva Pujol, Marcelino Sendarrubias, Andrea Silva, Isabel Tapia, Elena Trullen.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

AÑO 2015

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.045

Salud mental: etapas para su promoción en la empresa

Mental health: steps for its promotion at work.
Santé mentale: étapes pour sa promotion au travail.

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Macarena Gálvez Herrer
EQUIPO ESTRÉS Y SALUD
FACULTAD DE PSICOLOGÍA (UAM)

Mª Dolores Solé Gómez
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

La presente NTP tiene como objetivo revisar de manera práctica y aplicada los componentes esenciales que deberá tener un plan de promoción de la salud mental en el trabajo desde una perspectiva integral y cuya finalidad última será tanto la prevención del malestar y la enfermedad como la promoción del bienestar emocional de los trabajadores.

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 Organización Mundial de la Salud define la salud mental como "…un estado de bienestar en el cual el individuo se da cuenta de sus propias aptitudes, puede afrontar las presiones normales de la vida, puede trabajar productiva y fructíferamente y es capaz de hacer una contribución a su comunidad". La propia definición incluye a la actividad laboral como un indicador más de una adecuada salud y bienestar.

El entorno laboral se define como un lugar esencial en el que atender a los factores determinantes en la salud mental de sus trabajadores, cuidar y promocionar condiciones de trabajo que permitan entornos saludables, y atender adecuadamente y apoyar a los trabajadores con alteraciones emocionales. Los factores psicosociales del trabajo son claves en este proceso.

Las consecuencias y costes de los problemas de salud mental en los lugares de trabajo afectan a las organizaciones y a sus trabajadores. Algunos datos estiman unos 136 billones de euros en pérdidas de productividad, así como problemas de absentismo y prolongación de los periodos de baja laboral. Influye directamente en la satisfacción y bienestar de los trabajadores, en su vulnerabilidad ante posibles riesgos laborales y en la merma de los recursos personales para el manejo de los mismos, así como en el afrontamiento y recuperación del estrés. Por todo ello, recientemente, se están generando una serie de documentos orientados a proporcionar pautas de intervención en las empresas para la adecuada atención al trabajador con problemas de salud mental y para la promoción de la salud mental en los lugares de trabajo. En la figura 1 se esquematizan los principales elementos que conforman estos planes.

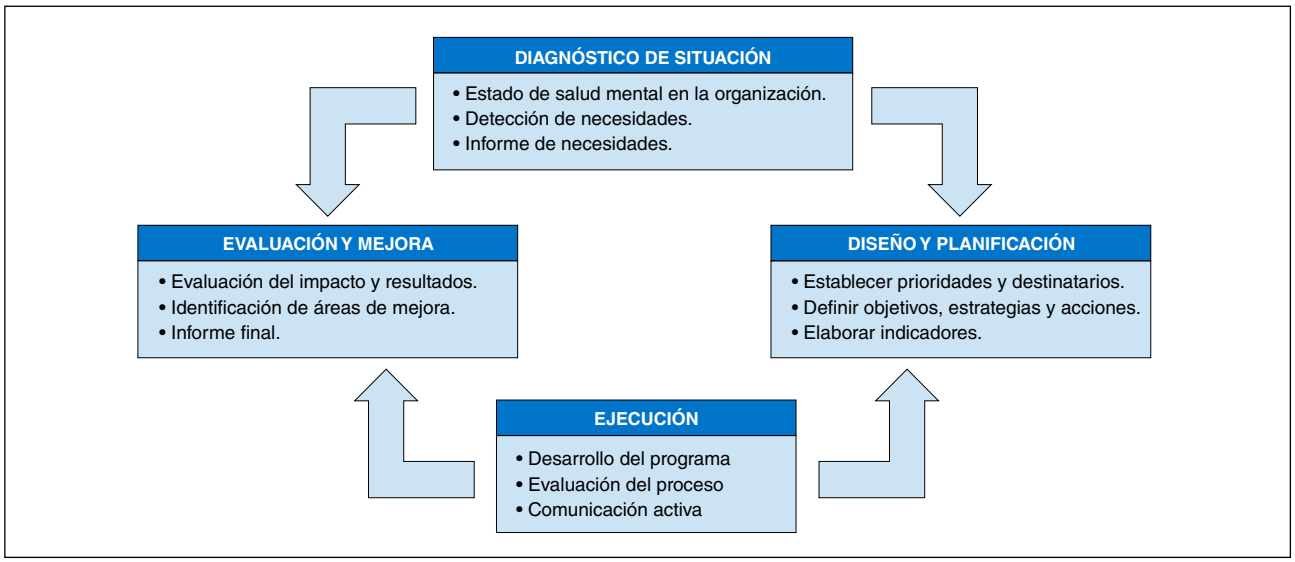


Figura 1. Principales elementos de un plan de promoción de la salud mental en el trabajo

2. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN

A la hora de elaborar un Plan de Promoción de la Salud Mental en la organización es necesario comenzar por realizar un diagnóstico de la situación de partida deteniéndose en tres cuestiones claves: la amplitud y los factores determinantes de la salud mental en la empresa (cómo se expresa y de qué depende), identificar las necesidades en este tema y, en tercer lugar, a partir de esos datos, realizar un Informe de necesidades en el que comparar la situación actual con la deseada.

Estado de la salud mental en la organización

La salud mental es un continuo que puede ir desde un óptimo bienestar hasta la expresión de un trastorno mental grave. Las personas nos podemos mover entre diferentes puntos de ese proceso en función de diversos factores bio-psico-sociales. Es decir, la salud mental a lo largo de la vida estará determinada por la interacción de múltiples variables biológicas (genética, enfermedades adquiridas…), por las propias competencias emocionales de la persona, auto-concepto, auto-estima, los momentos vitales estresantes que tenga que afrontar, el contexto social, familiar, laboral, etc.

Diagnosticar la salud mental de nuestra organización supondrá detectar sus puntos fuertes y débiles. El trabajo puede tener a la vez una influencia positiva o negativa sobre la salud mental de los trabajadores. Sin ánimo de ser exhaustivos, algunos de los principales factores que favorecen el bienestar y una buena salud mental en los lugares de trabajo son:

- Contar con apoyo social.
- Percibirse como parte del grupo de trabajo, tener sensación de inclusión y pertenencia a la organización.
- Percibir relevancia y reconocimiento del trabajo realizado.
- Encontrar sentido al trabajo realizado.
- Tener capacidad para la toma de decisiones.
- Tener autonomía en la organización y gestión del propio trabajo.

Promover estos factores puede ser un objetivo claro de un Plan de Promoción de la Salud Mental en la organización.

Por otro lado, la salud mental puede verse afectada por las condiciones de trabajo o vice-versa. Aunque el bienestar emocional puede verse alterado por el contexto laboral, no es conveniente plantear una visión reduccionista del trabajo como "causa" de los problemas de salud mental o de los problemas de salud mental como "culpables" de posibles conflictos en el lugar de trabajo. Esta es una aproximación poco descriptiva de la complejidad del problema. En ocasiones las condiciones de trabajo son claves en el desarrollo de los problemas de salud mental, otras veces es el lugar de trabajo un contexto más en el que se expresa la sintomatología de un problema mental previo, y finalmente, unas elevadas exigencias del medio laboral como la exposición a riesgos psicosociales del mismo, pueden actuar como catalizador de un desajuste psíquico previo que hace a la persona especialmente vulnerable de forma que se agrava o cronifica su sintomatología, como puede ocurrir con los "trabajadores especialmente sensibles", en este caso, a los riesgos psicosociales. En la tabla 1 se listan algunos de los temas que pueden ser abordados en el plan de salud mental.

En resumen, los pilares estratégicos de un plan de promoción de la salud mental en el trabajo son la prevención, la promoción y la gestión de los casos; la actuación ha de centrarse sobre los determinantes de la salud mental tanto a nivel individual como del entorno y en particular sobre: los elementos y experiencias individuales, las interacciones sociales, las estructuras organizacionales y de la sociedad, los recursos disponibles y los valores culturales.

- Promoción de hábitos saludables en el trabajo y en la vida extra-laboral.
- Información sobre los efectos del consumo de alcohol y otras sustancias adictivas, pautas de prevención e intervención.
- Equilibrio vida laboral y extra-laboral, (balance personal y políticas de conciliación organizacionales).
- Liderazgo positivo y manejo saludable de equipos.
- Evaluación e intervención sobre la satisfacción laboral.
- Identificación temprana de posibles problemas emocionales, manejo de los mismos e identificación de riesgos para la salud mental en el trabajo.
  - Dirigidos a los trabajadores.
  - Dirigidos a mandos y supervisores.
  - Planes de carácter organizacional.
- Retorno al trabajo tras bajas laborales prolongadas.
- Contratación y apoyo de trabajadores con trastorno mental.
- No estigmatización y promoción de la diversidad en la organización.
- Manejo, control y recuperación del estrés laboral.
- Conductas pro-sociales en el lugar de trabajo y en la comunidad (asertividad y habilidades sociales, voluntariado, códigos de conducta…).
- La salud mental a través de planes de intervención específica: apoyo psicológico, counselling, mentoring…

Tabla 1. Ejemplos de temas a incluir en el plan de promoción de la salud mental.

Detección de necesidades

Para realizar un diagnóstico de la situación de partida y conocer las necesidades de la organización en salud mental podemos recoger la información de diferentes fuentes:

- La evaluación de riesgos psicosociales: es un necesario punto de partida, y una importante fuente de información, pero hay que recordar que por sí sola no supone una intervención psicosocial ni un plan de promoción de la salud.
- Las observaciones y registros procedentes de Recursos Humanos, Servicio de Prevención y de la Vigilancia de la Salud: con la confidencialidad y privacidad que estos datos requieren, nos pueden aportar indicadores relevantes de sintomatología física y psíquica en los trabajadores, consumo de medicamentos y psicofármacos, accidentes de trabajo vinculados al estrés, rotaciones, solicitudes de cambio/adaptación de puesto de trabajo, presencia de reiteradas bajas laborales en algún sector de la organización, datos de informes médicos laborales, prevalencias de algunos tipos de enfermedades como las alteraciones del estado del ánimo (en muchas ocasiones asociadas a problemas osteomusculares), alteraciones psicosomáticas rela-

cionadas con procesos de ansiedad y/o estrés, etc. Si en la empresa se han realizado estudios previos de bienestar laboral, liderazgo, satisfacción, clima laboral, etc., también serán de gran utilidad para conocer aspectos positivos a promocionar.

- Información procedente de los agentes implicados: A menudo, los primeros signos de estrés o de otros riesgos psicosociales se muestran por reclamaciones individuales o colectivas. Los propios trabajadores y sus representantes, los mandos intermedios, el departamento de recursos humanos y la dirección, nos pueden aportar indicadores de funcionamiento que podemos agrupar en cuatro categorías:
  - Limitaciones en el trabajo: diferencias entre objetivos de trabajo y recursos proporcionados, entre requisitos y autonomía, entre esfuerzo requerido y posibilidades de recuperación, entre demandas de la tarea y habilidades requeridas, etc.
  - Valores y expectativas de los trabajadores: diferencias entre las exigencias en trabajo y fuera del mismo, entre expectativas profesionales y resultados exigidos por la empresa, entre esfuerzo y recompensa percibida, etc.
  - Cambios relacionados con el trabajo: por cambios tecnológicos o de procedimientos de trabajo y tiempo de aprendizaje…
  - Relaciones entre grupos e individuos: conflictos jerárquicos, interpersonales, entre grupos o equipos de trabajo, etc.

  En este punto, puede ser de gran utilidad la evaluación previa del bienestar laboral entre los trabajadores mediante cuestionarios o la realización de grupos de discusión para obtener información cualitativa sobre su opinión, percepción de la situación y problemas asociados (revisar pautas de desarrollo en NTP 296 y enlaces con recursos de interés al final de esta nota técnica).
- Información procedente del análisis de la evidencia y recomendaciones de estrategias en salud: será necesario recoger información de experiencias previas de la propia organización (por ejemplo referida a otras intervenciones en salud que se hayan realizado) así como de otras empresas (ejemplos de intervenciones en promoción de la salud mental en el mismo u otro

POSIBLES SEÑALES DE ALARMA	POSIBLES SEÑALES DE BIENESTAR
NIVEL ORGANIZACIONAL	
• Trabajos no finalizados, pérdida de productividad. • Incremento de errores, disminución de la calidad. • Quejas en la atención al cliente. • Incremento de las bajas por enfermedad y/o del consumo de psicofármacos. • Accidentes de trabajo vinculados al estrés. • Deterioro del trabajo en equipo y entre departamentos o servicios. • Baja motivación o frustración de expectativas en los equipos de trabajo. • Presencia de riesgos psicosociales en la organización. • Actitudes de inquietud o rechazo ante trabajadores con posibles problemas de salud mental entre el equipo de trabajo. • Ausencia de formación en salud.	• Integración de la salud laboral y el bienestar de los trabajadores como parte de la política general de la empresa. • Fomento de una cultura de diversidad y no discriminación. • Desarrollo de acciones de promoción de la salud y prevención del riesgo psicosocial. • Adecuadas relaciones laborales, escasos conflictos interpersonales. • Trabajo coordinado entre departamentos o servicios • Promoción y capacitación en estilos de liderazgo y supervisión positivos. • Políticas de formación continuada y desarrollo de competencias en los trabajadores. • Clara definición de funciones y responsabilidades. • Existencia de canales de comunicación y participación a disposición de los trabajadores.
NIVEL INDIVIDUAL	
• Cambios en la conducta habitual de un trabajador: comportamiento alterado con patrones desadaptativos de incumplimiento del rol laboral, excesiva irritabilidad, apatía, inhibición, impulsividad, aislamiento, problemas de comunicación, inadecuados hábitos de higiene… • Incremento o gravedad de problemas interpersonales con compañeros, supervisores o usuarios. • Hiper-reactividad y/o baja tolerancia a situaciones de incertidumbre o cambios en las rutinas laborales inherentes a la actividad laboral. • Cambios en el estado de ánimo (por ejemplo llanto frecuente, estallidos de irritabilidad…) • Incremento en ausencias por enfermedad (incluyendo cortos periodos) y sin justificar. • Padecimiento de enfermedades crónicas que impliquen deterioro de la capacidad funcional (como las neurológicas) • Vivencia de situaciones estresantes específicas con repercusión en la salud mental (trauma, muerte de un familiar próximo, separación…) • Percepción de riesgo para sí mismo o para terceros (por el propio trabajador o segundas personas)	• Participación activa en toma de decisiones, tareas y retos. • Participación en grupos de trabajo o actividades colectivas y coordinación con otros departamentos o servicios. • Uso de la autonomía en el trabajo a su disposición. • Relaciones personales positivas, respetuosas y no discriminatorias hacia compañeros, supervisores y usuarios o clientes. • Estabilidad emocional. • Respeto a las normas y cultura organizacional. • Motivación por su desarrollo profesional en la organización.

Tabla 2. Señales de alarma y de bienestar.

Logo de la Empresa	**INFORME DE NECESIDADES EN SALUD MENTAL**	Código: Pág. 1 de
INTRODUCCIÓN Justificación y exposición de motivos. Integración de la acción en el marco de la Política de Seguridad y Salud.		
DETECCIÓN DE NECESIDADES **I. Fuentes Consultadas.** Indicar la consulta de Informes Técnicos de la Evaluación de Riesgos, procedentes de la Vigilancia de la Salud, de intervenciones previas sobre salud en la organización, de Recursos Humanos, la información recibida de los propios trabajadores y/o sus representantes, mandos intermedios, dirección… Indicar fuentes para la recogida de información científico-técnica y recomendaciones oficiales (Guías de Buenas Prácticas, etc.) **II. Metodología de recogida de información** Señalar si se han realizado entrevistas, grupos de discusión, recogida de datos de prevalencia sobre datos clínicos, revisión de estadísticas de la empresa… **III. Personal encargado de la recogida de información** Especificar el personal encargado de cada acción.		
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Descripción de problemas detectados e indicadores o señales de alarma que los definen. Descripción de los puntos fuertes identificados.		
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DESEADA Descripción de la situación que sería la adecuada incluyendo los criterios, estrategias y recomendaciones oficiales en las que se sustenta.		
IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS NECESARIOS Comparación entre la situación real y la deseada. Líneas de actuación que a priori se derivan de la situación analizada, recursos que se prevean como necesarios y posibles áreas de la empresa implicadas en su desarrollo e implantación.		
Elaborado por: Fecha:	Revisado por: Fecha:	Aprobado por: Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

Tabla 3. Esquema del informe de necesidades en salud mental.

sector). Por otro lado, la revisión de Guías de Buenas Prácticas y las recomendaciones de organismos oficiales, nos pueden proporcionar un importante marco para contrastar la situación de la empresa con las recomendaciones y estándares propuestos (ver enlaces con recursos de interés al final de esta NTP).

Hay dos aspectos operativos que deben tenerse en cuenta en este primer paso del Plan:

- Según las características de la organización (número de trabajadores, SPRL propio o ajeno, disponibilidad de personal y recursos, etc.) será necesario definir quién recogerá toda la información señalada y mediante qué metodología.
- Será importante la comunicación y consulta previa a las partes implicadas, siendo imprescindible la implicación de la dirección y la participación de los trabajadores.

En la tabla 2, a modo de síntesis y como ejemplos aplicados, se listan algunas señales que frecuentemente surgen en relación a la salud mental en las organizaciones.

Informe de necesidades

El resultado final de la fase de diagnóstico de la situación deberá concretarse en un informe de necesidades. No se trata de desarrollar el plan de promoción propiamente dicho (eso se realizará posteriormente como veremos en el siguiente apartado), sino de exponer de forma sintética y esquemática la información recogida para, posteriormente, elaborar prioridades y objetivos concretos a desarrollar en el Plan de Promoción de la Salud Mental. En la tabla 3 se presenta un esquema y contenidos básicos del informe.

3. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN

Una vez seleccionado sobre qué queremos plantear el Plan (mediante la evaluación del caso concreto de la organización y la detección de sus necesidades propias en salud mental), deberemos afrontar el cómo llevarlo a cabo. Las fases de esta planificación programática pueden esquematizarse en: Establecimiento de prioridades y definición de objetivos específicos; determinación del alcance y de la población diana; identificación de las estrategias y acciones necesarias para conseguir los objetivos marcados; selección de indicadores para hacer el seguimiento y analizar los resultados del plan; establecimiento del cronograma y de los responsables de llevar a cabo el plan.

El procedimiento para realizar un Plan de Promoción de la Salud Mental en la Empresa debe seguir las pautas de cualquier intervención psicosocial en la misma. Se recomienda a este respecto, revisar la serie de NTP 860, 944 y 945 del INSHT. Como principios básicos hemos de considerar:

a) Promocionar la salud mental en el trabajo implicará actuar con diversas perspectivas que pueden ser complementarias y no excluyentes entre sí:
   - Promover la salud mental positiva, el bienestar de los trabajadores.
   - Prevenir las causas del estrés y de los problemas de salud mental.
   - Apoyar e integrar en la organización a los trabajadores con problemas de salud mental.

b) Se requiere la implicación y compromiso de la dirección, así como la participación de los trabajadores y/o sus representantes.
c) Implica programar una actuación sistemática, secuenciada, a medio-largo plazo, con una clara definición de las tareas y acciones a llevar a cabo, recursos, medios disponibles y responsables de las mismas.
d) Se priorizará, en la medida de lo posible, centrarse en las causas más que en los efectos.
e) Combinará medidas colectivas e individuales, y dirigidas a la organización y a los trabajadores.
f) Se definirán unos indicadores precisos de resultados que permitan valorar el impacto del Plan y reformularlo si fuera preciso.

Establecimiento de prioridades y definición operativa de objetivos

El Informe de Necesidades nos servirá como guía para establecer las prioridades de actuación. Algunos de los criterios que se pueden utilizar para identificar sobre qué actuamos primero son:

- *Impacto*: frecuencia y gravedad del efecto; tamaño de la población afectada; percepción del riesgo.
- *Mutabilidad*: posibilidad de que el cambio se produzca e impacto cuantitativo de la intervención.
- *Efectividad de las intervenciones*: evidencia del impacto positivo y relevante de las medidas.
- *Aceptabilidad*: aceptación por parte de todos los actores; barreras o temas controvertidos.
- *Disponibilidad de recursos*: humanos y materiales.

Una vez seleccionado el tema o temas sobre los que vamos a actuar, hemos de decidir cuál es el objetivo o meta del programa (el que va a enmarcar la actuación) y cuáles van a ser los objetivos específicos para alcanzarlo (cuánto cambiará qué, en quién y cuándo). Los cambios buscados pueden corresponder a tres tipos de objetivos:

- De aprendizaje: conocimiento, habilidades, actitudes, opiniones, valores, motivación, aspiraciones.
- De acción: comportamiento, práctica, decisiones, políticas.
- De condición: salud, productividad, entorno.

En la tabla 4 se listan algunos ejemplos de objetivos generales y específicos (dimensiones qué, cuánto y quién).

OBJETIVOS GENERALES	EJEMPLOS DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Desarrollar una mayor sensibilidad en la empresa hacia los temas relacionados con la salud mental.	El 80% de los trabajadores conocerá los factores determinantes de la salud mental. El 100% de los mandos intermedios sabrá reconocer los problemas de salud mental en el trabajo.
Facilitar el retorno al trabajo de los trabajadores que han estado ausentes por algún problema relacionado con la salud mental.	La empresa dispondrá de un procedimiento de vuelta al trabajo consensuado. El 100% de los trabajadores conocerán el procedimiento de vuelta al trabajo vigente en la empresa. El 100% de los mandos intermedios gestionarán de forma adecuada los casos de retorno al trabajo.
Mejorar la salud mental de los trabajadores.	Se reducirá en un 5% las ausencias al trabajo por motivos relacionados con la salud mental. El 25% de los trabajadores aumentará en un 30% las horas dedicadas a la semana a la actividad física. Se incrementará en un 10% la proporción de trabajadores que consideran su salud como buena o muy buena.

Tabla 4. Ejemplos de objetivos.

Planificación de las estrategias y acciones de promoción de la salud mental

Una vez definidos los objetivos se deben buscar las estrategias más efectivas y las acciones derivadas para conseguirlos. Esta etapa incluye cuatro aspectos:

Qué hacer

Las acciones, en función de su objetivo, se diferenciarán en:

- Acciones orientadas a los empleados que ya sufren trastornos mentales. Por ejemplo: plan de acceso a apoyo psicológico, planes de reincorporación laboral tras bajas prolongadas, etc.
- Acciones orientadas al manejo del estrés y otros riesgos psicosociales (para todo el personal). Ejemplo: formación en identificación temprana de síntomas, control del estrés, pautas de manejo y prevención, relaciones interpersonales y habilidades sociales, etc.
- Acciones de promoción de estilos de vida saludables (todo el personal): potenciando pautas de alimentación, actividad física, descanso… e informando sobre los riesgos del abuso del alcohol y otras sustancias adictivas.
- Acciones desde la gestión y organización: reorganización de puestos de trabajo, aumento del control y autonomía en las tareas, acciones para el fortalecimiento del apoyo social en la organización, promoción de estilos de gestión participativa, etc.

Cómo hacerlo

Para cada acción se definirá:

- La estrategia y metodología a seguir: Donde se señalará si se trata de acciones formativas, informativas, de intervención, de gestión… y se definirán las características de la misma.
- Los plazos temporales: Para cada acción se indicará el momento de inicio, desarrollo y finalización.
- Los recursos humanos: Indicando quién o quiénes serán los responsables de llevar a cabo cada acción, quién actúa y en qué momento (tanto respecto a recursos propios como ajenos).
- Los recursos técnicos y materiales: Señalando qué material logístico será necesario, si es necesario recurrir a él de forma externa o no, etc.
- Los recursos económicos necesarios: Con una estimación de costes para cada acción.

Cuándo hacerlo

Se definirá un cronograma general de actuación que incluya desde las fases de preparación del plan, su difusión, ejecución de la/las acciones de promoción de la salud y evaluación final de resultados.

Selección de indicadores de evaluación del proceso

La evaluación del plan deberá hacerse en varias fases y momentos del mismo. Desde el principio debemos decidir cuál será ese plan de evaluación tanto en lo relativo al diseño (evaluación formativa), como del proceso y los resultados. En esta etapa, el seguimiento del proceso requerirá del establecimiento desde el diseño del plan de una serie de indicadores que nos permitan evaluar el correcto funcionamiento del mismo y detectar posibles disfunciones durante su aplicación. En la Tabla 5 se muestran varios ejemplos de dichos indicadores.

- Indicadores de acción: Que permitan registrar las actividades a desarrollar e incluyan cómo se llevan a cabo, y su seguimiento (firmado por el responsable/s de la acción). Se recomienda realizar unas fichas de registro para recoger estos datos de forma esquemática. Esto nos permitirá evaluar si se está ejecutando el Plan según lo previsto.
- Indicadores de impacto: Evalúan la efectividad y grado de consecución de los objetivos a corto plazo. Por ejemplo, si se trata de una actividad formativa, sería adecuado diseñar un cuestionario de evaluación para medir la percepción de los asistentes sobre la calidad de los contenidos, procedimientos empleados, personal docente y contexto formativo (aula, recursos materiales y docentes…), así como algún tipo de evaluación de los conocimientos adquiridos. Si, por ejemplo, hemos desarrollado una campaña informativa, será oportuno recoger el formato elegido y su distribución (número de folletos impresos, departamentos por los

INDICADORES DE PROCESO (REGISTRO Y SEGUIMIENTO)	INDICADORES DE RESULTADOS (EFECTIVIDAD)
• Fecha de ejecución de la acción/es • Número de asistentes a la acción/es • Conclusiones de reuniones periódicas del equipo de intervención y seguimiento. • Número de casos individuales gestionados • Grupos de trabajo creados (número, componentes, reuniones…) • Número de propuestas y sugerencias participadas por parte de los trabajadores • Número de encuestas/cuestionarios distribuidos • Número de encuestas/cuestionarios cumplimentados • Registro y control de los plazos de la intervención (cronograma de la acción/es) mediante una ficha realizada a tal efecto. • Porcentaje de los trabajadores a los que ha llegado la acción preventiva. • Cuestionario de valoración de la acción preventiva por parte de los trabajadores objeto de la misma.	• Evaluación del resultado: cuestionario de conocimientos adquiridos, cambios en hábitos de consumo, cambios en conductas saludables, en estilos de liderazgo positivo… • Protocolos de gestión desarrollados en la organización en relación con la salud mental de los trabajadores: para el retorno al trabajo tras IT prolongadas, para la promoción de la diversidad, contratación de personas con problemas de salud mental… • Disminución de aspectos tales como: la conflictividad laboral, absentismo, IT asociadas a problemas de salud mental, situaciones estigmatizantes… • Incremento de aspectos tales como: estilos participación en actividades deportivas, alimentación saludable, participación en programas de conciliación, programas de control del estrés… • Desarrollo de nuevos objetivos de promoción, a partir de los resultados obtenidos.

Tabla 5. Ejemplos de indicadores para la evaluación del plan de promoción de la salud mental.

que se ha distribuido, trabajadores a los que ha llegado la información, …).

Responsable Final

Se indicará el/los responsables finales del Plan de Promoción de Salud Mental en la empresa. La existencia o no de un Servicio de Prevención Propio determinará en parte la elección de estos responsables. Si es de carácter ajeno, la colaboración de personal propio de la organización con dicho servicio (en especial con Medicina del Trabajo y el Área de Psicosociología-Ergonomía) será esencial. En la tabla 6 se muestra un esquema de los elementos a considerar en el diseño.

DISEÑO DEL PLAN DE PROMOCIÓN DE LA SALUD MENTAL
OBJETIVOS: General Específicos
POBLACIÓN DIANA:
PLANIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS A SEGUIR: **Definición de la Acción 1:** Metodología Fecha de ejecución Recursos humanos necesarios Recursos técnicos y materiales Recursos económicos **Definición de la Acción 2:** Metodología Fecha de ejecución Recursos humanos necesarios Recursos técnicos y materiales Recursos económicos …...
CRONOGRAMA GENERAL DEL PLAN: Plazos temporales de preparación, diseño y difusión Plazos de ejecución de la/las acciones Plazos para la evaluación del proceso Fechas de evaluación de resultados
EVALUACIÓN DEL PROCESO: Indicadores de acción Indicadores de resultado
RESPONSABLE FINAL: Nombre Fecha y firma

Tabla 6. Elementos del diseño del plan de promoción de la salud mental.

Ejecución y Seguimiento del Plan de Promoción de la Salud Mental

Es el momento de la puesta en marcha del Plan, esto implica:

- Desarrollar el programa establecido en función de los objetivos, acciones y cronograma previsto.
- Evaluar durante el proceso, siguiendo los indicadores seleccionados en el diseño del Plan.
- Mantener en todo momento una comunicación activa con los trabajadores acerca de la visión y objetivos y logros del Plan, considerando sus expectativas y opiniones al respecto.

Los programas, acciones e iniciativas que formen parte del Plan de Promoción de la Salud Mental en la empresa deberán ser promocionados y divulgados en la misma a través de los canales de comunicación existentes en ella de forma previa a su ejecución y facilitando la participación de los trabajadores en su desarrollo.

El plan es una herramienta que ayuda a conseguir unos objetivos y a llevar a cabo las acciones propuestas. Si en la ejecución y evaluación del proceso hay algo que no funciona como se esperaba o deja de ser apropiado o relevante, es importante ser flexibles y proceder a los cambios necesarios para su adaptación.

De igual manera, durante la ejecución del Plan, podemos encontrar que los temas abordados se tratan también en otras políticas ya existentes en la organización (como las referidas al estrés laboral, acoso, procesos de selección de personal, planes de acogida…). Si no se han detectado estas políticas durante la evaluación de necesidades, se deberá proceder a la integración de nuestros objetivos con las mismas para obtener un mayor éxito en la promoción de la salud mental.

Evaluación de resultados y mejora continua

Tras la implantación del Plan de Promoción de la Salud Mental en el Trabajo, su seguimiento y evaluación continua a través de los indicadores de impacto, debemos evaluar los resultados finales, comparando la situación de partida con la obtenida.

Aust y Ducki (2004) consideran que los aspectos cruciales en el éxito de la promoción de la salud en el trabajo son:

- La participación y el empoderamiento de los trabajadores
- El aprendizaje de experiencias que permitan desarrollar las capacidades en función de los objetivos del plan de promoción de la salud.

En función de eso, podemos señalar que existen varias evaluaciones posibles y complementarias entre sí:

- *Evaluación centrada en los trabajadores*: El Plan debe haber conseguido la participación e interés de sus destinatarios. Este dato se evalúa durante su desarrollo (ver indicadores de acción) pero también ha de recogerse al finalizar todas las acciones desarrolladas mediante un cómputo global. Cuando decimos que se persigue el "empoderamiento" de los trabajadores, nos referimos a la reducción de su vulnerabilidad e incremento de sus capacidades (en relación a la salud mental en el trabajo). Será necesario que les preguntemos qué han aprendido, que competencias creen haber adquirido y su satisfacción con el desarrollo de las acciones pertenecientes al Plan. Esta evaluación es importante porque permite una aproximación a largo plazo, las competencias adquiridas se desarrollarán en el tiempo y facilitarán el desarrollo de una cultura de trabajo saludable en el tiempo.
- *Evaluación centrada en los resultados del Plan*: Se trata de evaluar en qué medida las acciones desarrolladas han sido efectivas en la consecución de los objetivos que se plantearon en el diseño del plan. Como se señaló en su momento debían ser objetivos medibles y cuantificables, y ahora es el momento en el que se debe proceder a dicha evaluación. A modo de ejemplo: si propusimos acciones que pretendían "incrementar la práctica del ejercicio físico entre los trabajadores", durante el desarrollo del Plan habremos medido en qué

consistía esa práctica, les habremos proporcionado información sobre sus beneficios, se pueden haber ejecutado acciones para la motivación hacia su práctica, desarrollado actividades grupales para su ejercicio, etc… pero ahora, una vez terminado el plan de promoción, será necesario de nuevo volver a evaluar en qué medida se practica entre los trabajadores. La evaluación del antes y el después, nos ofrecerá la información necesaria para confirmar el cumplimiento o no del objetivo (el incremento o no de la práctica de ejercicio físico entre nuestros trabajadores). Si bien se trata de una evaluación a corto plazo (acción-resultado), es importante obtener de ella un aprendizaje para la mejora continua. Otros resultados a considerar serán los relacionados con los efectos de nuestras acciones en los indicadores a largo plazo como pueden ser el absentismo, el presentismo, la productividad, el número o duración de las bajas por enfermedad, el nivel de riesgo en general o por factor de riesgo, etc.

En la tabla 5 se muestran varios indicadores de resultados.

Cuando hablamos de mejora continua nos referimos a qué hemos aprendido durante su ejecución y qué resultados de este plan debemos considerar para acciones futuras, qué errores, fallos o dificultades hemos encontrado en el camino, con qué riesgos psicosociales del trabajo nos hemos topado en su desarrollo y cómo podemos integrar toda esa información en el día a día de la organización, en su cultura y en la gestión de la salud mental como parte de la salud laboral.

Considerando por tanto no sólo los resultados específicos del plan sino también su efecto sobre los trabajadores y la organización, serán indicadores de calidad del mismo su capacidad de incluir:

- La estrategia y compromiso empresarial.
- Los recursos humanos y la organización del trabajo.
- La responsabilidad social.
- La planificación y desarrollo de las intervenciones.

Para evaluar la calidad de la promoción de la salud se recomienda el cuestionario incluido en la NTP 639 y las aplicaciones para la autoevaluación de las intervenciones en promoción de la salud en el trabajo del Portal de PST del INSHT.

Tras la implantación, desarrollo, seguimiento y control de la intervención, y como forma de unificar todas esas fases, se realizará un Informe Final del Plan de Promoción de la Salud Mental en el Trabajo exponiendo los resultados del mismo y futuras líneas de mantenimiento de los resultados o nuevas actuaciones que la complementen.

4. CONCLUSIÓN

El desarrollo de un Plan de Promoción de la Salud Mental en los lugares de trabajo permitirá:

- Crear entornos de trabajo positivos, gratificantes y estimulantes, así como una organización que de apoyo a sus empleados.
- Reducir las fuentes de estrés en el trabajo y desarrollar la resiliencia al estrés mediante estrategias de afrontamiento.
- Fomentar la cultura de empresa, la participación, la equidad y la justicia, y eliminar el estigma y la discriminación en el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

OMS (2001).
Fortaleciendo la promoción de la salud mental. Hoja Informativa Nº 220.
Ginebra: Organización Mundial de la Salud

ENWHP (2010).
The Edinburgh Declaration on the Promotion of Workplace Mental Health and Wellbeing.
Disponible en: http://www.ispesl.it/whp/documenti/manifesti/Edinburgh_Declaration.pdf

GÁLVEZ, M., MINGOTE, J.C., NÚÑEZ, C. Y OTERO, C. (2012).
Guía de buenas prácticas para la prevención y manejo de problemas de salud mental en trabajadores del ámbito sanitario.
Coord: C. Otero. Madrid: Escuela Nacional de Medicina del Trabajo-Instituto de Salud Carlos III.
Disponible en: http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=21/05/2012-80be5fc7d0

GABRIEL, P. Y LIIMATAINEN, M.R. (2000).
Mental health in the workplace. Introduction. Executive Summaries.
Switzerland: International Labour Organization.

ENWHP-INSHT (2009-2001).
Promoción de la Salud Mental en el Trabajo.
8ª Iniciativa de la ENWHP. Trabajar en sintonía con la vida.
Disponible en: http://www.insht.es/PromocionSalud/Contenidos/ENWHP/Iniciativas/ficheros/pdfs/45_8IniciativaNew.pdf

AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO. (2011).
Promoción de la Salud Mental en el Trabajo. Informe de Buenas Prácticas.
Disponible en: http://osha.europa.eu/en/publications/reports/mental-health-promotion-workplace_TEWE11004ENN/view

NeLH (2004).
Models of Mental Health Promotion,
NHS: Londres

SUTHERLAND, V.J., Y COOPER, C.L. (2000).
Strategic Stress Management: an Organisational Approach.
Palgrave: New York.

GÁLVEZ, M. Y GARROSA, E. (2013).
Salud Mental en el Trabajo: La Psicología Clínica-Laboral.
En B. Moreno-Jiménez y E. Garrosa (Eds.)**,** *Salud laboral: riesgos psicosociales y bienestar laboral.*
Madrid: Pirámide.

AUST, B. Y DUCKI, A. (2004)
Comprehensive Health Promotion Interventions at the Workplace: Experiences with health circles in Germany.
Journal of Occupational Health Psychology, 9 (3), 258-270.

RECURSOS DE INTERÉS

- *Entrevista breve semi-estructurada AMMTAS-UVOPSE: Salud Mental-Salud Laboral.* Su objetivo es la obtención de información clínica relevante en el caso de sospecha de alteración mental en el marco de la vigilancia de la salud. De forma previa y complementaria a su realización, se requiere haber elaborado una completa Historia Clínico-Laboral. Disponible en Anexo VII de la *Guía de buenas prácticas para la prevención y manejo de problemas de salud mental en trabajadores del ámbito sanitario* pero aplicable en otros contextos profesionales: http://tiny.cc/zevjsx

- *Cuestionario de Salud General de Goldberg (GHQ)*: También para ser utilizado en el marco de la Vigilancia de la Salud. Tiene un nombre poco afortunado, porque no mide salud general sino salud mental. Tanto en la investigación como en el trabajo aplicado se usa frecuentemente como screening de malestar psíquico. La versión reducida (12 ítems) y baremación en población española está disponible en: http://tiny.cc/9fvjsx

- *NTP 213, 296 y 421* accesibles en http://tinyurl.com/pkw8la8

- *Portal de intervención psicosocial del INSHT.* http://intervencion-psico.insht.es:86/

- *Portal de psicosociología del INSHT.* http://www.insht.es/portal/site/Psicosociologia/

- *European toolbox* de la ENWHP: que se estructura según los tipos de programas e incluye el epígrafe de Salud Mental, con 214 documentos de ejemplos de buenas prácticas e instrumentos. http://www.enwhp.org/european-toolbox.html

- *Guías en castellano de la 8ª iniciativa de la ENWHP* para la promoción de la salud mental en el trabajo. http://tinyurl.com/ct4s8hb

- *Gana en Salud: 12 temas, 12 meses* del INSHT. Material elaborado con la finalidad de ayudar a las empresas a la sensibilización de los trabajadores en buenos hábitos de salud (en el trabajo y fuera de él). http://tinyurl.com/7b4cjx7

- Base de datos sobre intervenciones en seguridad y salud en el trabajo de la Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo. https://osha.europa.eu/en/practical-solutions/case-studies/

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.046

Investigación de accidentes: recogida de testimonios

Accident Investigation: gathering evidence from testimony witness
Accident Investigation: la collecte de preuves de témoignagess

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Alejo Fraile Cantalejo
CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓNDE MAQUINARIA. INSHT

Colaboradores:

Antonio Morente Sánchez
Luis Octavio Rosel Ajamil
Jose Mª Sorozábal Ostolaza

La investigación de accidentes de trabajo es un proceso compuesto por varias etapas, entre las que destaca en importancia la recogida de información, ya que las siguientes se apoyan en la calidad de los datos obtenidos.
Las dos fuentes de información fundamentales en este tipo de sucesos, son las ***huellas, indicios y evidencias****, por un lado, y los* ***testimonios*** *por otros. Esta nota se va a dedicar a exponer las características y metodología para la obtención de los testimonios.*

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. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Definición

En la legislación española hay varias definiciones de investigación de accidentes, por ejemplo las referidas a las investigaciones de accidentes e incidentes de aviación civil (RD 389/1998), marítimos (RD 800/2011) o ferroviarios (RD 623/2014), y en todos ellos se describe un proceso compuesto de las etapas siguientes:

- recogida y análisis de información
- elaboración de conclusiones, incluida la determinación de las causas
- cuando proceda, la elaboración de recomendaciones de seguridad

Obligación

La ley 31/1995, de Prevención de riesgos laborales establece, entre otras, las siguientes obligaciones en relación con los accidentes de trabajo:

- registro (art.23.1.e)
- notificación (art.23.3)
- investigación (art.16.3),
- y derivado de ella, la revisión de evaluación de riesgos (art.16.1)

Utilidad

La utilidad de la investigación de accidentes siempre está orientada a su prevención, pero según el nivel de actuación en la empresa al que lleguemos, su eficacia preventiva puede aumentar considerablemente.

La potencia preventiva de la información obtenida de un fallo en el sistema es muy elevada, y en ocasiones, realizar un aprovechamiento limitado de la investigación representa un despilfarro de información grave, máxime teniendo en cuenta que el origen de ella ha sido una pérdida de salud de un trabajador.

Se propone ir ampliando el aprovechamiento de la información de forma progresiva alcanzando los tres niveles de utilidad y eficacia preventiva creciente que se indican a continuación:

- Nivel de utilidad 1º:
  - **eficacia preventiva mínima**. Evitar la repetición del accidente
  - aporta información superficial
  - busca y controla las causas inmediatas
- Nivel de utilidad 2º:
  - **eficacia preventiva ampliada**. Controlar los factores de riesgo
  - aporta la información máxima disponible racionalmente
  - busca y controla las causas básicas
- Nivel de utilidad 3º:
  - **eficacia preventiva globalizada**. Sistema de mejora continua
  - gestión de la incertidumbre
  - fomento de la participación
  - mecanismo de integración
  - coordinación con otras políticas

Finalidad

La importancia de la utilidad de la investigación, es decir, el aprovechamiento de la misma, frecuentemente altera el proceso de la propia investigación, cuya finalidad u objetivo es determinar los hechos acaecidos (¿qué pasó?) y buscar las causas (¿por qué pasó?).

Buscar soluciones cuando se está buscando información altera considerablemente los resultados de la investigación, y es un error muy común entre los técnicos, cuyo

afán preventivo les hace quemar etapas, y en ocasiones, interrumpir la búsqueda de información al encontrar una causa a la que aplicar una medida preventiva.

2. PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Etapas

Recordemos que el accidente que estamos investigando ya ha sucedido de una manera determinada y única, que es la que pretendemos conocer.

De acuerdo con la definición de investigación de accidentes antedicha, es posible diferenciar en el proceso las etapas siguientes:

1ª. Recogida de información. En esta fase nuestro único interés es recoger información sin pretender analizar las causas ni buscar soluciones, y en ningún caso intentar buscar culpables. Hay que recoger toda la información disponible y de interés que tenga relación con el accidente específico que se ha producido.
2ª. Descripción del accidente para saber **«lo que pasó»**
3ª. Identificación de las causas para saber **«por qué pasó»**
4ª. Definición de medidas preventivas, buscando la mayor eficacia posible en base a los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

1ª. Recogida de información. Tipos de información

Cuando el investigador llega al lugar del accidente, se encuentra con unas manifestaciones físicas materiales, objetos, lugares, instalaciones, etc. y con unas personas, desde el accidentado a testigos u otras personas que tienen información de interés para conocer lo sucedido.

Ambos tipos de informaciones pueden variar en función del tiempo que haya pasado desde que se produjo el accidente, por lo que es conveniente realizar la primera toma de información lo antes posible.

Huellas, indicios y evidencias

En el lugar del accidente es posible encontrarnos con objetos materiales que pueden desempeñar un papel muy importante en la investigación.

Así pueden ser:

- **Huellas**: es decir: «rastro, seña, vestigio que deja alguien o algo», o
- **Indicios**: es decir: «fenómeno que permite conocer o inferir la existencia de otro no percibido, o
- **Evidencias**: es decir: «certeza clara y manifiesta de la que no se puede dudar

Testimonios

Se trata de relatos que nos hacen personas relacionadas con el accidente, o con otros hechos relacionados con él. Entre ellos pueden estar el accidentado, las personas que estaban en el lugar del accidente y por ello son presuntos testigos, y en general cualquier persona que pueda ser considerado testigo, de acuerdo con la definición que nos da la Real Academia Española, «testigo» es:

1. Persona que da testimonio de algo, o lo atestigua.
2. Persona que presencia o adquiere directo y verdadero conocimiento de algo.

Es muy habitual que al pensar en quiénes queremos entrevistar adoptemos una definición restringida del término testigo, y nos limitemos a las personas que presenciaron el accidente o estuvieron cerca del mismo cuando sucedió. Hacerlo así representa una considerable pérdida de información y olvidar que nuestro objetivo es saber qué pasó y porqué pasó, y para ello en muchos casos, será inevitable hablar con personas que sin haber estado próximos al desarrollo del accidente, pueden informarnos con detalle de datos que expliquen los hechos que allí se produjeron.

2ª. Descripción del accidente

El análisis de ambos tipos de informaciones, con su valoración y estudio de sus posibles contradicciones, nos ayudará a identificar los hechos realmente ocurridos, y realizar una descripción objetiva del accidente.

3ª. Identificación de las causas

La ordenación lógica y cronológica de los hechos identificados, nos permitirá establecer las **relaciones de causa-efecto** existentes entre ellos. Para hacerlo, entre otros procedimientos existentes, se recomienda la utilización del método denominado del «árbol de causas» (NTP-274)

4ª. Definición de medidas preventivas

La investigación de accidentes permite identificar los hechos que es necesario controlar para evitar, al menos, que ese accidente se repita, y a la vez nos aporta información para poder controlar factores causales con mayor cobertura preventiva.

Para ello, entre las causas sucesivas que se van identificando, el método del árbol de causas propone actuar sobre las más alejadas del inicio del árbol, que es el hecho a investigar, frecuentemente el daño a la salud producido, pues así su eficacia es más amplia.

De forma directa o indirecta, el método del árbol causas propone actuar sobre el conjunto de las causas que han intervenido en el mismo, tanto próximas como lejanas, consiguiéndose así una mayor eficacia preventiva.

3. RECOGIDA DE TESTIMONIOS

Este documento está dedicado específicamente a la recogida de testimonios.

Definición

Según la Real Academia Española, un «testimonio» es: una *atestación o aseveración de algo*, en este caso relacionado con el accidente, obtenido habitualmente a través de la realización de una entrevista con los testigos.

El área de conocimiento que tiene por objeto analizar los factores que influyen en la calidad del testimonio es la «Psicología del testimonio».

Factores previos. Contexto emocional

La entrevista para obtener información sobre un accidente de trabajo es de esperar que se desarrolle, al menos inicialmente, en un contexto emocional especial, ya que vamos a hablar de un suceso traumático que se refiere al propio entrevistado si es el accidentado, o en ocasiones a un compañero de trabajo.

Influye mucho la gravedad del accidente o la evolución del estado de salud del accidentado, o las consecuencias para su futuro o el de su familia.

No es extraño que el temor a posibles sanciones u

otras repercusiones para el accidentado u otros compañeros sea un freno que limite la aportación de información. Por ello es muy importante que al inicio de la entrevista se presente el investigador, especialmente si es ajeno a la empresa y explique cuál es el objetivo de la misma.

En resumen, la fase inicial de la entrevista es muy delicada y conviene llevarla a cabo con claridad y respeto, para ir creando progresivamente el clima de confianza que permita recabar la información disponible.

Requisitos de éxito

El objetivo de la entrevista es obtener una información, que en principio suponemos tiene el entrevistado. Para lograrlo han de cumplirse los siguientes requisitos:

1º. Que el entrevistado **tenga** esa información.
2º. Que **pueda** transmitírnosla como la necesitamos. Un error habitual es considerar a los testigos como un dispositivo de grabación neutral y preciso. «Si estaba allí, lo vió todo».
3º. Que el entrevistador **quiera** darnos esa información, es decir, que tenga la motivación suficiente para hacerlo.

En ocasiones la finalidad preventiva del trabajo del investigador le hace sentirse merecedor de toda la colaboración necesaria, ya que su trabajo va destinado a la protección de la salud del entrevistado y de sus compañeros, y por ello espera que la información le sea facilitada sin problemas.

Esa presunción no tiene porqué ser cierta y caer en ella puede llevarnos al fracaso de la entrevista y de la investigación.

Finalmente en toda entrevista lo que se produce es una **interacción entre dos personas**, cada una de las cuales tiene sus características personales y sociales así como sus actitudes, expectativas y motivaciones, que consciente o inconscientemente son expresadas a través de su conducta durante la entrevista. Por un proceso similar, el testigo responde manifestando sus intereses, opiniones, y recelos también basados en sus características particulares, que pueden ir en la línea que se espera o en otra diferente.

La información hay que «ganársela» y para ello es necesario crear el clima adecuado para que la información fluya, y estar muy pendientes de mantenerlo y adaptarlo a los cambios que pueden surgir durante la entrevista.

Es importante no olvidar que el investigador es el que quiere obtener la información que posee el testigo, por lo que todo el esfuerzo de preparación, adaptación y flexibilidad le corresponde a él.

La entrevista la inicia el entrevistador, y a partir de ahí, su desarrollo sigue las etapas del proceso normal de comunicación que indica la figura 1.

En este intercambio de mensajes entre los dos miembros del proceso de comunicación, hay que prever la aparición de lo que se denomina **«ruido»,** que en este proceso se refiere a todo lo que distorsiona la comunicación y altera o imposibilita que llegue el mensaje.

Tipos de ruido

«Ruido»es: *todo lo que distorsiona la comunicación y altera o impide la recepción del mensaje.*

Hay ruidos asociados al ambiente material, como el ruido físico o la ausencia de un lugar adecuado donde poder hablar sin molestias ni interrupciones.

Frecuentemente los ruidos más peligrosos en el contexto de la investigación de accidentes son los ligados a la falta de preparación del entrevistador en técnicas de entrevista y en consecuencia a no tomar en consideración factores importantes que deben ser tenidos en cuenta por su posible influencia negativa en la comunicación, como entre otros, los indicados a continuación:

- el lenguaje a emplear
- la ropa
- los prejuicios y estereotipos sociales
- la comunicación no verbal

Es muy importante tomar conciencia de la importancia de la **comunicación no verbal,** desde el inicio de la entrevista, por la importancia de las primeras impresiones, observando e interpretando rápidamente las señales auditivas, visuales y motoras del entrevistado para adaptar la conversación a ellas. Las posturas, miradas y movimientos del cuerpo durante una conversación suelen mandar mensajes complementarios e incluso en ocasiones contradictorios de los específicamente verbales.

Se espera del entrevistador la múltiple tarea de controlar las señales que él emite y ajustarlas a las que genera el entrevistado, modificando el desarrollo de la entrevista en función de ellas.

Se trata de una combinación de sensibilidad y aprendizaje que favorece considerablemente la obtención de información, y la utilidad de la misma.

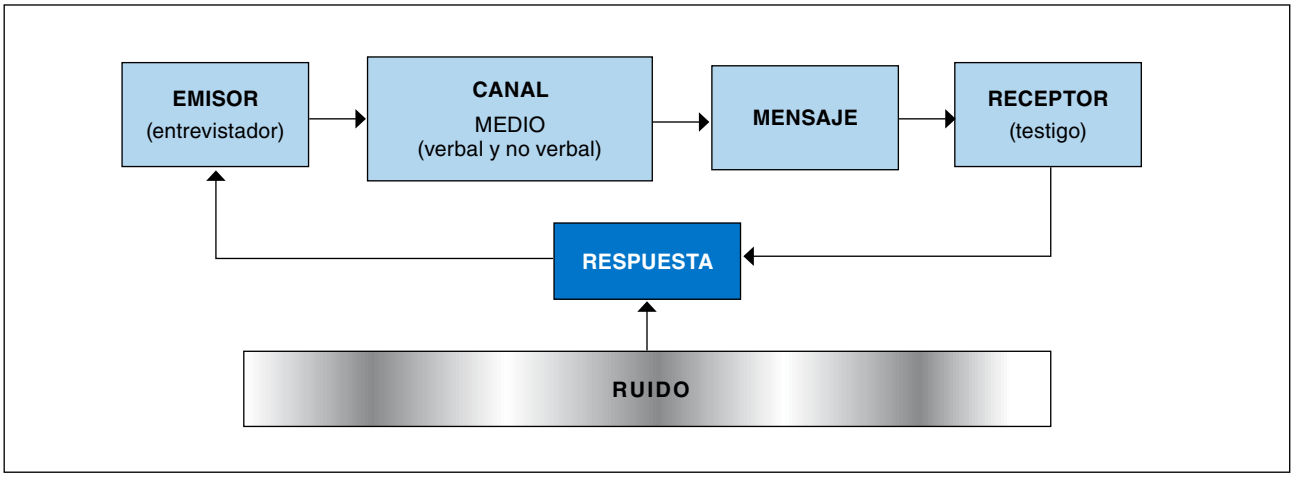


Figura 1. Proceso de comunicación

Proceso de elaboración del testimonio

Cuando preguntamos a un testigo por algún aspecto del accidente que presenció o con el que tuvo alguna relación, le pedimos que elabore un relato, recuperando lo que recuerde de algo que quizás percibió, y que nos lo transmita. (Ver fig. 2).

Figura 2. Proceso de elaboración del testimonio

Parece sencillo, pero en ese proceso de tres etapas, se ponen en juego mecanismos psicológicos muy complejos.

Percepción de los hechos

Según la Real Academia Española, «percibir» es: *recibir por uno de los sentidos las imágenes, impresiones o sensaciones externas.*
Es un proceso condicionado por muchas variables externas e internas, que hacen que ante situaciones similares, varias personas nos ofrezcan relatos diferentes, porque no han «percibido» las mismas realidades.

Los estímulos que podemos percibir habitualmente son muy numerosos, variados y variables, y cada uno de nosotros, hacemos una **selección** en base a las características del estímulo y a nuestros filtros de selección (conocimientos, experiencias previas, motivaciones, intereses, temores, etc.)

Finalmente no podemos presuponer que se ha recogido toda la información disponible, y aún menos que la seleccionada sea la más relevante.

Recuerdo

Según la Real Academia Española, «recuerdo» es: *memoria que se hace o aviso que se da de algo pasado o de que ya se habló.*

Cuando le pedimos que recuerde, ha de buscar en su mente lo que percibió selectivamente para rescatarlo de la memoria, y lo recupera unido a las sensaciones asociadas a aquél hecho y a aquél momento, que han podido ser modificadas por la información, estímulos y sensaciones sobre el accidente que presenció que haya incorporado posteriormente. Es decir, la memoria tiene filtros de entrada y sus archivos están siendo modificados sin que tengamos control de ello.

Esta es la materia con la que ha de elaborar el relato que le pedimos, el testimonio.

Elaboración del testimonio

Cuando el testigo, respondiendo a nuestra petición, elabora su testimonio, está actualizando los productos de las etapas anteriores relacionadas con el accidente, percepción selectiva, memoria, recuerdo y relato actual. Todo ello unido a las sensaciones iniciales y las recuperadas con sus modificaciones incorporadas.

Si a ello le unimos el contexto de entrevista con los encuentros y desencuentros de motivaciones, expectativas y temores intervinientes, nos encontramos con una comunicación compleja que requiere del entrevistador esa sensibilidad y aprendizaje de los que hablábamos anteriormente para lograr obtener lo que denominaremos un **testimonio útil**, que es aquél que procede de un testigo **creíble**, que dice la verdad, y a la vez **fiable**, que proporciona información exacta.

UTILIDAD DEL TESTIMONIO: CREIBLE + FIABLE

Consecuencias de los errores en la entrevista

En una investigación de accidentes las deficiencias en la recogida de información, se manifiestan de forma general en la incapacidad de saber cómo se produjo el accidente, lo que nos imposibilitará la definición de medidas preventivas eficaces.

La entrevista puede ser fallida, tanto por no ser capaces de obtener la información disponible como por aportarnos información errónea o deficiente, como consecuencia de la mala práctica del entrevistador, que puede ser de varios tipos, como por ejemplo, los siguientes:

- **«Información perdida»,** se refiere a la que el testigo tenía y no se la pedimos.
- **«Errores de transmisión»**, que pueden ser malentendidos, bien por interpretar erróneamente sus respuestas, o por concluir que no sabe algo que en efecto sí sabía y quizás no preguntamos adecuadamente.[1]

La información perdida puede hacer difícil definir las medidas preventivas adecuadas, pero los errores de interpretación pueden llevarnos a adoptar medidas equivocadas e ineficaces, dejando las causas verdaderas sin controlar.

Procedimiento de obtención del testimonio

La situación de partida es que el testigo tiene o puede tener una información de interés para la investigación, y nosotros como investigadores hemos de intentar obtenerla.

Para ello hemos de ser conscientes de la complejidad del proceso aparentemente tan simple de pedirle que recuerde y elabore un relato para nosotros, y que lo haga de la manera más adecuada posible.

Hemos de intentar favorecer la comunicación sin artificiosidad ni engaños, y no podemos olvidar que hay muchas variables que pueden interferir en el proceso de comunicación que vamos a provocar, y que una de ellas somos nosotros, dado que la entrevista es un proceso entre dos personas, y en este caso nos corresponde a nosotros hacer los esfuerzos de adaptación precisos para lograr que la entrevista vaya avanzando de forma ordenada para hacer que la información disponible aparezca.

Para ayudar en ese proceso, se sintetizan en la tabla 1 algunos aspectos esenciales a tener en cuenta en la entrevista de recogida de testimonios del accidente.
Vamos a considerar la entrevista como si se tratara de un

1. *En ejercicios hechos con 136 técnicos de PRL en 5 cursos sobre «**Psicología del testimonio aplicada a la investigación de accidentes**», se calculó el porcentaje de información que representaban esos errores: Los resultados fueron los siguientes: transmisión buena (56%), **información perdida** (26,2%), **errores de transmisión** (malentendidos y errores de interpretación) (13,7%). El 4,1 % restante fueron informaciones no percibidas por el testigo ni preguntadas por el investigador.*

reportaje fotográfico, diferenciando los cuatro niveles de actuación siguientes:
1ª. Plano general de la zona.
2ª. Encuadre de una parte de la zona de interés.
3ª. Zoom de un detalle de dicha zona.
4ª. Archivo de las fotografías tomadas para facilitar su recuperación.

Cada una de ellas está dedicada a una fase de la entrevista como proceso de comunicación entre dos personas, ordenadas de la siguiente manera:
1ª. Presentación y actitud favorable.
2ª. Apertura.
3ª. Profundización, si se considera que el clima lograda la permite.
4ª. Cierre.

Para orientar su aplicación, en la tabla 1 se incorporan comentarios y ejemplos de orientaciones y preguntas de utilidad en cada fase. Son propuestas de carácter general, ya que cada investigador ha de adaptar su comportamiento a las circunstancias de cada caso, recordando que cada accidente y cada entrevista son diferentes y la comunicación eficaz requiere un proceso de adaptación y flexibilidad permanente.

NIVEL	FASE	COMENTARIOS	PREGUNTAS
PLANO GENERAL	PRESENTACIÓN Y ACTITUD FAVORABLE	• LO ANTES POSIBLE • EN PRIVADO, – lugar cómodo, formal pero próximo • IMAGEN NEUTRA: – respeto, atención real – silencio atento, sin interrumpir – no reforzar las respuestas, ni generalizar – no confiar en su confianza – controlar la afectividad	• PRESENTACIÓN DEL ENTREVISTADOR: – personal – tema (accidente) – objetivos – control de nuestra comunicación verbal y no verbal – no exteriorizar prejuicios, intereses, valores, etc. – preguntas abiertas, como por ejemplo: «CUÉNTEME LO QUE RECUERDE DEL ACCIDENTE …»
ENCUADRE	APERTURA	• ADAPTACIÓN A SU COMUNICACIÓN VERBAL (usar sus palabras) Y NO VERBAL (gestos, movimientos, etc). • SIN JUICIOS NI PRESIONES. • EVITAR PREGUNTAS MÚLTIPLES, TENDENCIOSAS O ACUSADORAS. • NO APORTAR INFORMACIÓN NUEVA.	• «EN RELACIÓN CON… (algún aspecto del accidente: lugar, actividad, personas, etc.), PODRÍA CONTARME LO QUE RECUERDA»
ZOOM	PROFUNDIZACIÓN (si se considera que el clima logrado lo permite)	• SE PUEDEN PEDIR OPINIONES, SUGERIR HIPÓTESIS ACERCA DE ALGO QUE NO HA QUEDADO CLARO, O TRATAR DE CONTRASTAR INFORMACIONES NO COINCIDENTES CON OTROS TESTIMONIOS O INDICIOS, PERO SIN PRESIONAR.	• «VOLVIENDO A…. (algún aspecto específico, citado o no), PODRÍA DECIRME: – SU OPINIÓN – O SI CREE QUE… • O PODRÍA CONFIRMARME QUE…»
ARCHIVO	CIERRE	• PEDIRLE SI TIENE ALGO MÁS QUE AÑADIR A LO COMENTADO HASTA AHORA. • VALORAR SU PARTICIPACIÓN.	• «GRACIAS POR SU COLABORACIÓN, Y SI RECUERDA ALGUNA OTRA INFORMACIÓN EN RELACIÓN CON ESTE ACCIDENTES, LE AGRADECERÍA ME LA PROPORCIONARA (indicar la forma de hacerlo)»

Tabla 1. Aspectos esenciales a tener en cuenta en la entrevista de recogida de testimonios del accidente.

BIBLIOGRAFÍA

IBABE, I. (2000A).
Psicología del Testimonio.
Donostia. Erein, 1986

IBABE,I, ET. AL.
La vulnerabilidad de la toma de datos en la investigación de accidentes de trabajo. Aplicación de la psicología del testimonio.
Prevención, Trabajo y Salud, Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid. 2004, nº 29

PIQUE ARDANUY, T.
Investigación de accidentes: árbol de causas.
Notas Técnicas de Prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid. 1991, nº 274

TURCHET, PH.
El lenguaje del cuerpo.
Bilbao. Mensajero. 2007

PEASE, A. Y B..
El lenguaje del cuerpo.
Barcelona. Amat. 2006

HUBER, CH.,
La primera impresión.
Barcelona. Océano. 2003

BALLENATO PRIETO, G.
Comunicación eficaz.
Madrid. Pirámide. 2006

JAMES, J.
La Biblia del lenguaje corporal.
Barcelona. Paidós.2008

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.047

Pulverizador de productos fitosanitarios: seguridad

Plant protection products sprayer: safety
Pulvérisateur des produits phytopharmaceutiques: sécurité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Rafael Cano Gordo
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSHT

Gregorio L. Blanco Roldán
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DE MONTES. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.

Esta NTP recoge, de forma resumida, los peligros significativos y los requisitos de seguridad en relación con el pulverizador de productos fitosanitarios tomando como referencia el contenido de la norma UNE-EN ISO 4254-6. Para mayor información se recomienda la consulta a dicha norma.

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 pulverizador de productos fitosanitarios es una máquina destinada a la aplicación de productos fitosanitarios en estado líquido.

Dependiendo de los principios de división del líquido en gotas y de transporte de las gotas al objetivo (suelo en cultivos bajos o parte aérea en árboles), los pulverizadores pueden ser hidráulicos, neumáticos, centrífugos o eléctricos.

La comercialización de los pulverizadores está sujeta a las disposiciones contenidas en el Real Decreto 1644/2008 y Real Decreto 494/2012. La evaluación de riesgos que debe realizar el fabricante permite determinar los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables al diseño del tipo de máquina.

Está publicado un conjunto de normas armonizadas que puede utilizarse como instrumento para la presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables a los pulverizadores.

Entre dichas normas se pueden citar la norma UNE-EN ISO 12100, que establece los principios generales a considerar en el diseño de máquinas, y la norma UNE-EN ISO 4254-1, que establece los requisitos generales de seguridad que se aplican a la maquinaria agrícola.

De forma más específica, la norma UNE-EN ISO 4254-6, que sustituye a la norma UNE-EN 907, está referida a los pulverizadores suspendidos, semisuspendidos, remolcados y autopropulsados, y debe utilizarse junto con la norma UNE-EN ISO 4254-1. El cumplimiento de las especificaciones de estas normas confiere la presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud considerados. El ámbito de aplicación de la norma UNE-EN ISO 4254-6 no incluye los pulverizadores con conductor a pie, los pulverizadores de mochila, los pulverizadores aerotransportados y los dispositivos manuales de pulverización (por ejemplo, las pistolas de pulverización).

2. ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO

Los pulverizadores hidráulicos son las máquinas más empleadas y pueden ser de chorro proyectado (también denominados barras de tratamientos) o de chorro transportado (conocidos como atomizadores o pulverizadores hidroneumáticos). Su aplicación se dirige, en los primeros, hacia el suelo (fundamentalmente, con productos herbicidas) y, en los segundos, hacia el vuelo o parte aérea de los árboles (fundamentalmente, con productos para plagas, enfermedades y abonado). En ellos, el líquido, impulsado por una bomba, atraviesa un orificio calibrado (boquilla), quedando así dividido en gotas, cuyo tamaño disminuye conforme lo hace el diámetro del orificio y aumenta la presión. En el caso de los atomizadores, las gotas son transportadas hasta el vuelo por una corriente de aire.

Están constituidos por los siguientes elementos (figura 1): eje de transmisión de potencia, bomba, depósito de caldo, depósitos auxiliares, distribuidor, manómetro, válvulas reguladoras de presión y caudal, tuberías, filtros, boquillas y unidad de aire (ventilador, en atomizadores).

El resto de máquinas de pulverización tiene funcionamiento similar pero diferenciado, según su principio (neumático o eléctrico), y elementos comunes a los anteriores (bomba, eje de transmisión, depósitos, distribuidor, válvulas, tuberías y filtros) y específicos (unidad de aplicación, por ejemplo, difusores en pulverizadores neumáticos).

3. LISTA DE PELIGROS SIGNIFICATIVOS

El apartado 4 de la norma UNE-EN ISO 4254-6 contiene una lista de peligros significativos que han sido identificados en la evaluación de riesgos y que son objeto de acciones específicas en el diseño para la eliminación o reducción del riesgo.

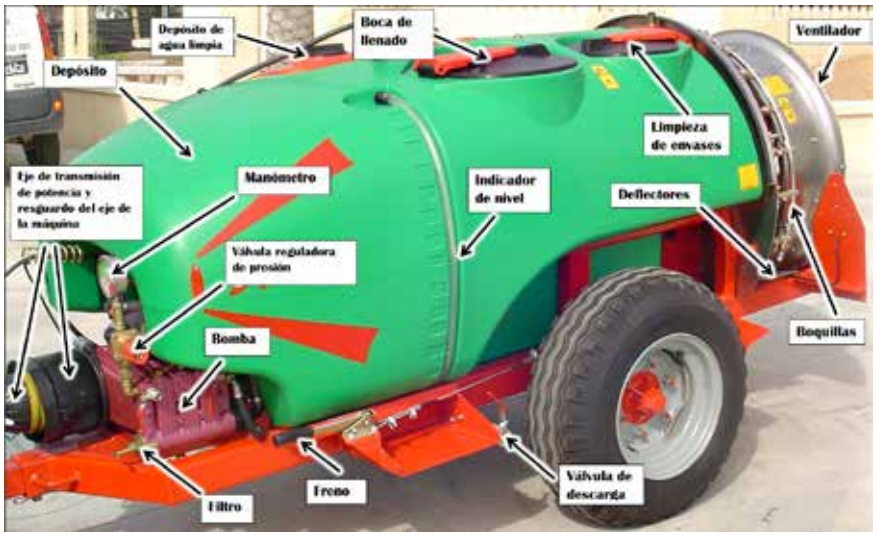


Figura 1. Elementos de un pulverizador hidroneumático (atomizador).

Estos peligros han sido identificados como previsibles cuando el pulverizador es utilizado en las condiciones previstas por el fabricante. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

1. Aplastamiento, cizallamiento y corte originados durante el plegado, desplegado o regulación en altura de la barra de pulverización.
2. Atrapamiento en el ventilador o en la transmisión de potencia (figura 2).
3. Impacto debido al movimiento de la barra cuando está plegada en su posición de transporte (figura 3) o a la ausencia de una zona libre suficiente para las operaciones de enganche.
4. Proyección de fluidos a presión debida a la rotura de los componentes del equipo que trabajan a presión (figura 4).
5. Contacto de la barra de pulverización con líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
6. Ruido producido por la bomba y el ventilador.
7. Contacto e inhalación de productos químicos durante el llenado y vaciado del depósito, la pulverización del caldo u otras operaciones como la limpieza o el mantenimiento.
8. Sobreesfuerzos y posturas forzadas debidos a:
   – una localización inadecuada de la abertura del depósito,
   – la ausencia de espacio libre suficiente para las operaciones de enganche,
   – el accionamiento del mecanismo de regulación de la altura de la barra de pulverización.
9. Peligros relacionados con deficiencias en el diseño, localización e identificación de los controles manuales.
10. Pérdida de estabilidad cuando las barras están desplegadas.
11. Pérdida de estabilidad cuando se estaciona la máquina.
12. Riesgo de caída durante el acceso a zonas de la máquina (figura 5).

Figura 2. Atrapamiento en la transmisión de potencia al ventilador (poleas y correas sin resguardo).

Figura 3. Impacto debido al movimiento (barra sin sujeción adecuada).

Figura 4. Proyección de fluidos a presión (distribuidor y tuberías ubicadas dentro de la cabina).

Figura 5. Riesgo de caída durante el acceso al depósito del atomizador (peldaño de dimensiones insuficientes).

Sin embargo, la norma UNE-EN 4254-6 no contempla los peligros derivados de:

- Los sistemas de regulación de la altura de la barra de pulverización accionados automáticamente.
- Los fenómenos electrostáticos.
- La compatibilidad electromagnética.
- Las condicionales ambientales.
- La inhalación de productos químicos de pulverización dentro de la cabina.
- El vuelco lateral y frontal de las máquinas autopropulsadas con puesto de conducción.
- Las vibraciones.
- Las partes móviles de la transmisión de potencia.
- La seguridad y la fiabilidad de los sistemas de mando.
- La función de desplazamiento de las máquinas autopropulsadas.

No obstante, para estos peligros no contemplados se deben tener en cuenta los requisitos esenciales de seguridad y salud del anexo I del Real Decreto 1644/2008 y las normas armonizadas que pudieran ser aplicables, entre ellas, por ejemplo, la ya mencionada UNE-EN ISO 4254-1.

4. REQUISITOS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN

El apartado 5 de la norma UNE-EN ISO 4254-6 contiene los requisitos de seguridad y medidas de protección aplicables en el diseño del pulverizador, que se presentan a continuación de forma resumida y no exhaustiva.

Estabilidad

Los pulverizadores suspendidos deben ser estables cuando estén estacionados con sus dispositivos de bloqueo en pendiente de 8,5° y en cualquier dirección (apartado 6.2.1 de la norma UNE-EN ISO 4254-1).

Los pulverizadores arrastrados deben disponer de un dispositivo de apoyo que impida su vuelco cuando se desenganchan (figura 6).

Barras de pulverización

Barras de pulverización frontales

Los pulverizadores autopropulsados provistos de barras de pulverización frontales deben proteger al conductor frente a la exposición al producto fitosanitario mediante la incorporación de alguna de las siguientes medidas de seguridad:

- Una cabina dotada de un sistema de purificación de aire.
- Un asiento del conductor con un punto índice del asiento situado a una altura mínima de 1000 mm por encima de la altura máxima de trabajo de la barra.
- Una barra equipada con un dispositivo que minimice el contacto del operador con el producto pulverizado.

Plegado de la barra de pulverización

El plegado y desplegado de la barra de pulverización no debe requerir una altura superior a 4 m.

Para el plegado y desplegado manual, la barra de pulverización debe incorporar dos empuñaduras situadas a una distancia mínima de 300 mm de las articulaciones.

Para la realización de las operaciones de plegado y desplegado de forma mecánica se requiere un mando de acción mantenida situado fuera de la zona de giro de las barras.

La barra de pulverización debe quedar inmovilizada cuando está plegada en su posición de transporte mediante un dispositivo de retención (figura 7).

Regulación de la altura de la barra de pulverización

El accionamiento del dispositivo mecánico de regulación (figura 8) no debe requerir una fuerza manual superior a 250 N. Dicho dispositivo mecánico debe disponer de un mecanismo de autobloqueo y ser capaz de soportar una carga nominal mínima igual a 1,3 veces el peso de la barra de pulverización.

El pulsador manual del sistema de regulación de la altura debe ser de acción mantenida y accesible desde el puesto de conducción.

Los sistemas automáticos de regulación deben ser neutralizados desde el puesto de conducción.

En el caso de fallo hidráulico, el sistema de regulación debe incorporar una de las siguientes medidas de seguridad:

- Un dispositivo que limite la velocidad de descenso de la barra de pulverización a 10 mm/s.
- Un dispositivo que detenga la barra de pulverización a una altura mínima de 500 mm respecto al suelo.

Depósito de caldo

El depósito de caldo debe incorporar una rejilla situada en la boca de entrada, que sólo se pueda retirar utilizando herramientas, cuando se trate de una abertura circular con un diámetro mayor de 400 mm o rectangular de dimensiones superiores a 400 mm × 300 mm.

El orificio de llenado del depósito debe estar situado de forma que se cumplan los siguientes requisitos (figura 9):

Figura 6. Pie de apoyo en un atomizador.

Figura 7. Dispositivo de retención de la barra de pulverización.

Figura 8. Dispositivo manual de regulación de la altura de la barra.

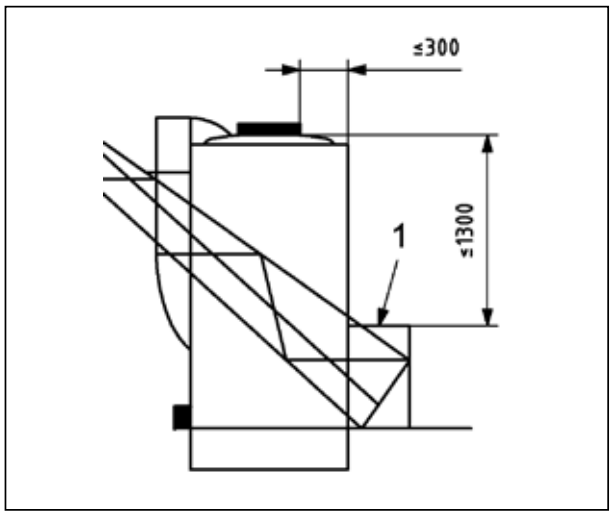


Figura 9. Situación del orificio de llenado del depósito.

Figura 10. Incorporador de producto.

Figura 11. Tapa del depósito.

Figura 12. Indicador de nivel integrado en la carcasa del frontal de la máquina.

Figura 13. Orificio compensador de presiones en la tapa del depósito.

Figura 14. Dispositivo de vaciado del depósito.

- La distancia vertical desde el suelo o la plataforma de acceso (superficie 1) hasta el orificio de llenado no debe ser superior a 1300 mm.
- La distancia horizontal entre el borde del orificio de llenado y el borde exterior del depósito en la zona de llenado no debe ser superior a 300 mm.

Si el diseño del pulverizador no cumple las dimensiones anteriores, el pulverizador debe estar dotado de un incorporador de producto o dispositivo similar (figura 10).

El volumen real del depósito debe superar el volumen nominal (volumen previsto para su utilización) en un 5%, como mínimo. El volumen nominal del depósito debe estar marcado.

La tapa del depósito (figura 11) debe:

- Estar unida a la máquina.
- Disponer de un mecanismo que garantice el cierre de la tapa.
- Estar colocada de forma que impida las pérdidas de líquido (junta de estanqueidad).

El pulverizador debe estar provisto de un dispositivo que permita al operador visualizar el nivel de líquido durante el llenado (indicador de nivel) (figura 12). El volumen nominal del depósito debe estar marcado.

El depósito debe incluir un dispositivo equilibrador de la presión que permita mantener la presión atmosférica durante el llenado y vaciado del depósito (válvula de la tapa) (figura 13).

El dispositivo de vaciado del depósito (figuras 14 y 15) debe asegurar el vaciado completo de los restos de líquido presentes en el interior del depósito estando el pulverizador en posición horizontal y cumpliendo las siguientes condiciones:

- El dispositivo de vaciado debe abrirse sin que sea necesario utilizar herramientas.
- El flujo de líquido debe dirigirse fuera del alcance del operador.
- La salida del depósito debe estar protegida frente a una apertura accidental.

Figura 15. Tapón para vaciado del depósito que no permite dirigir el líquido fuera del alcance del operador.

Manómetro

El manómetro instalado en el pulverizador para medir la presión de trabajo debe cumplir las siguientes condiciones:

- Su ubicación debe permitir la lectura clara de la presión de trabajo desde el puesto de conducción (se acepta que el operador gire el tronco y la cabeza) (figura 16).
- El diámetro mínimo del disco de medición debe ser de 63 mm cuando esté situado dentro de la zona de alcance de la mano del operador, o de 100 mm en caso contrario.
- El manómetro debe indicar la presión que supera la presión máxima de trabajo (por ejemplo, mediante marca roja en el caso de manómetro analógico y señal óptica o acústica en el caso de manómetro digital) (figura 17).

Protección contra sobrepresiones

El pulverizador debe disponer de un dispositivo de seguridad que evite un aumento de la presión de trabajo superior al 20% de la presión máxima y protegido contra manipulaciones accidentales o no autorizadas (figura 18).

Ventilador

El ventilador debe estar protegido mediante resguardos fijos colocados en la aspiración e impulsión con unas dimensiones de malla que cumplan la norma UNE-EN ISO 13857:2008 (figura 19).

Conducciones

Para la protección contra la proyección de fluidos a alta presión debida a la rotura de los conductos:

- No deben instalarse conductos en el interior de la cabina (figura 4).
- Si el pulverizador no tiene cabina, los conductos deben estar protegidos con pantallas rígidas.
- La presión máxima de trabajo de los conductos debe ser, como mínimo, igual a la presión máxima de trabajo del circuito (figura 20).

Parada manual de la pulverización

El mando de parada manual de la pulverización debe estar colocado en el puesto de conducción y debe asegurar una parada segura del flujo de líquido. Tras el corte del flujo, el volumen de goteo en cada boquilla debe ser mínimo (presencia de un dispositivo antigoteo) (figura 21).

Depósito de agua limpia

El pulverizador debe disponer de un depósito de agua limpia para uso del operador con un volumen mínimo de 15 litros y un grifo que pueda abrirse sin herramientas y sin requerir presión continua (figura 22).

Figura 22. Depósito de agua limpia.

5. INFORMACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN

El apartado 7 de la norma UNE-EN ISO 4254-6 proporciona información referida al contenido del manual de instrucciones y del marcado del pulverizador, la bomba y las conducciones.

Manual de instrucciones

Entre otras informaciones, el contenido del manual de instrucciones debe incluir los procedimientos de reinicio después de la hibernación del pulverizador, la regulación del pulverizador, el plegado y desplegado de la barra, los procedimientos para el transporte, la actuación en el caso de obturación en las boquillas u otros fallos durante el trabajo en campo, las precauciones frente al contacto o inhalación de productos químicos peligrosos en cada una de las etapas de utilización, los procedimientos para estacionar el pulverizador, las precauciones a tomar durante su limpieza y las instrucciones para su almacenamiento en invierno.

Figura 16. Manómetro mal ubicado, ya que no permite la lectura desde el puesto de conducción.

Figura 17. Manómetro con indicación de la presión que supera la presión máxima de trabajo (sector rojo).

Figura 18. Válvula de seguridad. Se observa que está mal instalada ya que el retorno no lo hace al depósito.

Figura 19. Resguardo incorrecto en la zona de aspiración del ventilador.

Figura 20. Indicación de la presión máxima del conducto

Figura 21. Volumen de goteo excesivo.

Marcado

Pulverizador

En los pulverizadores debe estar marcada como mínimo la siguiente información:
- Nombre comercial y dirección completa del fabricante.
- Designación de la máquina.
- Año de fabricación.
- Designación de la serie o tipo.
- Número de serie.
- Presión de trabajo máxima del circuito.
- Masa en vacío.
- Masa en carga.
- Régimen de giro nominal y dirección de giro (marcado con una flecha).
- Volumen nominal del depósito.
- Potencia nominal en kilovatios (en máquinas autopropulsadas).

Además, los pulverizadores deben llevar:
- Una advertencia colocada cerca de la abertura del depósito de caldo que tenga un tamaño suficiente para permitir el acceso corporal, después de retirar la rejilla, para indicar del peligro de introducirse en el depósito.
- Una advertencia colocada en el puesto del operador para llamar la atención sobre el riesgo de contacto involuntario con líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- Una advertencia colocada en el depósito de agua limpia para indicar que únicamente debe llenarse con agua limpia.

Bomba

En las bombas debe estar marcada como mínimo la siguiente información:
- Nombre y dirección del fabricante.
- Número de serie.
- Presión máxima de trabajo.
- Régimen nominal de giro.

Conducciones

Las conducciones deben estar marcadas con la presión máxima admisible.

NORMATIVA

Legal

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Real Decreto 494/2012, de 9 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, para incluir los riesgos de aplicación de plaguicidas.

Técnica

UNE-EN ISO 12100:2012
Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

UNE-EN ISO 4254-1:2014
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN ISO 4254-6:2010
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 6: Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos.

UNE-EN ISO 13857:2008
Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.

UNE EN 907:1997
Maquinaria agrícola y forestal. Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Seguridad.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.048

Plataformas elevadoras móviles de personal: seguridad en el transporte, carga y descarga (I)

Mobile Elevating Work Plataforms (MEWP): safety during transport, loading and unloading procedures (I)
Plates-formes élévatrices mobiles de personnel (PEMP): critéres de sécurité pendant le transport et les operations de chargement (I)

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

José Manuel Mayo Lagostena
IPAF (INTERNATIONAL POWERED ACCES FEDERATION)

José Ramón Etxebarria Urrutia
IPAF (INTERNATIONAL POWERED ACCES FEDERATION)

Esta es la primera NTP de una serie de dos donde se abordan los aspectos preventivos relacionados con la carga, descarga, sujeción y arrastre de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP), contemplando principalmente la disposición de la carga en el vehículo que la transporta, con el fin de asegurar la estabilidad del vehículo y evitar la caída total o parcial de la carga, ya que es uno de los motivos que originan un mayor porcentaje de los accidentes que se producen. En la segunda parte se describen los riesgos, los factores de riesgo, las medidas de prevención y protección y la bibliografía relacionada.

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

Esta NTP desarrolla un conjunto de recomendaciones para la carga, descarga, sujeción y enganche seguro de la PEMP al vehículo donde es transportada, para asegurar la estabilidad del vehículo cuando circule y evitar la caída parcial o total de la carga, evitando así accidentes que pueden llegar a ser de consecuencias muy graves. El conductor debe responsabilizarse de realizar un transporte seguro de la PEMP, por ello debe conocer las características de la PEMP que se va a transportar y seleccionar cuidadosamente los métodos y accesorios de sujeción a emplear, teniendo en cuenta principalmente, el tipo de PEMP, el vehículo de transporte, la duración del recorrido, las características del terreno sobre el que va a circular y las condiciones climatológicas.

Las diferentes recomendaciones relativas a la sujeción de la PEMP, incluyen el empleo de los diferentes accesorios o elementos de amarre, así como los accesorios de arrastre para posicionar la PEMP sobre la plataforma del vehículo o la zona de descarga.

2.VEHÍCULOS Y MASAS

Los tipos de vehículos utilizados para el transporte de PEMP están regulados por la legislación de transportes, que distingue entre vehículos ligeros y pesados, en relación con el régimen de otorgamiento, modificación y extinción de las autorizaciones de transporte de mercancías. El **Reglamento de Ordenación de los Transportes Terrestres** considera pesados a los vehículos automóviles utilizados para el transporte de PEMP, si el peso máximo autorizado es superior a 6 toneladas y cuya capacidad de carga exceda de 3,5 toneladas (art. 47).

Teniendo en cuenta los criterios de **utilización**, los vehículos se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- **Plataforma:** Vehículo en el que las mercancías se transportan sobre una superficie plana sin protecciones laterales (cama/caja). Ver figura 1.

Figura 1. Camión plataforma.

- **Basculante:** Vehículo provisto de un mecanismo que le permita elevar y/o girar la caja para realizar la descarga lateral o trasera.
- **Góndola:** Vehículo cuya plataforma de carga tiene una altura muy reducida. Ver figura 2.

Figura 2. Góndola.

Las normas legales sobre masas máximas están desarrolladas en el Anexo IX del Reglamento General de Vehículos.

Masas máximas por eje en toneladas

- Eje simple:
  - Eje motor, en general: **11,5 t.**
  - Eje no motor: **10 t.**
- Eje tándem en vehículo motor:
  - Si la separación entre los ejes es inferior a 1 metro: **11,5 t.**
  - Si es igual o superior a 1 metro e inferior a 1,30 metros: **16 t.**
  - Si es igual o superior a 1,30 metros e inferior a 1,80 metros: **18 t.**
- En el caso anterior si el eje motor va equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, cuando cada eje motor esté equipado con neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no exceda de las 9,5 toneladas: **19 t.** (Ver figura 3).
- Eje tándem y triaxial en remolques/semirremolques. (Ver figura 3).

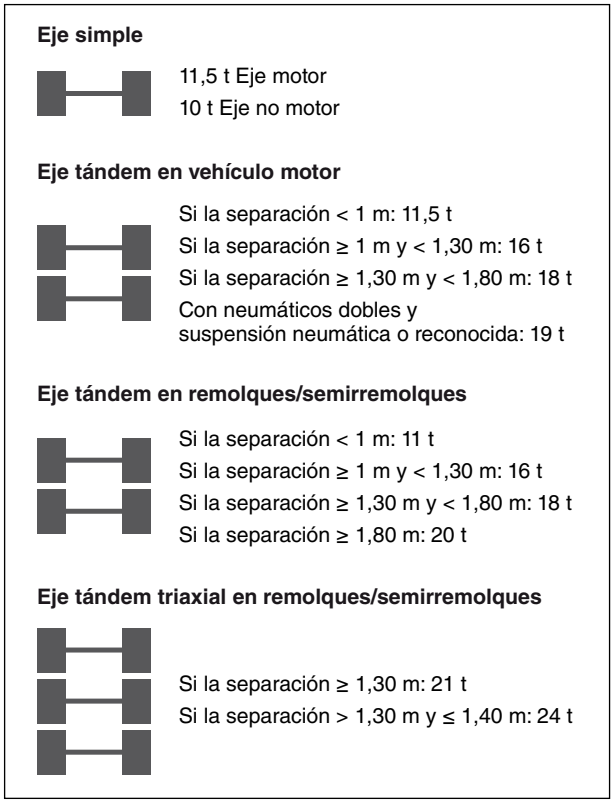


Figura 3. Masas máximas por eje

Masas máximas autorizadas

- Camiones de 2 ejes: **18 t.**
- Camiones de 3 ejes: **25 t.**
- Camiones de tres ejes, cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado de neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no exceda de 9,5 toneladas: **26 t.**
- Camiones de 4 ejes con dos direccionales, cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado de neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no exceda de 9,5 toneladas: **32 t.**
- Otros camiones rígidos de 4 ejes: **31 t.**
- Vehículos articulados de 5 o más ejes: **40 t.** (Ver figura 4).

Figura 4. Masa máxima autorizada para vehículos de 5 o más ejes.

3. DIMENSIONES DEL VEHÍCULO Y SU CARGA. DISPOSICIÓN DE LA CARGA

Dimensiones

Las normas sobre dimensiones máximas permitidas recogidas en el Anexo IX del Reglamento General de Vehículos, se desarrollan a continuación.

- Longitud máxima: incluida la carga y con cualquier número de ejes: **12 m.**
- Anchura máxima: camiones en general: **2,55 m.**
- Altura máxima, incluida la carga, como norma general: **4 m.**
- Altura máxima de los siguientes vehículos, incluida la carga: **4,50 m.**
  - Porta-vehículos: camiones rígidos y conjuntos de vehículos (trenes de carretera y vehículos articulados) cuando estén especializados en el transporte de vehículos.
  - Vehículos grúa: los destinados a la retirada de vehículos accidentados o averiados.
  - Vehículos que transportan contenedores cerrados homologados para el transporte combinado o intermodal.

Las normas generales sobre transporte de mercancías u objetos, están contenidas en los artículos 13 al 16 del Reglamento General de Circulación.

En ningún caso, la longitud, anchura y altura de los vehículos y su carga puede exceder de la señalada en las normas reguladoras de los vehículos o para la vía por la que circulen. El transporte de cargas indivisibles que, inevitablemente, rebasen los límites señalados en el párrafo anterior debe realizarse mediante autorizaciones complementarias de circulación, que se regulan en el Reglamento General de Vehículos, conforme a las normas y condiciones de circulación que se establecen en el Anexo III del Reglamento General de Circulación.

Disposición de la carga

La carga transportada en un vehículo, así como los accesorios que se utilicen para su acondicionamiento o protección, deben estar dispuestos y, si fuere necesario, sujetos de tal forma que no puedan:

a) Arrastrar, caer total o parcialmente o desplazarse de forma peligrosa.
b) Comprometer la estabilidad del vehículo.
c) Producir ruido, polvo u otras molestias que puedan ser evitadas.

TIPO DE VEHÍCULO	TIPO DE CARGA	LONGITUD DEL VEHÍCULO	LA CARGA PUEDE SOBRESALIR		
			PARTE ANTERIOR	PARTE POSTERIOR	LATERALES
Destinado exclusivamente al transporte de mercancías	Cargas de longitud indivisible	> 5 m			
		≤ 5 m	2 m	3 m	0,40 m por cada lateral, siempre que el ancho total sea ≤ 2,55 m (1)
			1/3 de la longitud del vehículo	1/3 de la longitud del vehículo	
(1) En el caso de que la dimensión menor de la carga indivisible sea superior al ancho del vehículo.					

Tabla 1. Dimensiones de la carga que puede sobresalir

d) Ocultar los dispositivos de alumbrado o de señalización luminosa, las placas o distintivos obligatorios y las advertencias manuales de sus conductores.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 15 del Reglamento General de Circulación, la carga no debe sobresalir de la proyección en planta del vehículo, salvo en los casos y condiciones previstos reglamentariamente. En los vehículos destinados exclusivamente al transporte de mercancías, tratándose de carga indivisible y siempre que se cumplan las condiciones establecidas para su estiba y acondicionamiento, podrán sobresalir:

a) En el caso de vigas, postes, tubos u otras cargas de longitud indivisible:
   – En vehículos de longitud superior a 5 metros, **2 m** por la parte anterior y **3 m** por la posterior.
   – En vehículos de longitud igual o inferior a 5 metros, un tercio de la longitud del vehículo por cada extremo anterior y posterior.
b) En el caso de que la dimensión menor de la carga indivisible sea superior al ancho del vehículo, podrá sobresalir hasta 0,40 m por cada lateral, siempre que el ancho total no sea superior a 2,55 metros.

En el resto de los vehículos no destinados exclusivamente al transporte de mercancías, la carga podrá sobresalir por la parte posterior hasta un **10%** de su longitud, y si fuera indivisible, un **15%.**

En los vehículos de anchura inferior a 1 metro, la carga no debe sobresalir lateralmente más de **0,50 m** a cada lado del eje longitudinal del vehículo. No podrá sobresalir por la extremidad anterior, ni más de **0,25 m** por la posterior.

Siempre que la carga sobresalga de la proyección en planta del vehículo, dentro de los límites indicados anteriormente, se deberán adoptar todas las precauciones convenientes para evitar daños o peligros a los demás usuarios de la vía pública, y aquélla deberá ir resguardada en la extremidad saliente para aminorar los efectos de posibles roces o choques. Ver tabla 1.

4. SEÑALIZACIÓN DE LA CARGA

Cuando la carga sobresalga por la parte posterior de los vehículos, debe ser señalizada por medio de la señal V-20, consistente en un panel de 50 x 50 cm^2, pintado con franjas diagonales alternas de color rojo y blanco. Este panel deberá colocarse en el extremo posterior de la carga, de manera que quede constantemente perpendicular al eje del vehículo.

Si la carga sobresale longitudinalmente por toda la anchura de la parte posterior del vehículo, se deben colocar transversalmente dos paneles de señalización, cada uno en un extremo de la carga o de la anchura del material que sobresalga. En este caso, ambos paneles deben colocarse de tal manera que formen una geometría de "v" invertida con franjas inclinadas rojas y blancas. Ver figura 5.

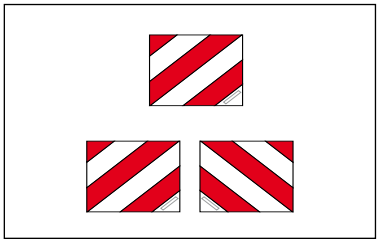


Figura 5. Señalización de exceso de la carga longitudinal por toda la anchura de la parte posterior del vehículo.

Cuando el vehículo circule entre la puesta y la salida del sol o en condiciones meteorológicas o ambientales que disminuyan sensiblemente la visibilidad, la carga que sobresalga por la parte posterior debe ir señalizada, además, con una luz roja. Cuando la carga sobresalga por la parte delantera, debe señalizarse por medio de una luz blanca.

Las cargas que sobresalgan lateralmente del gálibo del vehículo, de tal manera que su extremidad lateral se encuentre a más de 0,40 metros del borde exterior de la luz delantera o trasera de posición del vehículo, deben estar entre la puesta y la salida del sol así como en condiciones meteorológicas o ambientales que disminuyan sensiblemente la visibilidad, respectivamente señalizadas en cada una de sus extremidades laterales, hacia adelante por medio de una luz blanca y un dispositivo reflectante de color blanco y hacia atrás por medio de una luz roja y de un dispositivo reflectante de color rojo.

Para el exceso de longitud de carga delantero y trasero, se deben llevar señales tanto posteriores como laterales. Ver figura 6. También es posible que sea necesario notificar el traslado de la PEMP a Tráfico, por ejemplo, cuando

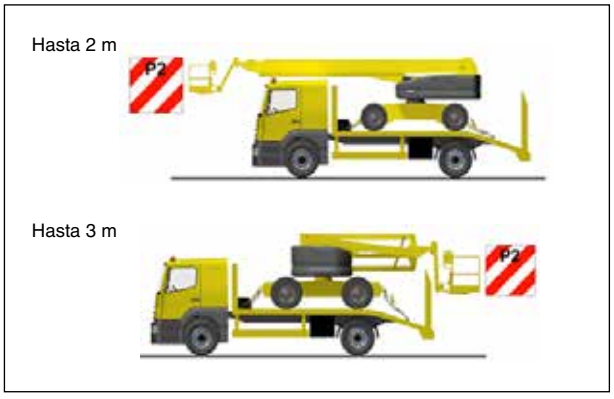


Figura 6. Señalización exceso de longitud de carga delantero y trasero.

se excede de las medidas autorizadas, siendo necesario la asistencia de un vehículo de asistencia (coche piloto).

5. CÁLCULO DE LA CARGA DEL EJE DELANTERO

Para la selección del vehículo a utilizar para transportar una PEMP es necesario conocer su peso para no sobrecargar el vehículo. Además es necesario colocar correctamente la PEMP encima del vehículo para no sobrecargar cada uno de los ejes. En el cálculo se debe tener en cuenta:

- Peso por eje: Peso que cada eje ejerce sobre la carretera.
- Peso máximo autorizado (PMA): Peso total que puede alcanzar el vehículo y su carga juntos.

Para realizar el cálculo de la **carga del eje delantero**, se aplica la fórmula indicada en la figura 7.

En la figura 8 puede verse un ejemplo de cálculo de la carga sobre el eje delantero.

Siendo:

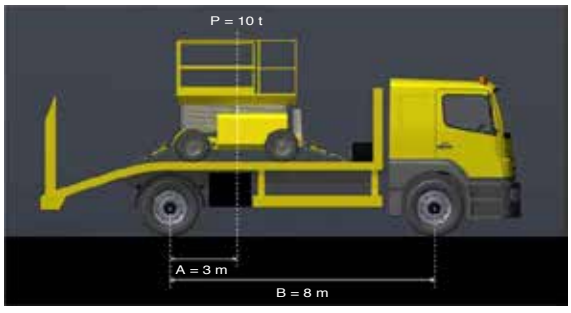
P: Peso de la PEMP (10 t).

A: Distancia desde el centro de la PEMP al eje trasero (3 m).

B: Distancia entre ejes del vehículo de transporte (8 m).

$$\frac{\text{Peso de la PEMP x Distancia desde el centro de la PEMP al eje trasero}}{\text{Distancia entre los ejes}} = X$$

Figura 7. Parámetros para el cálculo de la carga del eje delantero.



$$X = \frac{10\ t \cdot 3}{8} = 3{,}75\ t$$

Figura 8. Ejemplo de cálculo de la carga axial frontal.

6. FUERZAS DE FIJACIÓN

Las vibraciones y perturbaciones dinámicas a las que se ve expuesta la PEMP durante el transporte a lo largo del recorrido, favorecen el deslizamiento de la carga e incluso el vuelco, por lo que ésta se debe amarrar siempre, como mínimo para amortiguar dichas vibraciones y su efecto. Las fuerzas transversales y longitudinales que se producen son recogidas directamente mediante algún medio de sujeción al remolque y están en contacto físico con la carga.

A consecuencia de un frenazo brusco, una aceleración fuerte, un viraje cerrado en una rotonda, un cambio rápido de carril, etc., más fuertes son las fuerzas que la carga ejerce sobre su entorno. En el transporte por carretera, estas fuerzas son principalmente horizontales. En estas situaciones, la fricción no suele ser capaz de evitar por sí sola que una PEMP amarrada se deslice.

Sería un error pensar que el peso de la PEMP es capaz de mantenerla inmóvil. Durante un frenazo brusco, por ejemplo, la fuerza ejercida por la carga sobre la parte delantera del vehículo puede ser bastante intensa y prácticamente igual al peso de la carga. Sin embargo, el vehículo puede soportar fuerzas aún mayores si, por ejemplo, se ve implicado en un accidente. Los principios de sujeción de cargas deben considerarse, por lo tanto, como unos requisitos mínimos.

En resumen, cuando un vehículo frena, la PEMP tiende a seguir desplazándose en su dirección original. Cuanto más brusco sea el frenazo, mayor será la presión que ejerza la carga hacia delante. Si la carga no está bien sujeta, seguirá desplazándose hacia delante con independencia del vehículo, en consecuencia se debe amarrar siempre bien la carga y conducir sin brusquedades, desviándose poco a poco del desplazamiento en línea recta y a velocidad constante. Si se respeta esta recomendación, las fuerzas ejercidas por la carga serán pequeñas y no plantearán ningún problema.

La **Norma UNE-EN 12195-1** contribuye a la armonización de los cálculos de fijación de la carga en vehículos de carretera facilitando los distintos procedimientos y ecuaciones de fijación de la carga. Se describen los procedimientos de bloqueo, amarre y combinaciones apropiadas de los mismos para la fijación de la carga.

Los requisitos generales para un transporte seguro son:

- La suma de fuerzas en cualquier dirección debe ser igual a cero;
- La suma de momentos en cualquier plano deben ser igual a cero.

Los dispositivos de fijación y complementos, tales como, las cintas de amarre conformes a la **Norma UNE-EN 12195-2**, las cadenas de amarre conformes a la **Norma UNE-EN 12195-3**, los cables de acero y cables de acero planos de amarre conformes a la **Norma UNE-EN 12195-4**, tienen que soportar las fuerzas y momentos, que longitudinal, transversal y verticalmente, el dispositivo de sujeción y el vehículo de transporte sean capaces de soportar.

En general, la inmovilización de la carga consiste en equilibrar las fuerzas inducidas por la carga mediante sistemas de cierre, bloqueo y/o amarre. El sistema de cierre, una conexión segura por completo, se utiliza principalmente en el transporte de contenedores y no se combina normalmente con dispositivos de amarre. El sistema de bloqueo consiste en una conexión segura sólo en la dirección del bloqueo y por esta razón se combina a menudo con dispositivos de amarre.

Las fuerzas de fijación que se utilizan para el cálculo en la **Norma UNE-EN 12195-1** son las fuerzas estáticas producidas por el bloqueo o tensionado de los amarres y por las fuerzas dinámicas, que actúan sobre el amarre como una reacción a los movimientos de la carga. Ver figura 9.

Figura 9. Fuerzas de fijación sobre el amarre de la carga.

La superposición del peso de la carga con las tensiones que se producen con gran frecuencia y ocasionales golpes durante la carga de corta duración, se amortiguan por la elongación de los dispositivos de amarre y por los sistemas de absorción de golpes de los camiones y de los remolques. Esto sucede sin un incremento significativo de las tensiones, por lo que puede despreciarse para el propósito de dicha norma europea que da una visión práctica más que una visión científica. Incluso para transporte sin riesgo de deslizamiento o inclinación de las cargas, deben tomarse medidas (por ejemplo, bloqueo o amarre) para evitar que se desplacen de forma apreciable debido a las vibraciones.

Los dos métodos básicos de amarre son:

- amarre por rozamiento;
- amarre directo.

El amarre por rozamiento, consiste en tensionar los dispositivos de amarre a la fuerza de tensado para incrementar la fuerza de rozamiento de la superficie de contacto de la carga para evitar cualquier deslizamiento de la misma. Ver figura 10.

Figura 10. Amarre por rozamiento de una PEMP.

Los mecanismos de tensado de los dispositivos de amarre, si hay más de uno, deben colocarse de forma alternativa sobre lados opuestos de la carga y con ángulos que no excedan los 60°.

Para evitar los movimientos horizontales hacia adelante, hacia atrás, o hacia los costados, los amarres directos deben colocarse a menos de 60° respecto a la horizontal. Ver figura 11.

En caso de que se requiera pretensar los amarres del lado opuesto de la carga, por ejemplo, para resistir el movimiento de rebote de las PEMP con neumáticos, la capacidad de restricción de estos amarres quedará reducida por el efecto de la pretensión inicial en esa dirección.

Figura 11. Tensado sobre lados opuestos de la carga.

7. ACCESORIOS DE AMARRE

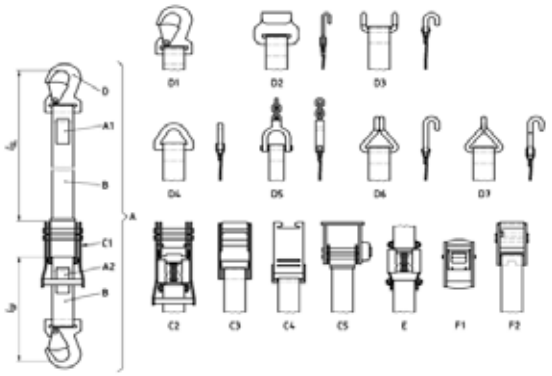
A continuación se desarrollan las características de los accesorios de amarre.

Cintas de amarre fabricadas a partir de fibras químicas

Las cintas de amarre deben estar fabricadas a partir de fibras químicas según la **Norma UNE-EN 12195-2**. Son cintas de tejido estrecho, convencional o sin lanzadera, generalmente formado por varias capas, y cuya función principal es soportar una carga. Una característica de la cinta son sus extremos de tejido estrecho. Dispone de un dispositivo tensor, que consiste en un dispositivo mecánico que ejerce y mantiene una fuerza de tensión en una unidad de sujeción de la carga. Puede disponer de un indicador de la fuerza de tensión que consiste en un dispositivo que indica la fuerza aplicada al sistema de amarre por medio de los dispositivos tensores y movimiento de la carga o deformación elástica del cuerpo del vehículo, que actúa sobre el equipo de amarre. Los dispositivos tensores están diseñados de manera que excluyan un aflojamiento no intencionado de la tensión en el amarre. No debe haber extremos cortantes o rebabas que puedan estar en contacto con las cintas textiles o las manos del operario. En el caso de manivelas movidas a mano, están aseguradas para impedir que se desprendan accidentalmente. Los dispositivos tensores, cuando se utilizan según las instrucciones del fabricante, deben diseñarse de modo que no haya puntos de cizallamiento o de aplastamiento que puedan provocar heridas en las manos del operario. Ver figura 12.

Las cintas deben ir marcadas. El marcado debe incluir, como mínimo, lo siguiente, teniendo en cuenta que cada conjunto completo de cintas de amarre, si está previsto que sus partes sean separables, debe marcarse con la siguiente información, si es aplicable, sobre una etiqueta:

- Capacidad de amarre (LC), que es la fuerza máxima que la cinta de amarre, que está diseñada para resistir en tracción recta.
- Longitudes en metros. En la cinta de amarre de dos partes, la longitud del extremo fijo medida desde el punto de sujeción de la fuerza de la pieza extrema al radio de giro externo del elemento de conexión de la cinta sobre el dispositivo tensor; y la longitud del extremo ajustable, medida desde el extremo libre de la cinta al punto de sujeción de la fuerza de la pieza extrema.
- Fuerza manual normalizada: fuerza de operación manual de 500 N (50 daN sobre la etiqueta).



A Equipo de amarre completo: cinta de amarre.
A1, A2 Marcado (etiqueta).
B Elemento tensor: cinta plana textil tejida.
C Dispositivos tensores.
C1 Tensor de trinquete.
C2 Tensor de trinquete con indicador del esfuerzo de tensión (véase también E).
C3, C4 Hebillas sobre el centro.
C5 Cabrestante de amarre.
D Piezas de extremo.
D1 Gancho de presión, plano, giratorio o retorcido.
D2 Gancho plano.
D3 Gancho del bastidor.
D4 Triángulo, usado como un anclaje.
D5 Conector a una cadena.
D6 Gancho de doble tenaza.
D7 Gancho de tenaza sencilla.
E Indicador de la fuerza de tensión (véase también C2).
F1 Dispositivo de retención de la tensión (hebilla de excéntrico).
F2 Hebilla con barra deslizante.

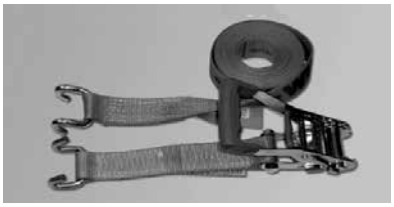


Figura 12.Cintas de amarre. Componentes principales. Dispositivo tensor C, pieza de extremo D, indicador de la fuerza de tensión E y dispositivo de retención de la tensión F1.

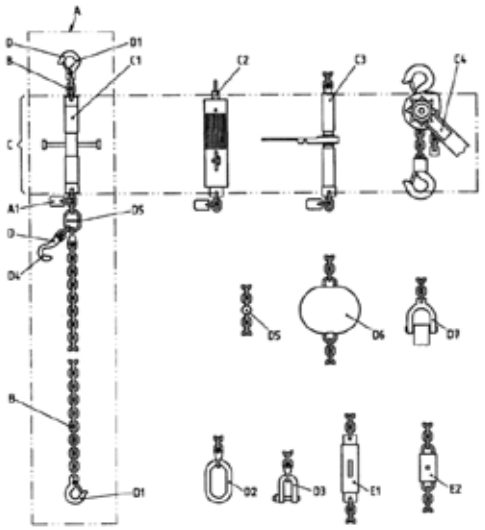
- Fuerza de tensión normalizada, después del aflojamiento de la manivela del trinquete o fuerza del cabrestante basado en el nivel al cual el dispositivo tensor ha sido sometido en el ensayo tipo, cuando se ha diseñado para el amarre de fricción.
- Material. Nombre del fabricante. Marcado CE. Año de fabricación.
- Código de trazabilidad. Norma. Alargamiento en %.

La información debe marcarse, de forma legible e indeleble, sobre una etiqueta duradera fijada directamente sobre la cinta de amarre. Una sección de la etiqueta debe coserse debajo del recubrimiento, que también ha de marcarse con la misma información, con fines de referencia.

La **Norma UNE-EN 12195-2**, indica que las cintas de amarre deben escogerse y utilizarse teniendo en cuenta la capacidad de amarre requerido, así como el tipo de la PEMP a asegurar. El tamaño, la forma y el peso de la carga, así como el método de utilización previsto, afectarán a la selección correcta. Por razones de estabilidad, las unidades de carga auto-portantes deben asegurarse con un mínimo de un par de cintas para amarre de fricción y 2 pares de cintas para el amarre en diagonal.

Cadenas de sujeción

La **Norma UNE-EN 12195-3**, especifica los requisitos generales de seguridad que deben cumplir las cadenas de sujeción y sus combinaciones con cadenas para el transporte seguro de cargas en vehículos. Los dispositivos de tensado deben diseñarse de manera que se necesite una acción voluntaria para aflojar la tensión en el amarre. Los giratorios y tensores cortos, deben tener un dispositivo de seguridad para evitar que se destensen. Los dispositivos de tensado dotados de ganchos en los extremos, deben tener un dispositivo de seguridad para evitar que se destensen. Los dispositivos de tensado deben diseñarse para evitar puntos de aplastamiento o corte que podrían herir las manos del operario durante una utilización correcta. Ver figura 13.



A Equipo completo de amarre: cadena de amarre
A1 Marcado
B Elemento de tensado: cadena de eslabones
C Dispositivos de tensado
C1 Giratorio
C2 Tensor corto/tensor
C3 Carraca
C4 Polipasto de palanca multiuso
D Accesorios de unión
D1 Gancho de sujeción
D2 Eslabón extremo
D3 Grillete
D4 Accesorio de acortamiento
D5 Accesorio de unión
D6 Accesorio de amortiguación
D7 Accesorio de combinación
E1 Indicador de la fuerza de tensado
E2 Indicador de sobrecarga

Figura 13. Cadenas de amarre, dispositivos de tensado y elementos de unión.

Cables de acero de amarre

La **Norma UNE-EN 12195-4**, especifica los requisitos de seguridad que deben cumplir los cables de acero de amarre y cables de acero planos de amarre, incluyendo los tensores C, los componentes de unión D y los indicadores de fuerza de tensado E. Ver figura 14.

Para seleccionar y especificar un amarre de cable de acero o de cable plano de acero, debe tenerse en cuenta la capacidad del amarre necesaria, así como el modo de utilización y la naturaleza de la carga a asegurar. El tamaño, la forma y el peso de la carga, así como el método previsto de utilización, el transporte y la naturaleza de la carga influirán en la correcta elección.

El amarre de cable de acero o de cable plano de acero elegido debe ser de la suficiente resistencia y de la longitud adecuada al modo de utilización. En las operaciones de amarre deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Prever la forma de fijar y de soltar antes de realizar el transporte.
- Retirar el equipo de elevación antes de amarrar la carga.
- Tener en cuenta que puede haber descargas parciales en el transcurso de transportes a larga distancia.

A Equipo completo de amarre.
A1 Marcado.
B Elemento de tensado.
B1 Cable de acero.
B2 Cable de acero plano.
C Dispositivo tensor.
C1 Cabrestante de cable.
C2 Tensor de cable.
C3 Polipasto de palanca multiuso.
D Accesorios de unión.
D1 Gancho de sujeción.
D2 Gancho de extremo.
D3 Grillete con pasador.
D4 Gancho con lengüeta.
D5/D6 Accesorios de combinación: cadenas de amarre /cables de amarre.
E1 Indicador de fuerza de tensado.
E2 Indicador de sobrecarga.

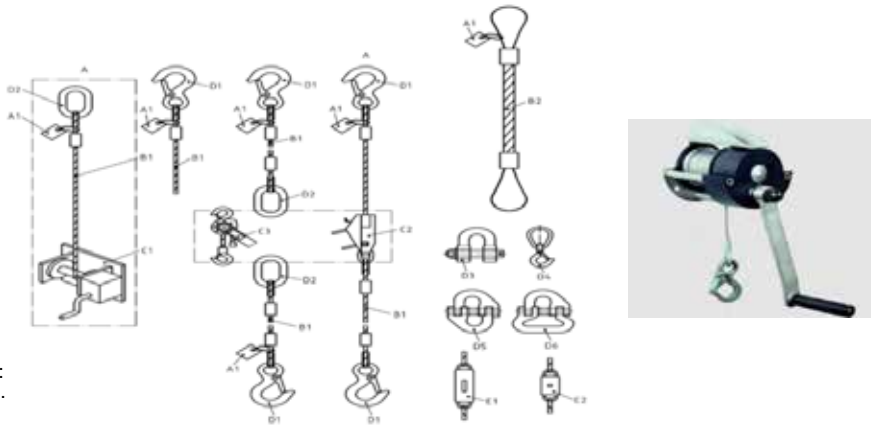


Figura 14. Cables de acero de amarre y cables de acero planos de amarre C, componentes de unión D e indicadores de fuerza de tensado E.

Entidad colaboradora:
IPAF. Federación Internacional de Acceso Motorizado.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.049

Plataformas elevadoras móviles de personal: seguridad en el transporte, carga y descarga (II)

Mobile Elevating Work Plataforms (MEWP): safety during transport, loading and unloading procedures (II)
Plates-formes élévatrices mobiles de personnel (PEMP): critéres de sécurité pendant le transport et les operations de chargement (II)

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

José Manuel Mayo Lagostena
IPAF (INTERNATIONAL POWERED ACCES FEDERATION)

José Ramón Etxebarria Urrutia
IPAF (INTERNATIONAL POWERED ACCES FEDERATION)

En la segunda parte de la NTP se abordan los aspectos preventivos relacionados con la carga, descarga, sujeción y arrastre de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP), contemplando principalmente los riesgos, los factores de riesgo, las medidas de prevención y protección y la bibliografía relacionada.

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 FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos y factores de riesgo asociados a las operaciones de transporte de PEMP son los siguientes:

Vuelco del vehículo o de la carga transportada debido a:

- Ausencia o inadecuado adiestramiento del chófer del vehículo o del operador de la PEMP.
- Falta de información/formación del chófer y del operador de la PEMP.
- Mal estado del vehículo, de la PEMP o de los accesorios de sujeción y arrastre (mantenimiento inadecuado).
- Condiciones de las vías (obras, mala señalización, etc.).
- Condiciones ambientales desfavorables (lluvia, nieve, hielo, viento, etc.).
- Utilización inadecuada del vehículo o de la PEMP y sus elementos auxiliares.
- Carga mal asegurada y sometida a las aceleraciones previstas.
- Vuelco del vehículo en las curvas por velocidad excesiva, o por maniobra evasiva (cambio rápido de carril); lo que provoca que la carga se desplace y cause una distribución desigual del peso. Ver figura 1.

Caída de la PEMP desde el vehículo de transporte debido a:

- Deslizamiento o inclinación de la carga, debido a las vibraciones generadas durante el recorrido.
- Balanceo de la carga, por tener un centro de gravedad alto con relación a las medidas de la superficie de la base.
- Durante su descarga por no seguir los procedimientos de seguridad previstos. Ver figura 2.
- Sobrecarga de los ejes del vehículo. Ver figura 3.
- Circular con la PEMP sin recoger.
- Choque con líneas eléctricas.

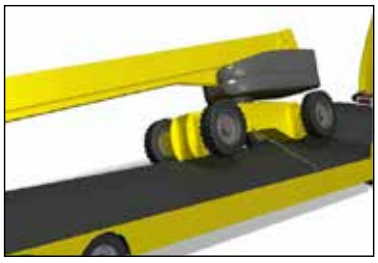


Figura 1. Desplazamiento de la PEMP sobre la plataforma de carga.

Figura 2. Vuelco de la PEMP durante la descarga.

Figura 3. Sobrecarga eje trasero.

- Choque con puentes. Ver figura 4.
- No utilizar cintas de amarre diseñadas para el amarre friccional.
- Utilizar diferentes sistemas de amarre (por ejemplo, cadenas de amarre y cintas de amarre) para sujetar la misma carga, debido a su diferente comportamiento y alargamiento bajo condiciones de carga. Igualmente deben tenerse en cuenta las fijaciones (componentes) auxiliares y la compatibilidad de los dispositivos de amarre de cargas con la cinta de amarre.
- Rotura de cintas de amarre, por contaminación de productos químicos.
- Destensado de la carga, una variación de la temperatura ambiente durante el transporte puede afectar a la fuerza ejercida sobre la cinta de amarre.
- Utilizar cintas de amarre en mal estado, desgarros, cortes, nudos, muescas, roturas de fibras componentes y de las costuras de retención; o deformaciones resultantes de la exposición al calor.
- No utilizar cintas protegidas contra la fricción, la abrasión y los daños debidos a cargas con extremos cortantes, mediante manguitos protectores y/o protectores de ángulo.
- Utilizar accesorios de unión y tensores con deformaciones, grietas, marcas de desgaste pronunciado y signos de corrosión.
- Sobrecargar los ejes al descargar cargas mixtas. Ver figura 5.
- Sobrecargar las cadenas de amarre por encima de la fuerza manual máxima de 500 N. Utilizar ayudas mecánicas tales como palancas o barras que no formen parte del dispositivo de tensado.
- No verificar la fuerza de tracción de los amarres periódicamente, en especial después de empezar el transporte. Ver figura 6.
- Utilizar cadenas con grietas superficiales, alargamientos superiores al 3%, desgastes superiores al 10% del diámetro nominal, y deformaciones visibles.
- Cama/caja del vehículo cubierta de contaminantes (aceite, grasa, agua, etc.) que reduce la fricción de la carga.
- Mala sujeción de la carga por combinaciones erróneas hechas por el chófer (combinación de amarres o de componentes con capacidades de tracción diferentes).

Atrapamientos entre PEMP al cargarlas debidos a:

- Situarse sobre la superficie de carga. Ver figura 7.

Golpes y choques diversos debidos a:

- Golpe de la cesta de trabajo contra el suelo al descargar la PEMP del vehículo. Ver figura 8.
- Golpe contra la cabina del vehículo al frenar durante el transporte. Ver figura 9.
- Utilizar el cabrestante como elemento de amarre. Ver figura 10.
- Peligro de caída al mismo nivel/suelo durante la carga/descarga de la PEMP. Ver figura 11.

Figura 4. Choque contra un puente.

Figura 5. Sobrecarga de ejes durante la descarga de cargas mixtas.

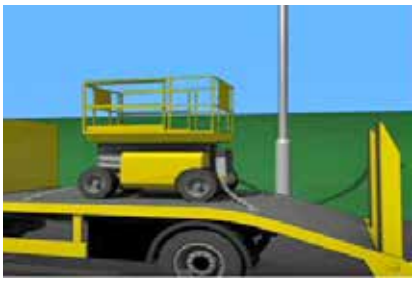


Figura 6. Amarres destensados.

Figura 7. Atrapamiento entre PEMP.

Figura 8. Golpe de la cesta contra el suelo.

Figura 9. Golpe de la PEMP contra la cabina del vehículo.

Figura 10. Utilizar el cabrestante como accesorio de amarre.

Figura 11. Caída de la PEMP durante la carga/descarga.

- Basculamiento o desplazamiento de la carga, pérdida de equilibrio, o de caída en el momento de la aplicación y del tensado de amarre, debidos a un equipo defectuoso, a una rotura súbita o a un mal funcionamiento del dispositivo tensor, que conducen a una ausencia súbita de la fuerza de reacción manual.
- Efecto catapulta al descargar la PEMP del vehículo.
- Cargas que se han movido o que se han inclinado en el curso del transporte por sujeciones inapropiadas, o a un mal funcionamiento de los equipos como retroceso o rotura o a un equipo defectuoso y que puedan caer sobre el personal.
- Retroceso excesivo de las palancas o de las manivelas de los dispositivos tensores.
- Pérdida del equilibrio o de caída al aplicar la fuerza, debido a equipos defectuosos, rotura súbita o mal funcionamiento del dispositivo de tensado, lo que origina una falta súbita de la fuerza de reacción en la palanca.

Cortes/aplastamientos de extremidades superiores debidos a:

- Existencia de extremos cortantes o rebabas que puedan estar en contacto con las cintas textiles o las manos del operario.
- Utilizar manivelas movidas a mano sin estar aseguradas.

Contactos eléctricos con líneas eléctricas debidos a:

- Choque de la carga o del equipo de amarre con las líneas de alta tensión.

Pellizcamientos y cizallamientos varios en extremidades superiores debidos a:

- Existencia de extremos cortantes en los dispositivos tensores durante su manipulación.

2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección frente a los riesgos descritos, se aplicarán para eliminar o minimizar el riesgo inherente del chófer del vehículo o del operador de la PEMP durante la carga y descarga de la PEMP:

- Los trabajadores deben disponer de la información y formación adecuada a los trabajos a desarrollar. Se recomienda la **Norma UNE 58923** para el uso de las PEMPS y específica para las operaciones de carga y descarga.
- La subida y bajada de la cabina del vehículo o de la PEMP se debe realizar de cara a la misma.
- La carga no se puede arrastrar por el suelo, sobrepasar la plantilla (gálibo) ni el peso máximo autorizado.
- La carga que sobresalga por detrás de los vehículos deberá ser señalizada por medio del panel V-20. Con unas dimensiones de 50 x 50 cm, y estará pintado con franjas diagonales alternas de color rojo y blanco. El panel se deberá colocar en el extremo posterior de la carga.
- La carga no debe impedir o disminuir sensiblemente el campo de visión del conductor ni ocultar los dispositivos de alumbrado o señalización luminosa, matrículas y las advertencias manuales del conductor.
- El esfuerzo ejercido sobre los dispositivos de amarre será gradual, nunca súbito. El tiro, especialmente en el movimiento de arranque, será siempre vertical, jamás inclinado.
- Antes de realizar cualquier desplazamiento, comprobar que la PEMP está adecuadamente recogida en su posición de transporte. Ver figura 12.

Figura 12. Carga recogida y amarrada correctamente.

- Cuando se use el cabestrante en cuesta para cargar una PEMP, la cabina del vehículo debe estar cuesta arriba.
- Controlar durante la carga/descarga de la PEMP el tráfico, los peatones y otras obstrucciones (vehículos aparcados, otras máquinas, etc.).
- Tener en cuenta las condiciones atmosféricas, especialmente la visibilidad durante la carga/descarga de la PEMP.
- Tener en cuenta las condiciones del suelo durante la carga/descarga de la PEMP (suelo mojado, sucio, aceite, etc.).
- Realizar una evaluación de riesgos previa a la carga/descarga de la PEMP, para evitar/eliminar los peligros y contribuir a un modo de trabajo más seguro. Ver tabla 1.

PELIGRO	RIESGO (BAJO, MEDIO O ALTO)	MEDIDAS DE CONTROL
Cables de alta tensión sobre la carga	Alto	Manténgase al menos a 9 m de distancia.
Alcantarilla o pozo de registro	Medio	Evitar pasar con la PEMP por encima de la alcantarilla. Marcar con un cono de señalización.
Cadenas que pueden provocar que alguien tropiece durante el aseguramiento	Medio	Asegurar el cierre desde el suelo, no desde encima de la cama del vehículo.
Caer desde cierta altura al acceder al vehículo	Alto	Aplique las medidas de seguridad para el acceso/salida.
Carga pesada	Bajo	Coloque la carga de manera que no cree problemas de peso sobre los ejes (sobrecarga de los ejes).

Tabla 1. Ejemplo de evaluación de riesgos previa a la carga/descarga de la PEMP.

Figura 13. Descarga de la PEMP con la cesta lo más cerca posible del suelo.

Figura 14. Zona de peligro de atrapamiento.

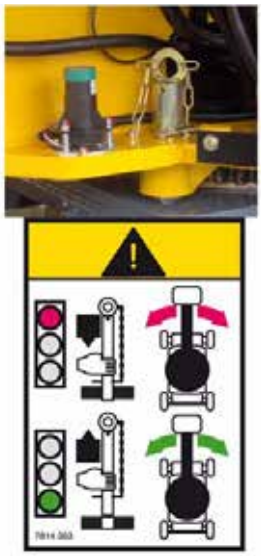


Figura 15. Perno de bloqueo de torreta.

Figura 16. Uso del cabrestante para facilitar la carga o descarga.

Figura 17. Carga correctamente asegurada.

- El operador debe tener un cuidado especial a la hora de activar la palanca de mandos de la PEMP, para asegurar que el sentido de la marcha es el correcto y la operación es en todo momento segura.
- Como regla general de seguridad, evitar situarse siempre en el recorrido de cualquier PEMP que esté en movimiento, y tener siempre cuidado con los objetos fijos que se encuentren en el área de movimiento de la misma.
- Utilizar los EPI adecuados (chaleco reflectante, calzado de seguridad, casco, arnés, guantes, gafas de seguridad, etc.).
- Siempre que sea posible, cargar primero el lado de las ruedas directrices.
- Comprobar que la PEMP está bien alineada respecto a la cama del vehículo antes de proceder a la carga.
- Seguir todas las instrucciones de carga indicadas en el Manual del Fabricante de la PEMP, Reglamento o normas del lugar de trabajo o cualquier otra disposición de seguridad que se aplique.
- Durante la carga, mantener la cesta de la PEMP tan cerca del suelo como sea posible. Ver figura 13.
- Durante la descarga, evitar que la cesta de la PEMP contacte con el suelo inadvertidamente.
- Situar la máquina sobre el camión de manera que los ejes no queden sobrecargados.
- Nunca situarse entre la PEMP que se está moviendo y otras máquinas u objetos. Ver figura 14.
- Durante el transporte, colocar el perno de bloqueo de la torreta para evitar movimientos laterales del brazo de la PEMP. Posteriormente para el uso de la PEMP desbloquear el perno se seguridad. Ver figura 15.
- Utilizar el cabrestante para facilitar las operaciones de carga y descarga de la PEMP, su cometido no es asegurar la carga durante el transporte. El cabestrante impide perder el control de la máquina durante el proceso de carga y descarga. Ver figura 16.
- Tras descargar parte de una carga, es posible que sea necesario recolocar la carga restante, debemos comprobar que la carga restante no sobrecarga el eje y que la estabilidad general de vehículo y carga no corre peligro (se debe comprobar que el resto de las PEMP están aseguradas).
- Verificar que la carga está correctamente asegurada antes de ponerse en marcha y comprobar de nuevo regularmente durante el transporte. Ver figura 17.
- Siempre que sea posible, la PEMP debe manejarse estando el operador situado en la cesta, NO caminado junto a la misma.
- Realizar una comprobación de que la PEMP se encuentra en perfecto estado para proceder a la carga. Para ello se recomienda seguir las instrucciones de la norma UNE 58921. Ver figura 18.
- Verificar las fuerzas de tensión de los amarres después de entrar en zonas calurosas.
- No asegurar la PEMP cerca de la cabina del vehículo, para evitar un posible choque debido a un frenazo por cualquier circunstancia. Ver figura 19.

Figura 18. Comprobación del estado de la PEMP.

Figura 19. PEMP asegurada incorrectamente cerca de la cabina del vehículo.

- Las cintas de amarre deben rechazarse o devolverse al fabricante o suministrador para ser reparadas siempre que presenten signos de deterioro.
- Proteger las cadenas de amarre y aristas de carga

DISTANCIAS LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO				
Un	DPEL 1	DPEL 2	DPROX 1	DPROX 2
1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Tabla 2. Tabla de distancias límite de seguridad.

contra la abrasión y los deterioros, mediante tubos protectores y/o ángulos de protección.

- Cuando existan líneas eléctricas aéreas en las inmediaciones de la zona de carga/descarga de la PEMP, para desarrollar eficazmente las medidas preventivas correspondientes, es necesario realizar un estudio previo de la situación. Por ello, es necesario analizar los diferentes movimientos de la PEMP, que pueden generar un riesgo de entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro. Mediante estos u otros procedimientos se podrán delimitar o restringir los movimientos y/o desplazamientos de las PEMP, de manera que no invadan las zonas de peligro en las situaciones más desfavorables (máximas elevaciones o desplazamientos de las partes móviles), teniendo en cuenta también las máximas oscilaciones de los cables y las PEMP suspendidas. En general, en los trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas, cuando se trabaje con PEMP, para garantizar que no se invada la zona de peligro, DPEL, se recomienda no sobrepasar el límite DPROX-1, para los «trabajadores autorizados» (o los que trabajen bajo su vigilancia). En el resto de los casos se recomienda no sobrepasar el límite DPROX-2. La distancia de seguridad en líneas aéreas de A.T. es de 3 m hasta 66.000 V y de 5/7m para tensiones superiores. Ver tabla 2.

3. ARRASTRE DE PEMP. PEMP REMOLCABLES

Es un tipo especial de PEMP que está montada en un remolque, de modo que puede ser transportada por un vehículo tractor (remolcada/arrastrada), sin necesidad de tener que transportarla sobre otro vehículo. Ver figura 20.

Por lo tanto, este semirremolque debe cumplir las condiciones y características que marca la Ley. Por regla general, todo semirremolque que exceda de los 750 kilos, debe estar matriculado para circular en la vía pública.

Matriculación

Según el artículo 25.1 del Reglamento General de Vehículos, los remolques y semirremolques **no ligeros**, es decir, aquéllos cuya masa máxima autorizada **exceda de 750 kilogramos**, deben estar matriculados en la Jefatura de Tráfico de la provincia en que su propietario o titular tenga el domicilio legal, inscribiéndoles en el correspondiente registro y debiendo estar provistos del permiso de circulación y de la tarjeta de inspección técnica.

Figura 20. PEMP remolcable.

Los remolques y semirremolques **ligeros** no necesitan para circular estar matriculados, al no exceder su masa máxima de 750 kilogramos. No obstante, las caravanas y remolques ligeros estarán provistos de una tarjeta de inspección técnica.

Placas de matrícula

La PEMP cuya masa máxima autorizada no exceda de 750 kilogramos, **no está obligada a matricularse**, debiendo llevar en el lado izquierdo o en el centro una sola placa posterior, de igual contenido que la del vehículo remolcador.

La PEMP que exceda de 750 kilogramos deba ser **matriculada** y la placa de matrícula, situada en posición vertical o casi vertical y en el plano longitudinal medio del vehículo y, además, en el lado derecho de la parte posterior, deben llevar otra placa con la matrícula del vehículo remolcador.

El fondo de las placas será retrorreflectante de color rojo. Los caracteres estampados en relieve irán pintados en color negro mate. En las placas de matrícula se inscribirán tres grupos de caracteres constituidos por la letra R, un número de cuatro cifras que irá desde el 0000 al 9999, y tres letras, empezando por las letras BBB y terminando por las letras ZZZ, suprimiéndose las cinco vocales, así

como las letras Ñ y Q, por su fácil confusión con la letra N y el número 0, respectivamente, y las letras CH y LL, por incompatibilidad con el diseño de la placa de matrícula que no admitiría la consignación de cuatro caracteres en el último grupo. Ver figura 21.

Figura 21. Placa de matrícula de PEMP, como remolque.

Sistema de frenado

Para los remolques de la **categoría O2**, con masa máxima autorizada superior a 750 kilogramos e inferior o igual a 3.500 kilogramos, son obligatorios los dispositivos de frenado de servicio, de estacionamiento y automático en caso de desenganche.

Hay que recordar que las funciones del dispositivo de frenado son disminuir o anular progresivamente la velocidad de la PEMP en marcha, o mantenerla inmóvil si ya se encuentra detenida:

- *Frenado de servicio*: el frenado de servicio debe permitir controlar el movimiento del vehículo y detenerlo de forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean las condiciones de velocidad y de carga y para cualquier pendiente ascendente o descendente en la que el vehículo se encuentre. Su acción debe ser regulable.
- *Frenado de socorro*: el frenado de socorro debe permitir detener la PEMP en una distancia razonable en caso de rotura del sistema de enganche. Su acción debe ser regulable.
- *Frenado de estacionamiento*: el frenado de estacionamiento debe permitir mantener la PEMP inmóvil en una pendiente, ascendente o descendente.
- *Frenado por inercia*: frenado realizado utilizando las fuerzas que provoca el acercamiento de la PEMP remolcada al vehículo tractor. Ver figura 22.

Figura 22. Sistema de frenado de la PEMP remolcable.

Sistema de señalización luminosa trasera

El Regamento General de Vehículos en su **Artículo 16.** "Dispositivos obligatorios de alumbrado y señalización óptica", en su punto 5 se indica que, todo remolque y semirremolque, con excepción de los agrícolas, deberá estar provisto (ver figura 23) de:

- Luces indicadoras de dirección con señal de emergencia.
- Luz de frenado.
- Luz de la placa posterior de matrícula.
- Luz de posición delantera para remolques de más de 1,60 metros de anchura.
- Luz de posición trasera.
- Luz antiniebla trasera.
- Luz de gálibo, si su anchura es superior a 2,10 metros.
- Catadióptricos traseros triangulares.
- Catadióptricos delanteros no triangulares.
- Catadióptricos laterales no triangulares.
- Luz de posición lateral en vehículos cuya longitud supere los 6 metros.

Figura 23. Sistema de señalización luminosa trasera.

Permiso de conducción

El permiso de conducción de las clases B, C1, C, D1 y D autoriza a su titular a conducir los vehículos a que se refieren con un **remolque acoplado de masa máxima autorizada que no exceda de 750 kilogramos**.

Por consiguiente, con carácter general, para arrastrar **un remolque no ligero**, es decir, de M.M.A. superior a 750 kilogramos, los titulares de permiso de las clases B, C1, C, D1 y D, deberán proveerse de un permiso de conducción de la clase E (B+E, C1+E, C+E, D1+E, D+E). Esta norma general tiene dos excepciones:

- El permiso de la clase B (masa máxima autorizada de 3.500 kg) autoriza también a conducir conjuntos compuestos por un vehículo automóvil de los que autoriza a conducir dicho permiso y un remolque cuya masa máxima autorizada exceda de 750 kg siempre que la masa máxima autorizada del conjunto no sobrepase los 4.250 kg.
- Para conducir un conjunto formado por un vehículo tractor de la categoría B y un remolque cuya masa máxima autorizada sea superior a 750 kg, en el caso que el conjunto así formado exceda de 3.500 kg será necesario obtener una autorización tras realizar una prueba de control de aptitudes y comportamientos (48.2 y 49.2 del Reglamento General de conductores). Esa autorización queda reflejada en el permiso de conducción mediante el código comunitario armonizado 96, por lo que se ha venido hablando, de una forma simplificada, de autorización **B96.** Estas pruebas son: marcha atrás con el remolque para estacionar y enganche y desenganche del remolque.

4. NORMATIVA LEGAL Y TÉCNICA

Europea:

- DIRECTIVA 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica

con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).
- DIRECTIVA 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- DIRECTIVA 2001/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de diciembre de 2001, relativa a la seguridad general de los productos.
- DIRECTIVA 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

Diseño y fabricación:

- UNE-EN 280. Plataformas elevadoras móviles de personal. Cálculos de diseño. Criterios de estabilidad. Construcción. Seguridad. Exámenes y ensayos.

Puesta en servicio:

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.

Utilización y mantenimiento:

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- 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.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- UNE 58921 Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).

Disposiciones generales en España:

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1211/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres.
- Real Decreto 1225/2006, de 27 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres.
- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.
- Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT):

- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo. Madrid. INSHT. 2ª edición. 2011.

España. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR):

- UNE-EN 280:2014. Plataformas elevadoras móviles de personal. Cálculos de diseño. Criterios de estabilidad. Construcción. Seguridad. Exámenes y ensayos.
- UNE 58921:2002 IN. Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).
- UNE 58923:2014. Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP). Formación del operador.
- UNE-EN 60204-32:2009. Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 32: Requisitos para aparatos de elevación.
- UNE-EN 12195-1:2011. Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 1: Cálculo de las fuerzas de fijación.
- UNE-EN 12195-2:2001. Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 2: Cintas de amarre fabricadas a partir de fibras químicas.
- UNE-EN 12195-3:2002. Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 3: Cadenas de sujeción.
- UNE-EN 12195-4:2004. Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 4: Cables de amarre de acero.

Reino Unido. Bibliografía y Normas BS:

- Management of Health & Safety at Work Regulations 1999 (MHSR 99)
- Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998 (PUWER 98)
- Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations 1998 (LOLER 98)
- Work at height Regulations 2005 (WAHR 05)
- Construction (Design and Management) Regulations 2007
- BS EN 280:2001 Mobile elevating work platforms: Safety by design
- BS 8460 Mobile Elevating Work Platforms: Code of practice: Safe use
- BS EN 1495:1998 Mast climbing work platforms: Safety by design
- BS 7981 Mast climbing work platforms: Code of practice: Safe use
- BS ISO 16368:2010 Mobile elevating work platforms: Design calculations, safety requirements and test methods
- ISO 18878 Mobile elevating platforms: Operator (driver) training

USA, AMERICAN NATIONAL STANDARS INSTITUTE (ANSI):

- ANSI / SIA 92.6 Self Propelled Elevating Work Platforms

- ANSI / SIA A92.2-1900 Vehicle Mounted Elevating and Rotating Devices
- ANSI / SIA A92.3 Manually Propelled Elevating Work Platforms
- ANSI / SIA A92.5 Boom-supported Elevating Work Platforms

Entidad colaboradora:

IPAF. Federación Internacional de Acceso Motorizado.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.050

Alcance máximo en el plano sagital

Maximum reach in the sagittal plane
Portée maximale dans le plan sagittal

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Alfredo Álvarez Valdivia
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

Se desarrolla un modelo para la estimación de los alcances en el plano sagital (en posición de pie y sentado), que es función de las dimensiones antropométricas y del percentil de la población que puede realizar dichos alcances.

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 ámbito del diseño de los puestos de trabajo, deben tenerse en consideración las zonas de alcance, las alturas de las superficies de trabajo y los espacios necesarios para poder realizar las tareas, con el fin de evitar las posturas forzadas, así como cualquier otro riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores (INSHT, 2008). Tanto las posturas forzadas como aquellas que se mantienen durante períodos largos de tiempo en posición estática pueden suponer un aumento del riesgo de lesión para los trabajadores (HSE, 2002).

Las posturas forzadas implican que una parte del cuerpo (bien sea un segmento o una articulación) se aleja más allá de la posición neutra y de la zona de trabajo recomendada.

Los músculos son menos eficientes cuando las posturas son forzadas y, por lo tanto, deben realizar mayor esfuerzo físico para llevar a cabo las tareas. Este aumento de la fuerza contribuye a la fatiga y a la tensión músculotendinosa, a un aumento de la fricción y compresión de los tejidos blandos, así como a una disminución del torrente sanguíneo en los músculos y tendones afectados.

El alcance repetido o prolongado, la torsión, la flexión, el trabajo por encima de la cabeza, las posturas de rodillas o en cuclillas son algunas de las posturas forzadas más típicas. Los efectos adversos para la seguridad y la salud pueden verse agravados si las tareas también implican la realización de movimientos repetitivos o la aplicación de fuerzas. Las posturas forzadas pueden estar causadas por: puestos de trabajo incorrectamente diseñados, herramientas, utensilios y prácticas de trabajo deficientes.

En el ámbito del diseño de los puestos de trabajo, deben tenerse en cuenta las dimensiones antropométricas de la población trabajadora para que los elementos que conforman el puesto no impliquen alcances superiores a los límites de los distintos segmentos corporales. Por lo tanto, es útil desarrollar un modelo formal que permita estimar los alcances, tanto para diferentes poblaciones como para diferentes percentiles de estas poblaciones.

2. ALCANCE EN POSICIÓN DE PIE EN EL PLANO SAGITAL

En posición de pie, se pueden utilizar dos dimensiones antropométricas para estimar el alcance en el plano sagital: la altura de los hombros y la altura del tercer metacarpiano (figura 1). La definición de éstas, según Carmona (2001), es:

- Altura de los hombros. Es la distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies (suelo) al punto más elevado del acromión. Corresponde a la dimensión 4.1.4 de la norma UNE-EN ISO 7250-1:2010.
- Altura del tercer metacarpiano. Es la distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies (suelo) hasta la cabeza del tercer metacarpiano. La correspondencia más cercana en la norma UNE-EN ISO 7250-1:2010 es la altura del puño (eje del puño), que se define como la distancia vertical desde el suelo hasta el eje de prensión del puño (dimensión 4.4.4).

Los valores proporcionados por Carmona (2001) se muestran en la tabla 1, donde el número entre paréntesis indica la referencia de la dimensión en la norma UNE-EN ISO 7250-1:2010.

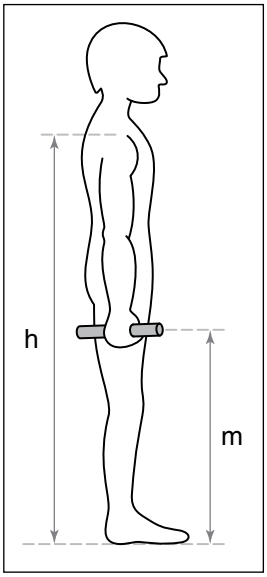


Figura 1. Dimensiones antropométricas con el sujeto en posición de pie.

HOMBRES		MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
4 (4.1.4)	(h) Altura de los hombros	1414,62	63,68
15 (4.2.4)	(s) Altura de los hombros, sentado	590,36	29,85
21 (4.2.12)	(p) Longitud de la pierna	437,99	25,65
41 (4.4.4)	(m) Altura del tercer metacarpiano	746,38	40,51
MUJERES		**MEDIA**	**DESVIACIÓN TÍPICA**
4 (4.1.4)	(h) Altura de los hombros	1320,09	57,66
15 (4.2.4)	(s) Altura de los hombros, sentado	556,32	29,04
21 (4.2.12)	(p) Longitud de la pierna	399,41	26,17
41 (4.4.4)	(m) Altura del tercer metacarpiano	706,94	36,61

Tabla 1. Dimensiones antropométricas en milímetros de la población laboral española.

A continuación se desarrollan las expresiones para el cálculo de las coordenadas cartesianas correspondientes al alcance en posición de pie y en el plano sagital. La altura de los hombros y la altura del tercer metacarpiano se simbolizan mediante las variables *h* y *m* respectivamente. La ecuación 1 muestra el cálculo de las dos componentes cartesianas del alcance, que son función del ángulo θ de flexo-extensión del hombro.

$$A_x = \cos\theta\ (h - m) \qquad [1]$$
$$A_y = h - \text{sen}\theta\ (h - m) = (1 - \text{sen}\theta)\ h + m\ \text{sen}\theta$$

Como las variables *h* y *m* tienen asociada una distribución de probabilidad, entonces el alcance, en sus componentes horizontal (A_x) y vertical (A_y), tendrá asociado un error en forma de desviación estándar. Teniendo en cuenta que el alcance es una combinación lineal de las variables *h* y *m*, la varianza puede calcularse siguiendo la propuesta de Kroemer et al. (2010).

La ecuación 2 muestra el cálculo de la varianza de la componente de abscisas del alcance, donde s_h y s_m son las desviaciones estándar de la altura de los hombros y la altura del tercer metacarpiano, respectivamente, cov_{hm} es la covarianza entre las variables *h* y *m*, y r_{hm} es el coeficiente de correlación de Pearson entre dichas variables. Dado que las dimensiones antropométricas del cuerpo humano no son independientes unas de otras, esta covarianza es necesaria para contemplar la correlación entre las mismas, en este caso entre *h* y *m*.

$$S^2_{A_x} = \cos^2\theta\ (s^2_h + s^2_m - 2\ \text{cov}_{h,m}) = \cos^2\theta\ (s^2_h + s^2_m - 2\ r_{h,m}\ s_h\ s_m) \qquad [2]$$

La ecuación 3 muestra el desarrollo para la obtención de la varianza de la componente de ordenadas del alcance. En este caso es necesario realizar varios pasos intermedios, ya que el valor de A_y (ecuación 1) es una combinación doble de las variables *h* y *m*.

$$S^2_{A_Y} = (1 - \text{sen}\,\theta)^2\ s^2_h + \text{sen}^2\theta\ s^2_m + 2\ \text{sen}\,\theta\ (1 - \text{sen}\,\theta)\ s_{h,m} \qquad [3]$$
$$S^2_{A_Y} = s^2_h + \text{sen}^2\theta\ (s^2_h + s^2_m - 2s_{h,m}) - 2\ \text{sen}\,\theta\ (s^2_h - s_{h,m})$$
$$S^2_{A_Y} = s^2_h + \text{sen}^2\theta\ (s^2_h + s^2_m - 2r_{h,m}s_h s_m) - 2\ \text{sen}\,\theta\ (s^2_h - r_{h,m}s_h s_m)$$

El coeficiente de correlación r_{hm} expresa la relación lineal y la proporcionalidad entre las variables *h* y *m*. Carmona (2003) calculó los coeficientes de correlación para las diferentes dimensiones antropométricas de la población laboral española. La tabla 2 presenta los valores en hombres y mujeres para las dimensiones utilizadas en

$r_{i,j}$ hombres	h (4.1.4)	s (4.2.4)	p (4.2.12)	m (4.4.4)
h (4.1.4)	1			
s (4.2.4)	0,724	1		
p (4.2.12)	0,755	0,478	1	
m (4.4.4)	0,840	0,654	0,555	1

$r_{i,j}$ mujeres	h (4.1.4)	s (4.2.4)	p (4.2.12)	m (4.4.4)
h (4.1.4)	1			
s (4.2.4)	0,736	1		
p (4.2.12)	0,766	0,547	1	
m (4.4.4)	0,826	0,682	0,559	1

Tabla 2. Coeficiente de correlación entre las dimensiones antropométricas utilizadas.

este texto (entre paréntesis se indica la referencia de la dimensión en la norma UNE-EN ISO 7250-1:2010).

Según Carmona (2003), las dimensiones antropométricas de la población laboral española siguen una distribución normal y, debido a que el alcance calculado (ecuación 1) es una combinación lineal de dimensiones antropométricas, éste también tendrá una distribución normal de probabilidad. En esta situación, los percentiles del alcance se calculan según la expresión 4 (Kroemer et al., 2010).

$$p = A_i + zs_{Ai} \quad [4]$$

donde *z* es una variable normal estandarizada cuyo valor es función del percentil que se quiere calcular. En la tabla 3 se muestran algunos de los valores más habituales de *z*.

PERCENTIL	z
1	-2.326
2.5	-1.960
5	-1.645
10	-1.282
50	0.000
90	1.282
95	1.645
97.5	1.960
99	2.326

Tabla 3. Valores típicos de la variable normal estandarizada z.

Según Greene y Hechman (1997), los ángulos de rotación del hombro en función del plano de movimiento toman los valores que se muestran en la tabla 4.

PLANO	MÁXIMO	MÍNIMO
Flexión/extensión	62	-167
Rotación interna/externa	69	-104
Aducción/abducción	184	-0.01

Tabla 4. Valores de rotación del hombro en grados sexagesimales.

La figura 2 muestra una representación gráfica del alcance (ecuación 4) en el plano sagital y en posición de pie con los datos antropométricos (tabla 1) del percentil 5 de la población laboral masculina y del percentil 5 de la población laboral femenina. De esta forma, los objetos situados a estas distancias podrán ser alcanzados por el 95% de la población laboral masculina en un caso y el 95% de la población laboral femenina en el otro.

En la figura 2 se puede observar que, si bien el alcance para hombres y mujeres corresponde al de un arco de circunferencia, ambos arcos no son concéntricos debido a que la altura del hombro toma valores diferentes en cada caso.

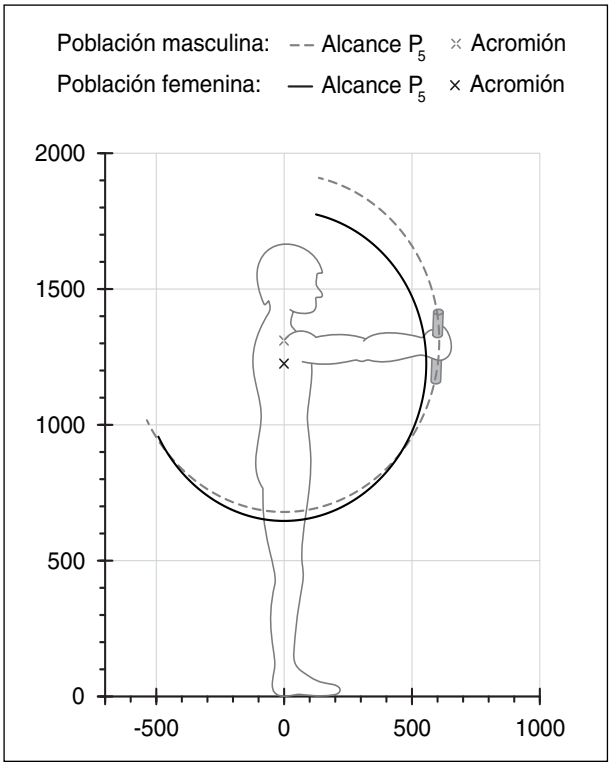


Figura 2. Alcances (en mm) en posición de pie.

3. ALCANCE EN POSICIÓN DE SENTADO EN EL PLANO SAGITAL

Para estimar el alcance en posición de sentado, es necesario emplear más dimensiones antropométricas que las utilizadas en posición de pie. La altura del hombro y la altura del tercer metacarpiano, definidas en el apartado anterior, son imprescindibles para calcular la longitud del brazo. No obstante, dado que no existe una altura medida desde el suelo hasta el hombro en posición de sentado, es necesario utilizar otras dos dimensiones —altura de los hombros sentado y longitud de la pierna (figura 3)— para estimar esta dimensión. Según Carmona (2001), su definición es la siguiente:

- Altura de los hombros (sentado). Es la distancia vertical desde la superficie horizontal de asiento hasta el punto más elevado del acromión. Corresponde a la dimensión 4.2.4 de la norma UNE-EN ISO 7250-1:2010.

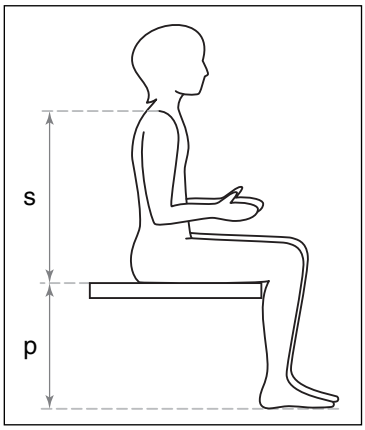


Figura 3. Dimensiones antropométricas en posición de sentado.

- Longitud de la pierna (altura del poplíteo). Es la distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies hasta la superficie inferior del muslo inmediata a la rodilla, con ésta doblada en ángulo recto. Corresponde a la dimensión 4.2.12 de la norma UNE-EN ISO 7250-1:2010.

El desarrollo de las expresiones matemáticas para estimar el alcance en posición de sentado es el mismo que en el caso correspondiente a la posición de pie, con la diferencia de que el número de variables es mayor en este caso.

Las componentes cartesianas de este alcance, parametrizadas en función del ángulo θ, se muestran en la ecuación 5. Se comprueba que la componente de abscisas no presenta variación alguna respecto a la calculada anteriormente, mientras que la de ordenadas adopta una forma similar, a pesar de ser función de cuatro variables en lugar de dos.

[5]

$$A_x = \cos\theta\ (h - m)$$
$$A_y = (s + p) - \text{sen}\ \theta\ (h - m)$$

Las variables *h* y *m* son las mismas que en el caso anterior: la altura del hombro y la altura del tercer metacarpiano respectivamente. La variable *s* corresponde a la altura de los hombros sentado, mientras que la variable *p* es la longitud de la pierna (altura poplítea).

En relación con las varianzas, la componente de abscisas sigue siendo igual que la calculada en posición de pie (ecuación 2), mientras que la componente de ordenadas presenta una expresión diferente (ecuación 6).

Mediante la ecuación 4, y utilizando los datos antropométricos de la tabla 1, se puede calcular el alcance en el plano sagital para cualquier percentil de la población. La figura 4 muestra estos valores para la posición de sentado y los percentiles 5 de la población masculina y femenina.

Además, según Grandjean (1983), mediante una extensión de pies, piernas, tronco y hombros, los valores calculados pueden superarse en 15 cm, bajo la condición de que esta extensión tenga un carácter casual y no acarree un esfuerzo excesivo. La figura 4 muestra estos límites ocasionales, tanto para hombres como para mujeres, mediante líneas discontinuas.

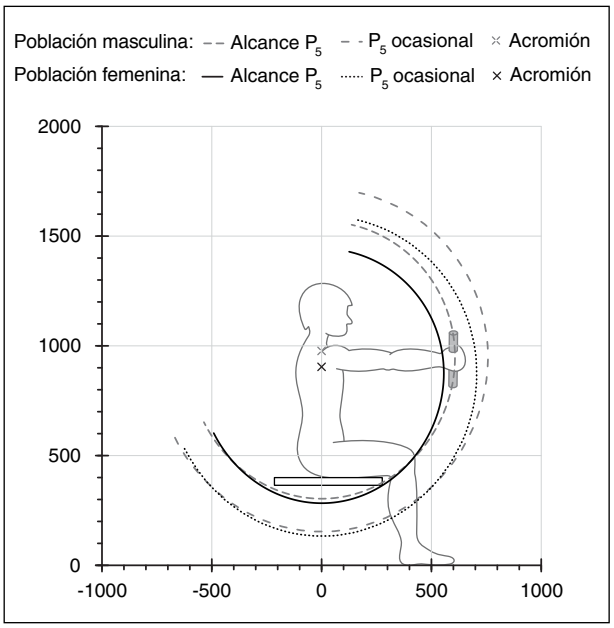


Figura 4. Alcances (en mm) en posición de sentado.

[6]

$$S_{A_Y}^2 = s_s^2 + s_p^2 + \text{sen}^2\theta\, s_h^2 + \text{sen}^2\theta\, s_m^2 + s_{s,p} - \text{sen}\ \theta\, s_{s,h} + \text{sen}\,\theta\, s_{s,m} + s_{s,p} - \text{sen}\ \theta\, s_{p,h} + \text{sen}\ \theta\, s_{p,m} - \text{sen}\ \theta\, s_{s,h} - \text{sen}\ \theta\, s_{p,h} - \\ - \text{sin}^2\ \theta\, s_{h,m} + \text{sen}\ \theta\, s_{s,m} + \text{sen}\ \theta\, s_{p,m} - \text{sin}^2\ \theta\, s_{h,m}$$

$$S_{Ay}^2 = \text{sen}^2\ \theta\ (s_h^2 + s_m^2 - 2s_{h,m}) - 2\ \text{sen}\ \theta\ (s_{s,h} + s_{p,h} - s_{s,m} - s_{p,m}) + (s_s^2 + s_p^2 + 2s_{s,p})$$

$$S_{Ay}^2 = \text{sen}^2\ \theta\ (s_h^2 + s_m^2 - 2r_{h,m}s_h\, s_m) - 2\ \text{sen}\ \theta\ (r_{s,h}s_s\, s_h + r_{p,h}s_p\, s_h - r_{s,m}s_s\, s_m - r_{p,m}s_p\, s_m) + (s_s^2 + s_p^2 + 2r_{s,p}s_s\, s_p)$$

BIBLIOGRAFÍA

CARMONA, A.
Datos antropométricos de la población laboral española.
Prevención, Trabajo y Salud, 2001, 14, 22-35.

CARMONA, A.
Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial.
Madrid: INSHT, 2003.

GRANDJEAN, E.
Precis d'ergonomie.
Paris: Les éditions d'Organisations, 1983.

GREENE, WALTER B., HECKMAN, JAMES D.
Evaluación clínica del movimiento articular.
Barcelona: EdikaMed, 1997.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE.
Upper limb disorders in the workplace. 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Ergonomía. 5ª edición.
Madrid: INSHT, 2008.

KROEMER, KARL H. E., KROEMER, HILTRUD J., KROEMER-ELBERT, KATRIN E. ENGINEERING PHYSIOLOGY.
Bases of Human Factors Engineering/Ergonomics. 4th edition.
Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.

UNE-EN ISO 7250-1:2010. **Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias (ISO 7250-1:2008).**

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.051

Exposición laboral a compuestos citostáticos: sistemas seguros para su preparación

Occupational exposure to cytostatic compounds: safe systems for its preparation
Exposition professionnelle a cytostatiques: systèmes d'assurance pour sa préparation

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Xavier Guardino Solá
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

En la nota técnica de prevención 740, dentro de las medidas destinadas e evitar la contaminación por cistostáticos se recomienda el uso de sistemas cerrados. Habida cuenta que se trata de un campo de actuación con avances continuos y que existen en el mercado un número importante de estos dispositivos, en la presente NTP se repasan sus características en relación a su eficacia en cuanto a evitar la exposición de los trabajadores. También se comenta brevemente la utilización de robots para llevar a cabo estas preparaciones. En la bibliografía se relacionan exclusivamente las citas más relevantes y recientes, recomendándose al lector la correspondiente comprobación en la red del estado de la cuestión sobre el tema.

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.

Sustituida por la NTP 1134.

1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR CITOSTÁTICOS

La contaminación ambiental por citostáticos, incluyendo aire, guantes, ropa, superficies de trabajo, suelos, etc., puede tener distintos orígenes, desde la contaminación original del recipiente o goteo, hasta vertidos y salpicaduras al manipularlos. Las cabinas de seguridad biológica empleadas como método de contención primario, funcionando correctamente y usadas siguiendo los correspondientes protocolos, proporcionan un nivel de seguridad casi absoluto para el trabajador, pero debe tenerse en cuenta que el material extraído de las mismas suele estar contaminado, con lo cual los posteriores usuarios así como superficies y objetos con los que entre en contacto pueden extender la contaminación.

Figura 1. Formación de un aerosol líquido al retirar la aguja de un vial. Cortesía de Care Fusion®

Uno de los orígenes más habituales, tanto durante la reconstitución, como en la administración, es la utilización de jeringas estándar cuyas agujas, en el momento de ser extraídas del recipiente a través del septum, generan un aerosol (ver figura 1). También se forma un aerosol al ser expulsado al exterior el producto contenido en las paredes internas de la jeringa (tanto con aguja como sin aguja) al retirar el émbolo. Es para evitar este tipo de contaminación que se recomienda la utilización de los llamados sistemas cerrados y los robots que realizan esta operación de manera automática y con escasa intervención humana.

2. SISTEMAS CERRADOS

NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) de Estados Unidos ha dado el nombre de CSTD (*Closed System drug Transfer Devices*) a los dispositivos para la transferencia de citostáticos y, en general, de principios activos de alta potencia o toxicidad, que utilizan sistemas cerrados y que se definen como aquellos equipos que impiden de manera mecánica la entrada de contaminantes en el sistema y el escape de principios activos peligrosos fuera del mismo. En principio, un sistema cerrado es un dispositivo que impide el intercambio de aire no filtrado o de contaminantes con el aire ambiente. Sin embargo, como se comenta más adelante, la utilización de filtros, y su eficacia, siempre discutible, hace que muchos expertos no consideren sistemas realmente "cerrados" cuando el equilibrio de presiones se basa en la utilización de aquellos.

ISOPP (*International Society of Oncology Pharmacy Practitioners*) da una definición prácticamente equivalente a la del NIOSH. Ambas definiciones son citadas en todas las publicaciones de manera indistinta.

Debe tenerse en cuenta que en realidad los CSTD comprenden tres partes: El protector que se coloca en el vial; el inyector que se coloca sobre el protector para extraer la medicación y el conector que se emplea para la administración (aspecto que no se trata en esta NTP).

En España estos equipos son considerados productos sanitarios, regulados por el RD 1591/2009, y clasificados en la clase IIa.

En Estados Unidos, la FDA (*Food and Drug Administration*) tiene establecido el código de producto ONB para los dispositivos CSTD, destinados a su aplicación intravascular y que define como los que en el ámbito sanitario permiten la reconstitución y transferencia de antineoplásicos y medicamentos peligrosos reduciendo la exposición del personal sanitario. Este código de producto se aplica tanto a los dispositivos de clase II (Sujetos a control especial) como de Clase III (PMA: *Premarket Approval*, con autorización previa a su comercialización). Puede que un equipo sea ONB solamente para alguna de las fases de trabajo o para todas.

También en Estados Unidos, el NIOSH tiene propuesto un protocolo para determinar la eficacia de los sistemas cerrados para la contención de vapores: *A Vapor Containment Performance Protocol for Closed System Transfer Devices Used During Pharmacy Compounding and Administration of Hazardous Drugs*. Dicho protocolo hace referencia solamente a medicamentos en forma vapor o líquida. Emplea alcohol isopropílico (isopropanol) del 70% como trazador. La prueba se lleva a cabo dentro de un volumen cerrado en desecadores o aisladores. La presencia del alcohol ispropílico en el aire se determina con un monitor de lectura continua y NIOSH considera que el equipo ensayado pasa el test cuando la cantidad detectada de isopropanol es inferior al límite de cuantificación analítico del monitor (LOQ), definido por el mismo NIOSH como 3,33 veces el límite de detección del instrumento (LOD). En los ensayos que relata NIOSH el LOQ se halla en 1 ppm. Por lo que hace referencia concretamente a los citostáticos, la mayoría de ellos, con excepción de la carmustina, presentan presiones de vapor extraordinariamente bajas, inferiores a 5 mPa.

Esta NTP se refiere a la preparación y manipulación de citostáticos exclusivamente desde el punto de vista de la seguridad del operador, sin contemplar otros aspectos como la seguridad microbiológica o sistemas de trazabilidad destinados a evitar errores, aunque, como se verá a continuación en la gestión de estos compuestos y de los medicamentos peligrosos en general el abordaje es, lógicamente, conjunto.

3. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS DISPOSITIVOS PARA LA MANIPULACIÓN DE CITOSTÁTICOS

En la manipulación y transvase de los citostáticos y sus soluciones líquidas deben cumplirse una serie de principios que implican un enfoque amplio de su gestión: no contaminación del aire o del trabajador, asepsia, fiabilidad de utilización (incluye aspectos de seguridad, pero también ergonómicos), capacidad de vaciado total, universalidad de conexiones y protección contra la contaminación química.

Evitar la formación de aerosoles

Los dispositivos de acceso, tanto al recipiente primario como a los otros recipientes, y la conexión con las bolsas de aplicación deben eliminar el fenómeno de aerosolización (ver la figura 1) mediante mecanismos de equilibrio de presiones o equivalentes. Como ya se ha comentado, este fenómeno es una de las causas de la contaminación del aire y superficies y, en consecuencia, de los trabajadores.

Asepsia

La asepsia de la solución tratada o preparada, así como del material que está en contacto con ella es imprescindible, ya que se trata de soluciones que serán perfundidas al organismo del paciente

Seguridad de utilización

Los aspectos ergonómicos de estos equipos contribuyen de manera importante a la seguridad en su utilización. Deben ser de fácil manejo y garantizar un adecuado transvase de los líquidos y una inyección suficiente. Para evitar punciones deben estar diseñados con puntas romas y preferiblemente de material plástico.

Capacidad de transvase

Los dispositivos en cuestión deben ser capaces de lograr una transferencia total de las soluciones manipuladas. Ello debe ser así por tres razones: ajuste imprescindible de la dosis establecida, necesidad de evitar pérdidas de producto (en muchos casos de elevado coste) y reducir al máximo la contaminación del equipo de cara a su eliminación o lavado.

Universalidad de utilización

Debe existir una adecuación de tamaño en todas las conexiones y, también, debe tenerse en cuenta las resistencias de los septums a su perforación, garantizando por un lado su estanqueidad y por otro, que no requieran esfuerzos físicos. Obviamente, deben existir garantías de compatibilidad entre el material utilizado y las características de las soluciones transvasadas.

Filtración

En general no suele estar establecida la necesidad de la filtración sistemática de las soluciones transvasadas, aunque en algunos casos puede ser requerida por dificultades de solubilidad de principios activos sólidos en soluciones que van a ser perfundidas directamente al paciente.

Otro aspecto distinto que es de interés para evitar la contaminación ambiental, es la utilización de filtros para el equilibrio de presiones en los transvases. Su utilización es muy discutida en relación a su capacidad para un filtrado realmente efectivo del aerosol contenido en el aire que es enviado al exterior del sistema. Por este motivo, en las últimas acepciones de “sistema cerrado” no se incluyen los equipos con filtrado del aire al exterior

Precisión en el transvase

El tamaño volumétrico de las jeringas empleadas debe ser consistente con el volumen a transvasar, evitando que los volúmenes manipulados estén alejados del volumen nominal de la jeringa. La graduación de las mismas debe ser claramente visible, sin que puedan dar lugar a dudas las mediciones volumétricas realizadas.

Diseño del equipo para la aplicación

El equipo preparado para ser remitido al área de aplicación u hospital de día, que puede ser de formas y accesorios muy distintos, debe reunir una serie de condiciones ergonómicas y de seguridad que garanticen todas las condiciones de estanqueidad requeridas durante su transporte, almacenamiento en su caso y aplicación al paciente.

4. EQUIPOS DISPONIBLES

A continuación se revisan algunos de los sistemas disponibles en el mercado. Para mayor información se puede recurrir a los estudios comparativos publicados, como por ejemplo el de L.A. Power de 2013, citado en la bibliografía. Respecto a este apartado, debe indicarse que solamente se han relacionado las aportaciones más recientes en el momento de redactar esta NTP, existiendo una amplísima bibliografía fácilmente accesible a través de la red, acudiendo especialmente a las dos revisiones (*reviews*) del CDC citadas en la bibliografía.
La información que se comenta a continuación procede de diferentes expertos y empresas consultadas. Debe tenerse en cuenta que algunos de los equipos no se distribuyen en todos los países o bien se hace con distintos nombres comerciales. Se recomienda acudir a las páginas web de los diferentes fabricantes para contrastarlo. Cuando se han podido comprobar, se han incluido los distintos nombres con que son comercializados.

Equashield®

Equashield, de Equashield Medical Ltd. (www.equashield.com) usa una jeringa que incorpora un sistema de intercambio de aire-líquido de doble aguja para equilibrar las presiones. Una aguja extrae el fármaco del vial, mientras que la otra reemplaza el volumen del fármaco con un volumen igual de aire estéril de la cámara de aire. Alternativamente, cuando se añade líquido a un vial, el aire contaminado proveniente de éste se introduce en la jeringa, evitando su pase al ambiente. El vástago del émbolo está sellado con una junta tórica que permite que el émbolo sólo se mueva axialmente y no se puede quitar, manteniéndose hermética la jeringa. El adaptador y la jeringa disponen de una membrana de acoplamiento para tener una conexión segura. La membrana de la jeringa y la del adaptador quedan herméticamente cerradas durante toda la transferencia del fármaco. Las agujas están de forma permanente dentro del recipiente para prevenir pinchazos. Ver la figura 2. Este equipo está clasificado por la FDA con el código de producto ONB.

Figura 2. Equashield®.
Reproducido con permiso de Equashield Medical Ltd.

Phaseal®

Phaseal, de BD: Becton Dickinson and Company (http://www.bd.com/pharmacy/phaseal) es otro dispositivo de circuito cerrado para la transferencia segura de soluciones de citostáticos. En este dispositivo se llena primero la jeringa estándar con aire, retirando el émbolo, se conecta la jeringa a la pieza llamada inyector, que a su vez se conecta con el protector que se ha fijado en el vial del cual se va extraer la solución de citostático. A continuación se inyecta el aire contenido en la jeringa que llena un recipiente con una membrana flexible a modo de globo. Cuando se aspira el líquido del vial el aire embolsado sustituye al líquido extraído, sin que haya habido contacto alguno con el exterior. Ver la figura 3. Este equipo también está clasificado por la FDA con el código de producto ONB.

Figura 3. Phaseal®.
Reproducido con permiso de Becton, Dickinson and Company.

Chemoclave® Chemolock®

Los equipos Chemoclave® de ICU Medical (http://www.icumed.com/products/oncology/hazardous-drug-closed-systems-and-cstds/chemoclave.aspx), igual que en los casos anteriores, son sistemas de conexión sin aguja. Ver la figura 4. El equilibrio de presiones se logra en este caso mediante un balón interno que se expande, contenido dentro del protector Genie® para vaciado de viales, y el

Figura 4. Dispositivos Chemoclave®.
Reproducido con permiso de ICU Medical.

conector Spiros® que permite una conexión con la jeringa (sin aguja). El inyector Chemolock® (http://www.icumed.com/products/oncology/hazardous-drug-closed-systems-and-cstds/chemolock.aspx) es un mecanismo de conexión segura (estanca). La combinación protector Genie® y el inyector Chemolock® también está clasificada por la FDA con el código de producto ONB.

Tevadaptor®

Tevadaptor® <de Teva Medical Ltd. (http://www.tevadaptor.com) ofrece un sistema de adaptadores de viales, jeringa, puerto de conexión y Luer Loock que es su conjunto constituyen un sistema cerrado que también está clasificado por la FDA con el código de producto ONB. Ver figura 5.

Figura 5. Dispositivo Vialshield®
Tomado de http://www.tevadaptor.com/productPresentation/presentation.aspx

Smartsite® Vialshield®

El dispositivo Vialshield ®, CareFusion, combinado con Smartsite y Texium, (http://www.carefusion.com/pdf/Infusion/VA2994-vialshield-closed-vial-adapter-whitepaper.pdf) permite contener los vapores en la preparación de citostáticos mediante una membrana de retención con lo que conforma un sistema cerrado, manteniéndolos en un recipiente microbiológicamente cerrado y evitando que salgan vapores o aerosoles al exterior. Ver la figura 6.

Figura 6. Dispositivo Vialshield®
Reproducido con permiso de CareFusion®

Texium®

Los dispositivos combinados de Texium® y Smartsite® también de CareFusion (www.carefusion.com/medical-products/infusion/iv-therapy/texium-oem-products.aspx) emplean un filtro hidrófobo de aire, lo que permite las manipulaciones de citostáticos de presión de vapor muy baja, con dos válvulas antirreflujo neutralizando la presión del vial. La válvula de seguridad Smartsite junto con la conexión Texium conforman un sistema que sirve no solo para la preparación del citostático, sino también para su transporte. Ver la figura 7.

Figura 7. Dispositivos Texium® y Smartsite®
Reproducido con permiso de CareFusion®

Chemo mini spike®, On Guard®, Pure Site®

Los equipos de B. Braun (http://www.bbraun.es/cps/rde/xchg/cw-bbraun-es-es/hs.xsl/products.html?id=00020742190000000629&lev2Id=00020742190000000256), son sistemas de trasvase de soluciones de citostáticos que también llevan acoplado un filtro hidrofóbico de venteo de 0,2 micras, que retiene el posible aerosol formado durante los distintos transvases entre viales y jeringas. El equipo contiene, además del punzón, una válvula bidireccional antigoteo y conexiones luer y luer lock que se pueden cubrir con tapones de cierre hermético. Ver figura 8.

Figura 8. Chemo mini-spike® con válvula
Reproducido con permiso de B.Braun®

5. ROBOTIZACIÓN

Un paso más en las políticas destinadas a la mejora en la gestión de la reconstitución y administración de citostáticos, se basa en la robotización de la reconstitución. Procedimientos cerrados, ejecutados por mecanismos

robotizados eliminan los riesgos de exposición personal y medioambiental, incluyendo la gestión segura de los residuos generados. Son requerimientos típicos de un robot de estas características:

- Utilizar tecnología de interfaz de ciclo completo sin intervención humana ni para leer ni para interpretar, por lo que elimina los posibles errores de transcripción.
- Ser capaz de realizar los cálculos necesarios de manera automatizada para la dosificación requerida.
- Tener capacidad de identificar los componentes que se emplean en la preparación para evitar errores en la identificación del principio activo, el diluyente o el contenedor.
- Trabajar en sistema redundante.
- Generar los documentos relacionados con la administración de forma automática y garantizada

En la práctica diaria es fundamental la fiabilidad de estos equipos, desde el punto de vista de ausencia de averías. Dado que su función es la realización de manera continua de muchas preparaciones, una avería puede provocar un importante colapso. Para obviar este problema es recomendable disponer de dos robots. Sin embargo, su limitación más importante es su precio, por lo que es fundamental haber llevado a cabo, previamente a su adquisición, un buen estudio económico de su rentabilidad.

A continuación se citan brevemente algunos de los modelos de robot disponibles en el mercado.

CytoCare®

De la empresa Health Robotics (www.health-robotics.com. https://www.youtube.com/watch?v=Fvh0HAYbjGs) es el primer modelo que apareció en el mercado que, igual que los restantes, garantiza la seguridad para los pacientes (ausencia de errores de medicación), para sus usuarios y el medio ambiente, ya que incluye una gestión automatizada de los residuos

Apoteca®

Apoteca Chemo (Advanced Robotic Chemotherapy Compounding) de Loccioni humancare (http://humancare.loccioni.com/about-us/projects/apoteca. es un robot de uso muy extendido que presenta unas características equivalentes al CytoCare.

Kiro®

De la empresa Kiro Robotics (http://www.kiro-robotics.com/. https://www.youtube.com/watch?v=ZZT-KvWegys) presenta a su vez características equivalentes a los otros dos modelos pero con la ventaja de un lavado posterior de todo el equipo, lo que reduce al máximo el posible contacto con el operador.

Riva®

De la empresa Intelligent Hospitals System® (http://www.intelligenthospitals.com/index.php) es otro modelo que está en el mercado desde 2008. De características parecidas a los anteriores, en la descripción del producto se hace especial referencia a los tratamientos oncológicos pediátricos.

6. ORGANIZACIÓN, INFORMACIÓN Y FORMACIÓN

Como ocurre en todos los campos relacionados con la mejora de las condiciones de trabajo y la prevención de riesgos laborales, aunque las mejoras tecnológicas en seguridad y automatización son primarias e imprescindibles, siempre queda una parte en manos de los operadores de estos equipos, por lo que es fundamental insistir en las acciones de información y formación del conjunto de profesionales que interviene en la preparación o reconstitución de los compuestos citostáticos. Sin estas acciones de información y formación, por más avanzadas y teóricamente seguros que sean los equipos disponibles, siempre existirá un riesgo residual asociado a la intervención humana en estos procesos.

Una buena organización preventiva pasa por la aplicación de los principios básicos de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la aplicación de la seguridad en línea, que afecta a toda la línea jerárquica del centro sanitario relacionada con la manipulación de agentes citostáticos. En todo el proceso debe participar de manera activa el Servicio de Prevención del centro sanitario que debe aportar el asesoramiento técnico y organizativo para la eliminación, o minimización de la exposición en el caso que aquella no sea posible, y teniendo en cuenta las disposiciones legales y de carácter técnico que se relacionan a continuación.

Finalmente, cabe resaltar tres aspectos reglamentarios:

- En los aspectos que les sea de aplicación deberá tenerse en cuanta la legislación sobre protección de los trabajadores frente a la exposición agentes químicos en el trabajo (Real Decreto 374/2001).
- A la manipulación de los compuestos citostáticos que estén clasificados como cancerígenos y/o mutágenos en las categorías 1A y 1B, o presenten características para ello, le es de aplicación la legislación sobre la protección de estos trabajadores desarrollada en el Real Decreto 665/97 y la correspondiente Guía del INSHT, teniendo en cuenta la versión codificada de la Directiva 2004/37/CE.
- A la manipulación de los compuestos citostáticos clasificados como tóxicos de la reproducción en las categorías 1A y 1B es de aplicación lo establecido en el Real Decreto 298/2009 y deben tenerse en cuenta los documentos del INSHT: Directrices para la evaluación de riesgos y protección de la maternidad en el trabajo y las NTP 914 y 915.

BIBLIOGRAFÍA

AMMTAS (2014)
Guía de buenas prácticas para trabajadores profesionalmente expuestos a agentes citostáticos
AMMTAS, Madrid
http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=26/03/2014-199edf956b

ANÓNIMO (2009)
Closed System Transfer Devices
Pharmacy Purchasing & Products 6(5), 28-31
http://www.pppmag.com/documents/V6N5/p28_29_30_31.pdf

ASSTSAS (IRSST) (2008)
Safe Handling of Hazardous Drugs. Prevention Guide
http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/cg-002.pdf

CDC (REVIEWS) (2014)
Occupational exposure to antineoplastic agents and other hazardous drugs
http://www.cdc.gov/niosh/topics/antineoplastic/sampling.html
http://www.cdc.gov/niosh/topics/antineoplastic/pubs.html

CLARK, B.A., SESSING, PJM (2013)
Use a closed system drug transfer device eliminates surface contamination with antineoplasic agents
J Oncol Farm Practice, 0(0), 1-6

CONNOR et al. (ISOPP STANDARDS COMMITTEE) (2007)
ISOPP Standards of Practice. Safe Handling of Cytotoxics
J Oncol Pharm Practice Supp. 13: 1–81
http://www.oncosystems.com.tr/dosyalar/_ISOPP_Standards_of_Practice_-_Safe_Handling_of_Cytotoxics.pdf

GERPAC-EUROPHARMAT (2007)
Préparation et administration de médicaments à risques pour le personnel et l'environment
Europharmat, Toulouse
http://www.euro-pharmat.com/documents/dm_de_preparation/guiderecommandationdm.pdf

MCDONNELL, A., ET AL. (2013)
Automated Medication Preparation for Chemotherapy
Pharmacy Purchasing & Products 10(12), 28 (2013)
http://www.pppmag.com/article/1430/December_2013/Automated_Medication_Preparation_for_Chemotherapy/%3E

MAHAR, K., FARBER, D. (2010)
Course: Proper Handling of Hazardous Drugs: Topics for Oncology Nursing
http://www.slideshare.net/terrybear11/nursing-grassroots-maharppt-7376384-kb-7376384-bytes

MERGER, D. ET AL (2014)
Multicenter study of environmental contamination with antineoplastic drugs in 33 Canadian hospitals
Int Arch Occup Environ Health 87:307–313.

MIYAKE ET AL. (2013)
SpringerPlus 2013, 2:273, 1-7
Impact of closed-system drug transfer device on exposure of environment and healthcare provider to cyclophosphamide in Japanese hospital
http://www.springerplus.com/content/2/1/273

NIOSH (2009)
NIOSH Definition of Closed-System Drug-Transfer Devices
Ann Occup Hyg, 53(5) 549, 2009

NIOSH (2014)
List of Antineoplastic and Other Hazardous Drugs in Healthcare Settings 2014
http://www.cdc.gov/niosh/docs/2014-138/pdfs/2014-138_v3.pdf

NIOSH.
A vapor containment performance protocol for closed system transfer devices used during pharmacy compounding and administration of hazardous drugs.
NIOSH: Cincinnati, Ohio, 2015.
Disponible borrador en: http://www.regulations.gov/#!documentDetail;D=CDC-2015-0075-0003, http://www.regulations.gov/#!docketDetail;D=CDC-2015-0075

ODRASKA, P. ET AL. (2013)
Evaluation of the Efficacy of Additional Measures Introduced for the Protection of Healthcare Personnel Handling Antineoplastic Drugs
Ann. Occup. Hyg., 57(2), pp. 240–250.
http://annhyg.oxfordjournals.org/content/early/2012/08/18/annhyg.mes057.full.pdf+html

POWER L.A. (2013)
Closed-System Transfer Devices for Safe Handling of Injectable Hazardous Drugs
Pharmacy Practice News, June, 1-16
http://pharmacypracticenews.com/download/CSTD_ppn0613_WM.pdf

POWER L.A., POLOWICH, M. (2013)
Safe Handling of Hazardous Drugs. Reviewing Standards for Worker Protection
Pharmacy Practice News, Special Edition
http://www.clinicaloncology.com/download/Safe_handling_con0511_WM.pdf

SESSING, PJM *ET AL.* (2011)
Reduction in surface contamination with antineoplasic drugs in 22 hospital pharmacies in the US following implementation of a closed-system drug transfer devices.
J Oncol Farm Practice, 17(1), 39-48
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20156932

VANDENBROUCKE, J. (ISOPP STANDARDS COMMITTEE) (2010)
ISOPP Safe Handling Standard
http://www.hoparx.org/uploads/files/HOPA%201SOPP%202008.%20Vandenbroucke%20ISOPP%20Safe%20Handling%20Standards%20Technical%20GENERAL%20SESSION.pdf

YOSHIDA, J. *ET AL* (2009)
Use of a Closed System Device to Reduce Occupational Contamination and Exposure to Antineoplastic Drugs in the Hospital Work Environment
Ann. Occup. Hyg., 53(2) pp. 153–160.

Links comprobados a 5 de octubre de 2015

NOTA: *Se agradece a las empresas citadas su colaboración para la redacción de este documento, así como a los Servicios de Farmacia y de Prevención de Riesgos Laborales de los hospitales de Sant Pau y Vall d'Hebron (Barcelona) e Institut Català d'Oncologia (ICO) (L'Hospitalet del Llobregat).*

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.052

Coordinación de actividades empresariales: criterios de eficiencia (I)

Business activity coordination: efficiency criteria (I)
Coordination d'activités patronales: critères d'efficacité (I)

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Pablo Orofino Vega
SERVICIOS CENTRALES. INSHT

Fernando Sanz Albert
*CENTRO NACIONAL DE
NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSHT*

Colaboradores:

Ágatha de Pablo Yuste
CANON ESPAÑA

Juan Ramón Díaz Pozo
ARCELORMITTAL

Las Notas Técnicas de Prevención (NTP) 918 y 919 abordaron las obligaciones que tienen las empresas en relación con la coordinación de actividades empresariales (CAE). Como conclusión, se puso de manifiesto la necesidad de fomentar el establecimiento de procedimientos de gestión en esta materia. Como complemento de lo anterior, se han elaborado dos NTP con objeto de proporcionar orientaciones para establecer una coordinación de actividades empresariales eficiente. La coordinación ha de constar necesariamente de las siguientes etapas: planificación, organización, control y mejora continua. En esta primera NTP se exponen los factores transversales que influyen en este proceso y se determina el esquema general del mismo.

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

Está previsto contratar una empresa externa. En materia de coordinación de actividades empresariales: ***¿qué papel debe desempeñar el servicio de prevención de riesgos laborales?***

Para responder a esta y otras preguntas, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) publicó, en 2008, la "Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa". En relación con la cuestión planteada, esta guía pone de manifiesto la necesidad de involucrar, en las actividades de coordinación de actividades empresariales, a la unidad o departamento encargado de llevar a cabo la contratación, en contra de la tendencia extendida de considerarla una actividad "especializada" cuya gestión debiera recaer en exclusiva sobre el servicio de prevención. La "Guía técnica de criterios de calidad del servicio" y las "Directrices básicas para el desarrollo de la prevención de los riesgos laborales en la empresa", publicadas posteriormente, refuerzan esta idea.

Una vez definidas las funciones de cada uno de los actores intervinientes en una situación de concurrencia empresarial, fue necesario responder a un segundo interrogante: ***¿cuáles son las obligaciones establecidas en la normativa en materia de coordinación de actividades empresariales?***

En esta línea, en el año 2011 el INSHT publicó dos notas técnicas de prevención (NTP nº 918 y 919) con el fin de facilitar el cumplimiento de lo dispuesto en el RD 171/2004, sobre coordinación de actividades empresariales. Ambos documentos se dirigían, esencialmente, a clarificar el conjunto de las obligaciones que, en materia preventiva, le corresponden a cada una de las empresas o trabajadores autónomos concurrentes en un centro de trabajo. Además, en su parte final, se recogen una serie de recomendaciones dirigidas a mejorar la gestión de la coordinación de actividades empresariales.

Llegados a este punto, es el momento de plantearse una tercera pregunta: ***¿qué medidas son las más eficientes para lograr un adecuado control de los riesgos en una situación de concurrencia empresarial?***

A fin de dar respuesta a este importante interrogante, el INSHT ha elaborado dos notas técnicas de prevención (NTP 1.052 y NTP 1.053) cuyos objetivos son los siguientes:

a) Identificar las etapas que constituyen el proceso de coordinación de actividades empresariales.
b) Para cada una de las etapas del proceso, analizar los factores que tienen una mayor incidencia en su eficacia y en su eficiencia.
c) Presentar ejemplos de buenas prácticas que puedan servir de orientación a la hora de adecuar el proceso de coordinación de actividades empresariales y de seleccionar los medios de coordinación *más oportunos*.

Para ello, la NTP 1.052 se centrará en los factores de carácter transversal que influyen en la eficiencia de la coordinación de actividades empresariales y se determina el esquema general que ha de seguirse durante dicha coordinación. Complementariamente, en la NTP 1.053 se desarrollan los aspectos fundamentales de las etapas de las que ha de constar la coordinación de actividades empresariales y se aporta, mediante la exposición de un caso práctico, ejemplos de buenas prácticas aplicables en dichas etapas.

2. ALCANCE

Las obligaciones en materia de coordinación de actividades empresariales (CAE) establecidas en el RD 171/2004 tienen un carácter universal, es decir, son de aplicación a cualquier situación en la que concurran dos o más empresas con independencia de su sector productivo o de su localización. No obstante, es necesario hacer una serie de consideraciones respecto al alcance de estas NTP:

- En el caso de las obras de construcción, la "Guía técnica para la evaluación y la prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción" y las "Directrices básicas para la integración de la prevención de los riesgos laborales en las obras de construcción", documentos elaborados por el INSHT, podrán servir como documentos de referencia en materia de CAE en este sector. En todo caso, y con las particularidades que establece la disposición adicional primera del RD 171/2004 y el RD 1627/1997, el planteamiento del proceso de coordinación previsto en estas NTP es coherente con el que se debe aplicar en las obras de construcción.
- Los ejemplos que se expondrán en las dos NTP son fruto de la experiencia de empresas de gran tamaño. Esto podría llevar a pensar que en el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PYME) la aplicación de medidas de CAE como las señaladas a lo largo del documento pudieran no tener cabida. En sentido contrario, es importante recordar que, en la mayoría de las ocasiones, serán precisamente estas PYME las empresas que concurrirán en los centros de trabajo de las de mayor tamaño. De ahí que una innovación en las soluciones adoptadas por una gran empresa puedan ser consideradas como motor de cambio en el conjunto de las PYME.

Sobre la base de todo lo anterior, las medidas de coordinación que se expondrán a lo largo del documento son una pequeña muestra de las soluciones por las que han optado algunas empresas de nuestro entorno. La utilidad de cualquiera de ellas habrá de entenderse en concordancia con el contexto real de cada situación particular que pueda presentarse.

3. METODOLOGÍA

Con el propósito de recabar y difundir buenas prácticas en relación con la CAE, en abril de 2014 se constituy*ó un grupo de trabajo integrado, de una parte, por técnicos* del INSHT y, de otra, por responsables de los servicios de prevención de dos empresas pertenecientes a la asociación "PRL Innovación". De esta forma se compaginaba la visión de una parte de la Administración pública, por medio del INSHT, con la experiencia acumulada por un grupo de empresas representadas por dos de ellas.

Es interesante señalar el papel diferenciado que, en el proceso de CAE, desempeñan las dos empresas que han participado en la elaboraci*ón del presente documento*: la primera de ellas asumirá, en la mayor parte de las ocasiones, el papel de empresa principal; por su parte, la segunda de ellas, generalmente ejercerá sus funciones como empresa concurrente prestadora de servicios.

En estas NTP se analizarán, en primer lugar, aquellos factores que influyen en la CAE de manera transversal, es decir, aquellos que pueden incidir, a lo largo del tiempo, en una o varias etapas del proceso. A continuación, se describirán cada una de las etapas que constituyen la CAE, desde su planificación hasta la adopción de acciones de mejora continua. Para facilitar su comprensión, cada una de las mencionadas etapas se acompañará de ejemplos de buenas prácticas y medios de coordinación que pueden servir como orientación para afrontar el proceso con una mayor garantía de éxito.

4. OBJETIVOS DE LA CAE

En su parte expositiva, el RD 171/2004 incide en la necesidad de buscar un adecuado equilibrio entre la seguridad y salud de los trabajadores y la flexibilidad en la aplicación de la norma con objeto de obtener una *reducción de los indeseados índices de siniestralidad laboral*. Ante este fin último, el RD 171/2004 dedica su artículo tercero a la definición de los objetivos que debe perseguir la CAE. Conforme a estos objetivos, la CAE debe garantizar *la aplicación coherente de los principios de la acción preventiva, la aplicación correcta de los métodos de trabajo, el control de las interacciones de las diferentes actividades y la adecuación entre los riesgos y las medidas aplicadas*.

Para cumplir estos objetivos se hace preciso orientar la CAE como un proceso conformado por una serie de etapas que deben asegurar una correcta integración de los requisitos preventivos en la realización de las actividades y en los distintos niveles jerárquicos implicados. Por ello, la CAE debe entenderse como un proceso integrado dentro de la gestión general de la empresa. El elemento fundamental de este proceso es el "procedimiento de trabajo", definido por la "Guía técnica de integración" como la forma especificada de realización de una actividad. Incluirá, por tanto, la respuesta a las siguientes preguntas: qué debe realizarse; cuándo; quién hará qué; y, por último, cómo.

De acuerdo con lo anterior, cualquier medida adoptada para gestionar la CAE deberá ser tomada en el marco del objetivo final perseguido. Estas medidas serán únicamente un medio, y no un fin, para lograr dicho objetivo. Por ello, cualquier medida que no contribuya a su logro será considerada, desde un punto de vista preventivo, ineficiente. Así, es esencial conseguir un adecuado equilibrio entre las necesidades surgidas con motivo de la concurrencia y los recursos empleados para satisfacerlas. Por consiguiente, una gestión eficaz de la CAE puede resultar determinante en la reducción de costes asociados a la contratación de servicios. Este es un motivo más para tratar de definir medios de coordinación integrados en la línea productiva que sean ágiles y, sobre todo, orientados a salvaguardar unas condiciones de seguridad y salud óptimas para los trabajadores de las empresas concurrentes.

5. FACTORES TRANSVERSALES DE LA CAE

Como se ha comentado en el apartado anterior, la CAE no debe entenderse como una actividad puntual, sino como un proceso que forma parte del sistema general de gestión de la empresa. La gestión de esta actividad sigue la secuencia clásica de las cuatro etapas: planificación, organización (incluida la ejecución), control y mejora continua. Este proceso está influenciado por una serie de factores transversales cuyo análisis es objeto de este apartado.

Estos factores deberán considerarse críticos, dado que un mal funcionamiento de cualquiera de ellos puede afectar a la totalidad de la actividad de coordinación. Bien

aprovechados, estos factores pueden facilitar la adopción de medidas eficientes de CAE pero, por el contrario, una mala concepción de los mismos pueden suponer un obstáculo importante para la consecución de sus objetivos.

A continuación, pasan a exponerse los factores transversales que influyen en el proceso de la CAE:

Determinación del papel desempeñado por cada empresa en el escenario de concurrencia

El RD 171/2004 diferencia tres situaciones en las que puede encontrarse cada una de las empresas que concurran en un centro de trabajo. De este modo, una organización puede desempeñar el papel de empresa concurrente, empresa titular o, por último, empresa principal. Cada una de ellas deberá ser consciente de que las obligaciones y actividades preventivas a realizar (por ejemplo, la información intercambiada) dependerán, en consecuencia, del papel que asuma en la concurrencia. De ahí la importancia de definir correctamente, desde el inicio, el rol de cada uno de los intervinientes en el proceso. En este sentido, uno de los aspectos previos que debe precisar el empresario que contrata una actividad es si ésta es "propia actividad" o no, a efectos de determinar si actúa como empresario principal y por lo tanto tiene el "deber de vigilancia". Resulta difícil definir "propia actividad" de forma unívoca, por lo que el empresario que contrata deberá analizar caso por caso la naturaleza de la actividad contratada y compararla con la suya propia. A modo orientativo, y como complemento a las aportaciones que la NTP 918 hace en relación a este concepto, existen ciertos "indicios" que, entre otros, pueden ayudar a determinar si un empresario actúa como principal:

- La actividad contratada forma parte del proceso productivo de la empresa y, por tanto, es inherente al mismo.
- Se imparte a la empresa contratada instrucciones sobre los procedimientos de trabajo que deben seguir.
- Se facilitan equipos de trabajo a la empresa contratada para el desarrollo de las tareas.
- Se contrata la actividad de forma continua y habitual.
- La empresa cuenta, en su propia estructura, con recursos que habitualmente realizan las actividades contratadas.

En todo caso, ante la duda, siempre debe imperar el criterio técnico preventivo a fin de seleccionar y poner en práctica los medios más adecuados para evitar accidentes y cumplir con las obligaciones normativas de forma coherente.

En relación con lo expuesto anteriormente se debe tener en cuenta que, con carácter general, el empresario titular debe cumplir también con sus obligaciones como empresa concurrente. De igual modo, el empresario principal debe cumplir, respecto a las empresas que contrate y subcontrate, con las obligaciones establecidas para el empresario titular y para el concurrente.

Integración de la prevención de riesgos laborales

Con carácter general, la contratación de obras o servicios es una actividad gestionada por una unidad de la empresa distinta al servicio de prevención. Por su parte, la obligación legal de coordinarse está indisolublemente ligada a cualquier contratación de la que se derive una concurrencia empresarial. Por ello, tratar de atribuir esta actividad en exclusiva al servicio de prevención de riesgos laborales (PRL) es contraria a la necesidad legal de integrar la prevención en el sistema general de gestión de la empresa y, en todo caso, carece de mucho sentido desde un punto de vista operativo. La "Guía técnica de integración" deja claro cuál debería ser el papel desempeñado, por un lado, por la unidad o departamento encargado de la contratación y, por otro, por el servicio de PRL.

De forma resumida, podría concluirse que la CAE formaría parte del proceso de contratación gestionado por la unidad de la empresa que corresponda (generalmente distinta del servicio de prevención), como una actuación más, y contaría con el apoyo y asesoramiento del servicio de prevención. Como complemento de lo anterior, parece lógico que la puesta en práctica de las medidas de coordinación debiera recaer, en gran medida, sobre los mandos intermedios encargados de gestionar las actividades implicadas en la concurrencia empresarial. Por su parte, el servicio de PRL debe, por un lado, aportar el asesoramiento para que todas la áreas implicadas en la contratación y ejecución de servicios conozcan y lleven a cabo sus cometidos en relación con el proceso de CAE. Y, por otro lado, en base al conocimiento sobre los riesgos recíprocos que se puedan producir en la situación de concurrencia, el servicio de PRL debe proponer, junto al resto de áreas o departamentos implicados en los trabajos, las medidas y los medios de coordinación más adecuados a cada caso. En definitiva, será la empresa en su conjunto, y no el servicio de PRL en solitario, la responsable de gestionar una actividad que forma parte de su gestión diaria.

Medios de coordinación

Los medios de coordinación son la herramienta con la que cuentan las empresas para alcanzar el objetivo de la CAE ya expuesto. Estos medios son la respuesta a la pregunta básica de la CAE: *¿cómo puedo coordinar?* Algunos de ellos están contemplados en el propio RD 171/2004, como puede ser la celebración de reuniones periódicas entre las empresas concurrentes, pero otros muchos son fruto de la experiencia de cada empresa.

Desde la perspectiva técnica, un medio de coordinación debe entenderse como toda medida, introducida en cualquiera de las etapas del proceso, destinada a garantizar la consecución del objetivo de la CAE de una forma eficiente. En especial, estos medios deben favorecer el intercambio fluido de información entre las empresas concurrentes y facilitar las buenas prácticas en relación con el resto de factores de carácter transversal que afectan a la CAE.

Sin perjuicio de los medios de CAE citados en el RD 171/2004, cada empresa deberá determinar aquellos que considere *más adecuados* para su situación concreta contemplando, si fuese necesario, medios no citados expresamente en la normativa. En este sentido, la selección de estos medios de coordinación se realizará en función del grado de peligrosidad de las actividades que se desarrollen en el centro de trabajo, del número de trabajadores de las empresas presentes en el centro de trabajo y de la duración prevista de la concurrencia de las actividades, entre otros aspectos. La elección de los medios más adecuados, según indica el preámbulo del RD 171/2004, "*exigirá una real implicación en la coordinación de actividades empresariales que alejará un siempre bien censurado cumplimiento meramente formal*".

Canales de comunicación

Ninguna medida de coordinación tendrá sentido si la empresa no es capaz de transmitir la información de forma adecuada al usuario final: el trabajador. En general, el

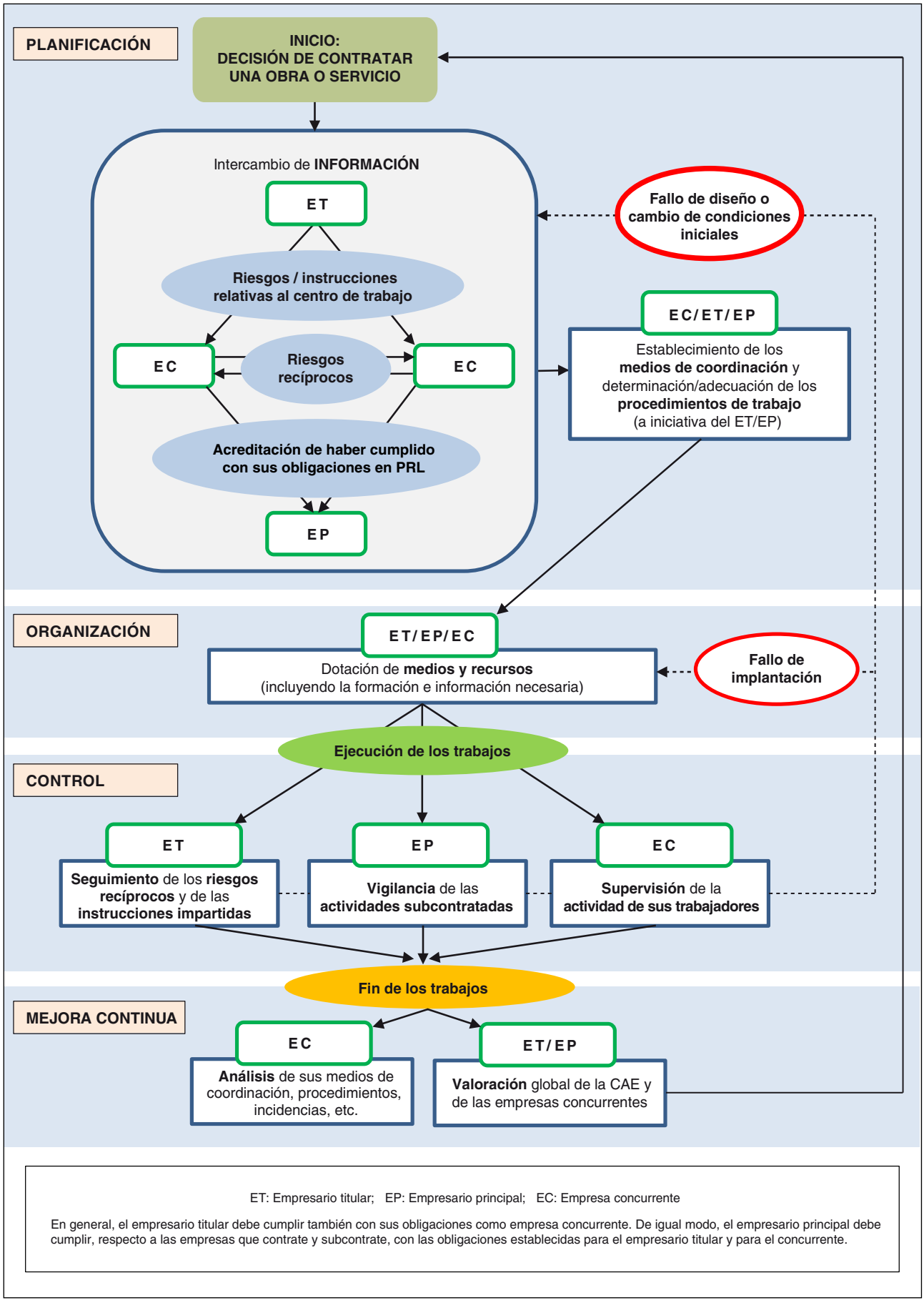


Figura 1. Esquema general del proceso de coordinación de actividades empresariales

intercambio de información entre las empresas no se realiza directamente por los trabajadores que van a desarrollar la actividad, sino por unidades o departamentos diferentes de aquellos. Cada empresa deberá analizar la documentación y extraer de la misma la información que deberá transmitir (por medio de instrucciones, formación, etc.) a los trabajadores que intervendrán en la actividad. La clave para que la información relevante llegue al trabajador estará, esencialmente, en la capacidad que tenga la empresa para incluir los requisitos preventivos (originados por la concurrencia empresarial) en el procedimiento de trabajo que se vaya a poner en práctica, es decir, en la comunicación existente entre la unidad encargada de la contratación y la unidad que llevará a cabo la actividad que concurrirá con el resto de empresas o trabajadores autónomos.

Además, se debe facilitar una comunicación continua durante la ejecución de las actividades para garantizar un seguimiento adecuado de las mismas. En este sentido, el empresario titular, o en su defecto el empresario principal, debe determinar los canales de comunicación que se emplearán entre las empresas concurrentes para que el intercambio de información durante el desarrollo de las actividades sea fluido.

Estos cauces deben garantizar que la información discurre desde el empresario titular a los trabajadores, de forma que a estos últimos les llegue una información real sobre los riesgos generados durante la concurrencia, los medios de coordinación establecidos y los procedimientos de trabajo que deben seguir como resultado de la planificación. Pero además, los canales de comunicación establecidos deben asegurar que cualquier cambio respecto a lo planificado (en relación con los trabajadores, equipos de trabajo, métodos de trabajo, etc.) es comunicado desde los trabajadores de las empresas concurrentes al empresario titular, para que se evalúe la necesidad de modificar la planificación, de informar al resto de las empresas concurrentes o de establecer nuevos medios de coordinación. De igual modo, se comunicarán de inmediato las situaciones de emergencia que puedan surgir y, en su caso, los accidentes de trabajo ocurridos como consecuencia de la concurrencia.

Información y consulta a los representantes de los trabajadores

También en relación con la CAE, la implicación de los trabajadores es fundamental, y de ahí la obligación de consulta e información señalada en el RD 171/2004. En concreto, sus artículos 15 y 16 se centran en aquellas empresas que cuenten con delegados de prevención y comités de seguridad y salud, respectivamente. En esta línea, se deberá tener presente que el papel de estos representantes de los trabajadores no se limita a una recepción pasiva de información, sino a un protagonismo activo en esta materia, para lo cual el RD 171/2004 les otorga una serie de facultades señaladas en su artículo 15. El empresario debería apoyarse en la labor de los representantes de los trabajadores y aprovechar su potencial como un elemento más que favorece el cumplimiento de los objetivos de la CAE.

Para aquellas empresas en las que, por su tamaño, no se hayan elegido delegados de prevención, será de aplicación lo dispuesto en el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. En este caso, los trabajadores ejercerán directamente su derecho de participación y el empresario contará con su apoyo para poner en práctica las medidas de CAE necesarias.

6. EL PROCESO DE LA CAE

De aquí en adelante, el presente documento se centrará en el análisis de cada una de las etapas que constituyen el proceso de CAE con objeto de identificar los aspectos más relevantes de cada una de ellas, incluyendo las funciones que tendrá cada una de las figuras que intervienen en la coordinación. En la figura 1 se representa de forma esquemática el proceso de CAE.

En la NTP 1.053 se desarrollan los criterios fundamentales a tener en cuenta para cada una de las etapas del proceso CAE. Adicionalmente, y con el objeto de proponer buenas prácticas, cada una de las etapas finalizará con una serie de ejemplos que irán completando un supuesto inicial de concurrencia empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

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.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Guía técnica para la mejora de la eficacia y calidad de los servicios de prevención ajenos. Criterios de calidad del servicio.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Directrices básicas para el desarrollo de la prevención de los riesgos laborales en la empresa.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Nota técnica de prevención NTP 918 Coordinación de actividades empresariales (I).

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO**.**
Nota técnica de prevención NTP 919 Coordinación de actividades empresariales (II).

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.053

Coordinación de actividades empresariales: criterios de eficiencia (II)

Business activity coordination: efficiency criteria (II)
Coordination d'activités patronales: critères d'efficacité (II)

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Pablo Orofino Vega
SERVICIOS CENTRALES (INSHT)

Fernando Sanz Albert
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS (INSHT)

Colaboradores:

Ágatha de Pablo Yuste
CANON ESPAÑA

Juan Ramón Díaz Pozo
ARCELORMITTAL

Esta NTP es la continuación de la NTP 1.052 y desarrolla los aspectos fundamentales de cada una de las etapas del proceso de coordinación de actividades empresariales. Se incluye la descripción de un supuesto práctico que aporta ejemplos de buenas prácticas con el fin de incrementar la eficiencia del proceso de coordinación de actividades empresariales.

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. PLANIFICACIÓN

La planificación comienza en el momento en el que se toma la decisión de contratar una empresa para la realización de un determinado servicio. Ante la previsión de una concurrencia empresarial en un centro de trabajo, cada empresario deberá tomar medidas que garanticen, desde el inicio, una correcta gestión de las actividades del proceso de CAE.

El propio RD 171/2004 señala la obligación de establecer los medios de coordinación necesarios con carácter previo al inicio de las actividades. Es decir, se incide en la necesidad de planificar las medidas que se aplicarán durante la concurrencia de las actividades evitando, de esta forma, improvisaciones o situaciones de riesgo que podrían haberse eliminado en origen. Sin embargo, esto no impide que posteriormente se puedan definir y aplicar medios de coordinación no planificados inicialmente, siempre que las circunstancias así lo aconsejen.

Intercambio de información

Cualquier empresa o trabajador autónomo que concurra en un mismo centro de trabajo tiene la obligación de cooperar en la aplicación de la normativa de PRL. Este deber es independiente del "papel" desempeñado por cada uno de ellos (concurrente, empresario titular o principal) y se concreta, como mínimo, en un intercambio recíproco de información en los términos señalados a continuación.

En este punto, el RD 171/2004 deja claro que el objetivo de este intercambio no es archivar documentación de las empresas contratadas, sino obtener una fuente de información que permita a cada empresario adaptar su forma de trabajar a la nueva situación creada una vez se produzca la simultaneidad de las actividades. Para ello, el citado reglamento establece la obligación de informarse recíprocamente sobre los riesgos espec*íficos* (incluyendo, por parte del empresario titular, información sobre los riegos generados por el propio centro de trabajo y las instrucciones necesarias) que puedan afectar a trabajadores de otras empresas, y que sean resultantes de las actividades concretas que desarrollarán en el momento de la concurrencia. Del mismo modo, se incluirán las instrucciones necesarias para actuar en caso de emergencia.

A estos efectos, cualquier otra información que se desvíe del objetivo final de la CAE (es decir, garantizar la seguridad y salud de los trabajadores durante la situación de concurrencia) carecerá de sentido preventivo y únicamente generará un mayor coste (por el tiempo invertido en generarla, procesarla y transmitirla) y confusión (por la dificultad de filtrar aquello realmente importante para poder llevar a cabo la coordinación). De ahí que deba evitarse un flujo de "de todo hacia todos" de documentos de contenido genérico (por ejemplo, listados de riesgos y medidas poco adaptados a la realidad de la concurrencia) que no aporten información relevante para la definición de las medidas de coordinación. Como fuente de información, las empresas concurrentes partirán de sus evaluaciones de riesgos relacionados con las tareas a realizar y extraerán de estas la información relativa a los riesgos que puedan afectar a terceros.

Este intercambio de información no siempre debe hacerse por escrito. No hay que confundir un intercambio

de información (por ejemplo, mediante la celebración de una reunión) con un intercambio documental (por ejemplo, la entrega de un documento que contenga un listado de riesgos). El RD 171/2004 únicamente obliga a facilitar la documentación por escrito cuando alguna de las empresas genere riesgos calificados como graves o muy graves.

De igual forma, no hay que confundir la recopilación de información con la adopción de medidas derivadas de su análisis. Tener un archivo bien organizado o un programa informático que facilite el intercambio documental no puede llevar a la empresa a pensar que tiene cumplidas sus obligaciones en materia de CAE.

En resumen, la información resultante del intercambio permitirá a cada empresa concurrente establecer los medios de coordinación más adecuados, así como adaptar sus evaluaciones de riesgos (y la planificación de sus actividades) y, en consecuencia, sus procedimientos de trabajo a la situación real de concurrencia.

Establecimiento de los medios de coordinación

Parece lógico que la iniciativa a la hora de determinar los medios de coordinación le corresponda a aquél que actúe como nexo de unión entre las empresas y trabajadores autónomos presentes en el centro de trabajo. De ahí que el RD 171/2004 señale al empresario titular con trabajadores en el centro o, en su defecto, al empresario principal, como sujetos responsables de tomar la iniciativa. Esta iniciativa consistirá en facilitar a las empresas concurrentes el resultado del análisis de la informaci*ón recibida y* acordar con ellas el establecimiento de los medios de coordinación más adecuados en cada caso.

Como norma general, y siempre que sea posible antes del inicio de los trabajos, se debe acudir al lugar en el que se ejecutará la tarea para examinar *in situ* qué y cómo se va a realizar. Esto facilitará la selección de los medios de coordinación necesarios.

Procedimientos de trabajo

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el procedimiento de trabajo definido por cada una de las empresas concurrentes será la pieza nuclear de la coordinación. Cada empresa tiene su propia "forma de hacer", es decir, sus propios procedimientos de trabajo. Lo importante, en una situación de concurrencia, es garantizar que el desarrollo de una actividad no genere riesgos incontrolados a los trabajadores que la realizan ni a terceros. Bajo estas consideraciones, cada empresario deberá adaptar sus procedimientos (con la PRL integrada) a la situación que resultará de la concurrencia. Para ello, cada empresa hará uso de la información intercambiada en esta etapa y, si es preciso, modificará sus procedimientos para garantizar el control de los nuevos riesgos que puedan generarse.
Si fuese necesario, los procedimientos de trabajo a seguir se establecerán conjuntamente entre las empresas concurrentes, contemplando las actividades de todos los trabajadores que vayan a coincidir en el lugar de trabajo.

Control de acceso

De acuerdo con lo anterior, la información intercambiada recíprocamente sirve, en muchos casos, como requisito previo a la autorización dada por el empresario titular o principal para que las contratas puedan acceder a sus instalaciones. Por ello, se trata de una fase muy "sensible" ya que un exceso documental puede actuar como cuello de botella en el proceso de la coordinación, dado que durante el tiempo invertido en esta fase las empresas no podrán acceder al centro de trabajo y, por lo tanto, no podrán comenzar a desarrollar su actividad.

Empresario principal

En esta etapa de planificación estaría encuadrado el deber del empresario principal de exigir a las empresas contratistas y subcontratistas que le acrediten, por escrito, que han realizado la evaluación de riesgos y la planificación de su actividad preventiva y que han cumplido con las obligaciones en materia de información y formación. En este punto hay que subrayar que el RD 171/2004 únicamente obliga a "acreditar por escrito" que se han realizado las mencionadas actividades pero no determina, de forma expresa, la necesidad de entregar la documentación resultante de éstas (por ejemplo, la evaluación de riesgos laborales). Sin embargo, el empresario principal podrá requerir aquella documentación que le resulte de utilidad para cumplir con su deber de vigilancia.

Por otro lado, el hecho de que el empresario principal disponga de la información de los procedimientos de trabajo que aplicarán las empresas contratadas le permitirá conocer el conjunto de medidas preventivas que serán adoptadas por éstas en su centro de trabajo. Esta información será esencial a la hora de ejercer su labor de control tal y como se verá más adelante.

EJEMPLO PRÁCTICO – Supuesto inicial

Observación preliminar: *este supuesto y los ejemplos que lo desarrollan se han inspirado en experiencias reales de coordinación, con el único objetivo de servir de orientación para la aplicación de los criterios expuestos en cada una de las etapas. En ningún caso deberán entenderse como una relación exhaustiva de medios de coordinación ni como la única solución posible ante las distintas situaciones de concurrencia que se puedan presentar en cada caso.*

La empresa LOGÍSTICA, S.A., dedicada a la distribución de calzado, posee almacenes ubicados en cuatro provincias distintas de la geografía española. En uno de sus centros de trabajo, LOGÍSTICA, S.A. debe realizar reparaciones en varias estanterías que están deterioradas. Aunque dispone de personal propio de mantenimiento, decide contratar a una empresa especializada en soldaduras. Para ello, consulta su base de datos de proveedores y selecciona a la empresa SOLDADORES, S.L.

Dado que algunas de las reparaciones deberán realizarse a más de cuatro metros de altura, LOGÍSTICA, S.A. pondrá a disposición de SOLDADORES, S.L. una plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) para ejecutar el trabajo.

EJEMPLO PRÁCTICO - Planificación

¿Qué "papel" juega cada empresa durante la concurrencia?

La primera cuestión que LOGÍSTICA, S.A. debe analizar es si la actividad contratada es "propia actividad" o no. Así, el departamento peticionario (en este caso el almacén, por medio de su jefe de almacén) analiza las características de la actividad para informar al departamento de contratación al respecto. Para ello, el jefe de almacén ha recibido formación de su servicio de prevención. El servicio de prevención intervendrá únicamente en caso de duda.

Considerando que el adecuado mantenimiento de las estanterías resulta fundamental para el desarrollo del proce-

so productivo de la empresa (almacenamiento y distribución del calzado), que cuentan con recursos propios para el mantenimiento de estas estanterías y que se facilitarán equipos de trabajo a SOLDADORES, S.L., es evidente que se está contratando la "propia actividad" y, por lo tanto, LOGISTICA, S.A. actúa como empresario principal, además de ser empresario titular y concurrente. El jefe de almacén así lo indica en la casilla correspondiente de la solicitud de contratación que se cursa de forma interna al departamento de contratación. A partir de este momento, los distintos departamentos de LOGÍSTICA, S.A. implicados en la contratación seguirán lo indicado en su procedimiento de CAE. En este procedimiento se determinan, entre otros, la documentación a intercambiar y los medios de coordinación a utilizar a lo largo de toda la concurrencia, considerando, en este caso, las obligaciones que el RD 171/2004 prevé para el empresario principal (además de las que le corresponde como empresario concurrente y al titular).

Por otro lado, SOLDADORES, S.L. actuará como empresario concurrente.

¿Qué información facilita LOGÍSTICA, S.A.?

El departamento peticionario (en este caso el jefe de almacén) determinará la información que debe aportar a SOLDADORES, S.L. Para ello, el jefe de almacén cuenta con el asesoramiento de su servicio de prevención. LOGÍSTICA, S.A., como empresa concurrente y empresario titular, facilitará a SOLDADORES, S.L. (por escrito, teniendo en cuenta que los trabajos pueden suponer un riesgo grave) la información sobre lo que sigue:

- La zona de trabajo, aportando fotografías de los accesos al almacén, de la zona de tránsito y de las estanterías deterioradas. Se indica que, en algunos casos, existen productos químicos almacenados en zonas cercanas a las estanterías deterioradas.
- El riesgo de choque y atropello que supone el tránsito de carretillas en los almacenes. Se aporta un plano sobre el itinerario que deben seguir los trabajadores para acceder, caminando y con la PEMP, hasta la zona de trabajo.
- Los riesgos laborales que conlleva el uso de la PEMP que cede LOGÍSTICA, S.A., su forma correcta de utilización, así como las medidas preventivas que deben adoptarse. El manual de instrucciones de la PEMP, así como el resto de la documentación de la máquina, queda a disposición de SOLDADORES, S.L.
- La actuación ante emergencias.

¿Qué información solicita LOGÍSTICA, S.A. a SOLDADORES, S.L.?

SOLDADORES, S.L., como empresa concurrente, debe aportar información sobre los riesgos recíprocos que pueden generar durante la realización de la actividad teniendo en cuenta las características del emplazamiento y la presencia de trabajadores de LOGÍSTICA, S.A. en la zona de las estanterías.

Además, LOGÍSTICA, S.A., como empresario principal (para cumplir con su "deber de vigilancia"), también debe solicitar a SOLDADORES, S.L. que le acredite por escrito que ha realizado, para los servicios contratados, la evaluación de riesgos laborales y la planificación de la actividad preventiva para los trabajos que van a realizar. Para cumplir con esta obligación, y tal como establece su procedimiento interno de CAE, LOGÍSTICA, S.A. solicita a SOLDADORES, S.L. copia del procedimiento de trabajo que esta última deberá elaborar tras la recepción de la información aportada por LOGÍSTICA, S.A.

Igualmente, SOLDADORES, S.L. deberá acreditar que han cumplido sus obligaciones en materia de información y formación a los trabajadores que llevarán a cabo la soldadura sobre el procedimiento de trabajo establecido.

¿Cómo facilita y solicita LOGÍSTICA, S.A. la información a SOLDADORES, S.L.?

De acuerdo con el procedimiento de CAE de LOGÍSTICA, S.A., el departamento de contratación, en el momento de formalizar el contrato con SOLDADORES, S.L., envía un correo electrónico estándar para la contratación de servicios que son "propia actividad" en el que se indica que, con la información enviada, SOLDADORES, S.L. debe establecer el procedimiento de trabajo que seguirá para la realización de las tareas contratadas. Este procedimiento llevará integradas las medidas de prevención y contemplará los riesgos recíprocos originados por SOLDADORES, S.L. Igualmente, en el correo se ruega a SOLDADORES, S.L. que se abstengan de enviar documentación generalista de la empresa o sin interés para los trabajos a realizar. En dicho correo se adjunta la información recopilada por el jefe de almacén.

Se acuerda que, una semana antes de la fecha prevista para el comienzo de los trabajos, SOLDADORES, S.L. enviará a LOGÍSTICA, S.A. el procedimiento de trabajo.

¿Qué hace SOLDADORES, S.L. con la información aportada por LOGÍSTICA, S.A.?

Aunque habitualmente SOLDADORES, S.L. envía de forma inmediata un CD con la documentación que normalmente le solicitan las empresas (evaluación de riesgos laborales de la empresa, planificación de la actividad preventiva, certificados de formación de los trabajadores que realizarán los trabajos, certificado de entrega de equipos de protección, certificados de aptitud médica de los trabajadores y seguro de responsabilidad civil de la empresa), ante la solicitud de LOGÍSTICA, S.A. se tienen que replantear la documentación a enviar. Así, el trabajador designado (modalidad organizativa elegida por esta empresa) de SOLDADORES, S.L. se reúne con los trabajadores que van a realizar las tareas para analizar la información aportada por LOGÍSTICA, S.A. Tras dicho análisis, y basándose en su propia evaluación de riesgos laborales y planificación de la actividad preventiva, deciden cómo van a realizar las tareas y lo documentan en un procedimiento de trabajo que tiene una extensión de dos hojas. Este documento es enviado a LOGÍSTICA, S.A. en el plazo estipulado.

¿Qué hace LOGÍSTICA, S.A. con el procedimiento de trabajo de SOLDADORES, S.L.?

Recibida la información requerida, el jefe de almacén revisa el procedimiento de trabajo para asegurarse que se ha tenido en cuenta la información que se facilitó a SOLDADORES, S.L. En la revisión del documento, se observa que se ha considerado la forma de acceso seguro a las instalaciones con la PEMP, la señalización de los trabajos, el almacenamiento de las botellas de oxiacetileno y la previsión de utilizar mamparas para evitar que las chispas puedan alcanzar la zona de almacenamiento de productos químicos.

Del mismo modo, el procedimiento de trabajo permite a LOGÍSTICA, S.A. identificar los riesgos recíprocos originados por SOLDADORES, S.L. y poder así adoptar las medidas necesarias para eliminar o reducir estos riesgos (por ejemplo, se acuerda que LOGÍSTICA, S.A. facilitará a SOLDADORES, S.L. mamparas de protección de las que dispone en su almacén).

¿Qué medios de coordinación se planifican para el resto de etapas?

Siguiendo el procedimiento de CAE de LOGÍSTICA, S.A., y tras analizar el procedimiento de trabajo de SOLDADORES, S.L., se establecen los medios de coordinación que se van a utilizar en las siguientes etapas de la CAE:

1. Inicio de los trabajos: se mantendrá una reunión previa al comienzo de los trabajos (el mismo día de su inicio) con el fin de revisar conjuntamente el procedimiento de trabajo, comprobar que los trabajadores de SOLDADORES, S.L. tienen la información / formación necesarias y organizar las tareas. La convocatoria para la reunión la realiza el propio jefe de almacén. En dicha convocatoria, se indica a SOLDADORES, S.L. que los trabajadores que asistan deben presentar los certificados que acrediten que han recibido la información sobre el procedimiento de trabajo y que disponen de la formación necesaria para ejecutar la tarea.
2. Medios de comunicación: se designa al jefe de almacén como interlocutor[1] del proceso. El jefe de almacén, además de organizar las tareas en la reunión previa al comienzo de los trabajos, servirá de vínculo con el encargado de SOLDADORES, S.L. para aclarar cualquier indefinición y resolver las incidencias que se presenten.
3. Medios de seguimiento: adicionalmente a la supervisión *in situ* que realizarán el jefe de almacén de LOGÍSTICA, S.A. y el encargado de SOLDADORES, S.L., se mantendrá una reunión diaria antes del inicio de los mismos.

La designación de una persona encargada de la coordinación de las actividades preventivas no se considera medio de coordinación preferente en este caso, puesto que no se dan las condiciones previstas en el artículo 13 del RD 171/2004. Del mismo modo, analizadas las circunstancias concretas de los trabajos (por medio del procedimiento de trabajo) se entiende que no es necesaria la presencia de un recurso preventivo.

2. ORGANIZACIÓN

Cada empresario, teniendo en cuenta la información recibida, debe dotar a sus trabajadores de los medios y recursos necesarios para ejecutar su actividad conforme a lo planificado. En la etapa de organización (que incluye la ejecución de la actividad) el RD 171/2004 determina diversos medios de coordinación que sirven, en unos casos, como recomendación (por ejemplo, la celebración de reuniones periódicas entre las empresas concurrentes) y, en otros, como obligación (por ejemplo, la designación, en determinadas circunstancias, de una persona encargada de la coordinación de las actividades preventivas). Recordemos que el RD 171/2004 especifica los distintos medios disponibles de forma no exhaustiva, por lo que cada situación deberá hacer uso de aquellos que le resulten de mayor utilidad.

Empresario titular o principal

Como gestor del centro de trabajo, el empresario titular, o en su defecto el principal, tendrá un papel central en la etapa de organización de la CAE. La información recibida de las empresas concurrentes sobre sus procedimientos de trabajo le permitirán evitar incompatibilidades y, así, disponer correctamente la ubicación de los trabajos, organizar la duración de los mismos o llevar a cabo labores de seguimiento (como se verá en la siguiente etapa).

Empresas concurrentes

La adopción de medidas conjuntas de coordinación implica la necesidad de contar con interlocutores válidos que puedan transmitir la información, dentro de su propia organización, de forma ágil y eficaz. De ahí la recomendación de que cada empresa designe un interlocutor que pueda servir de representante de la misma durante el tiempo en el que se produzca la concurrencia. Al disponer de una persona de referencia por cada una de las empresas concurrentes se facilitaría el flujo de información (instrucciones, documentación, etc.) y se evitarían confusiones y posibles contradicciones.

Para cumplir con las instrucciones del empresario titular, y con lo definido en sus procedimientos de trabajo, cada empresario deberá dotar a sus trabajadores de los medios necesarios (incluidos la información, la formación o los equipos de protección individual). En concreto, la información y la formación que se le proporcione al trabajador deberán incorporar cualquier aspecto que haya podido surgir con motivo de la concurrencia y que esté destinado a garantizar el adecuado control de los riesgos derivados de la misma.

EJEMPLO PRÁCTICO - Organización

¿Qué se trata en la reunión previa al comienzo de los trabajos?

Llegado el día previsto para ejecutar los trabajos, el jefe de almacén de LOGÍSTICA, S.A. recibe a los trabajadores de SOLDADORES, S.L. Según lo previsto, se celebra una breve reunión a la que asisten, además del jefe de almacén de LOGÍSTICA, S.A., los dos trabajadores de SOLDADORES, S.L. que ejecutarán los trabajos (uno de ellos actuará como encargado por parte de SOLDADORES, S.L.) y un carretillero de LOGÍSTICA, S.A. que habitualmente desarrolla sus tareas en la zona de las estanterías.

El jefe de almacén comienza la reunión con una breve charla de concienciación, recordando las obligaciones que cada empresa tiene en la concurrencia y los riesgos que se pueden presentar durante la ejecución de los trabajos. A continuación, tras recoger los certificados de formación e información aportados por los trabajadores de SOLDADORES, S.L., repasan conjuntamente el procedimiento establecido para las tareas de soldadura. El jefe de almacén imparte las instrucciones a seguir en caso de emergencia y aporta un folleto informativo al respecto. También da instrucciones relativas a las normas internas de circulación en el centro de trabajo.

Al finalizar la reunión, el jefe de almacén acompaña a los trabajadores de SOLDADORES, S.L. para visitar la zona de trabajo y recorrer, conjuntamente, el itinerario que debe realizar la PEMP. Se acuerda que, tras preparar los medios necesarios y previamente a comenzar las tareas, los trabajadores de SOLDADORES, S.L. avisarán al jefe de almacén.

¿Qué medidas de prevención adopta SOLDADORES, S.L.?

Según lo planificado, SOLDADORES, S.L. señaliza la zona de trabajo para evitar que el personal de LOGÍSTICA, S.A.

1 *Esta figura de interlocutor no está regulada en el RD 171/2004 y no debe confundirse, en ningún caso, con la persona encargada de la coordinación de actividades preventivas prevista en su artículo 13.*

circule por esta zona hasta que se finalicen las tareas. Los trabajadores se colocan los equipos de protección individual necesarios y preparan todo el material necesario para la realización de los trabajos (grupos de soldadura, mamparas facilitadas por LOGÍSTICA, S.A., etc.).

¿Qué debe comprobar el jefe de almacén antes de comenzar los trabajos?

El jefe de almacén comprueba que se han instalado todos los medios previstos en el procedimiento de trabajo y que los trabajadores saben perfectamente cómo deben realizar las tareas (conocen el procedimiento) y las medidas preventivas que deben adoptar. Tras dicha comprobación, acompaña a los trabajadores hasta la zona exterior donde se encuentra la PEMP y se intercambian los números de teléfono para estar comunicados en caso de cualquier duda o incidencia.

3. CONTROL

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales asigna al empresario un deber de seguimiento continuo de la actividad preventiva desarrollada en su organización. Este deber de control no puede limitarse únicamente al ámbito de su centro de trabajo, sino que debería ampliarse al conjunto de la actividad desempeñada por sus trabajadores. Es obvio que una actividad desarrollada fuera del centro de trabajo propio de una empresa entraña una dificultad mayor para su control, pero no es menos cierto que el empresario tiene la posibilidad de apoyarse en numerosas soluciones que le permitan obtener información sobre el grado de cumplimiento de las medidas planificadas.

Empresario titular

Al igual que en las etapas anteriores, el empresario titular que cuente con trabajadores en el centro tendrá una labor esencial de coordinación y control de las actividades que se desarrollan en su propio centro. Este control estará centrado en los riesgos recíprocos que puedan generarse (incluyendo los que pueda originar el propio centro de trabajo), dado que la responsabilidad de velar por la seguridad y salud de los trabajadores, en sentido amplio, le corresponderá a cada empresario respecto a sus propios trabajadores.

Por otro lado, el empresario titular debe informar sobre cualquier modificación de las condiciones de trabajo presentes en su centro (incluidas las originadas con motivo de la actividad de sus trabajadores) que pueda afectar negativamente a las empresas concurrentes. En este caso, el proceso de CAE volvería a iniciarse en la etapa de planificación de forma que la nueva información propiciara, si fuera necesario, la modificación de la planificación inicial y, con ello, el resto de actuaciones derivada de ésta.

Empresa concurrente

Cada empresario es responsable del control de la actividad de sus trabajadores. Si con motivo de dicho control el empresario detectara alguna circunstancia que pudiera influir negativamente en el resto de empresas presentes en el centro de trabajo, deberá ponerlo en conocimiento del empresario titular, si lo hubiera, para poder adoptar las medidas necesarias. Esta comunicación deberá entenderse sin perjuicio de la obligación de informar sobre cualquier accidente de trabajo originado por la concurrencia así como sobre cualquier situación de emergencia que pudiera acontecer.

En relación con lo anterior, hay determinadas actividades que exigirán la presencia de un recurso preventivo. De hecho, el RD 171/2004 señala esta figura como uno de los medios de coordinación de los que disponen las empresas.

Empresario principal

Como caso particular, el artículo 10 del RD 171/2004 obliga al empresario principal a “vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de las empresas contratistas o subcontratistas”. La exigencia de la “acreditación por escrito” aludida en la etapa de planificación puede entenderse como uno de los medios de control por los que debe optar el empresario principal para dar cumplimiento a este deber de vigilancia. Lo esencial de esta cuestión es trasladar al empresario principal la necesidad de ser parte activa del proceso de CAE tomando para ello cuantas medidas considere oportunas. Un sistema de inspecciones periódicas de la actividad subcontratada o la celebración de reuniones durante la ejecución de los trabajos, son dos ejemplos de medidas de control y, por lo tanto, de vigilancia por las que puede optar el empresario principal. De esta forma, adicionalmente se estará comprobando (según indica el artículo 10) que las empresas contratistas y subcontratistas concurrentes en su centro han establecido los medios necesarios de coordinación. Sin embargo, en ocasiones se confunde este deber de vigilancia con un afán desmesurado por recopilar documentación bajo la falsa creencia de que esto acredita una mayor vigilancia cuando, en realidad, lo que se está haciendo es desvirtuar el proceso de CAE.

Representantes de los trabajadores

Los representantes legales de los trabajadores (generalmente, los delegados de prevención), desempeñan una labor fundamental en la etapa de control. Entre otras, el RD 171/2004 les otorga facultades para realizar visitas al centro de trabajo con el objeto de ejercer una labor de vigilancia y control del estado de las condiciones de trabajo derivadas de la concurrencia de actividades. Esta labor complementa la función de control ejercida directamente por el empresario y refuerza la vigilancia de las actividades concurrentes.

Acciones derivadas del control

Como resultado de la labor de control pueden darse, básicamente, dos circunstancias: una primera, en la que se advierte una planificación errónea de los trabajos (“fallo de diseño”), lo que supone volver a la fase oportuna de la etapa de planificación; y, una segunda, en la que se constata un incumplimiento de lo previsto en el procedimiento de trabajo (“fallo de implementación”), lo cual debería llevar a la etapa de organización. En cualquiera de las dos circunstancias, es necesario tomar medidas para corregir la situación lo antes posible.

De igual modo, el control puede poner de manifiesto un incumplimiento de los requisitos contractuales por parte de alguna de las empresas concurrentes. En esta circunstancia, el empresario contratante deberá corregir estas desviaciones tomando medidas, en caso necesario, respecto a la empresa incumplidora (por ejemplo, interrumpiendo su actividad hasta la corrección de la situación peligrosa), siempre en el marco de la legalidad vigente.

No obstante lo anterior, el control también deberá po-

der de manifiesto cualquier cambio que se haya producido y pueda implicar la necesidad de volver a planificar los trabajos.

EJEMPLO PRÁCTICO - Control

¿Qué medidas de control aplica LOGÍSTICA, S.A.?

El jefe de almacén de LOGÍSTICA, S.A. se desplaza en varias ocasiones (inspecciones periódicas) al lugar de los trabajos para observar que la tarea se realiza según el procedimiento acordado. En una de esas ocasiones advierte que un operario de SOLDADORES, S.L. está subido a la barandilla de la PEMP mientras ejecuta una soldadura. Con carácter inmediato, el jefe de almacén interrumpe la actividad y se pone en contacto con el encargado de SOLDADORES, S.L. Le advierte de la prohibición de realizar ese tipo de actuaciones y deja constancia de ello por escrito (con firma del encargado de SOLDADORES, S.L.).

LOGÍSTICA, S.A. también ha informado a un delegado de prevención (de la zona del almacén) sobre la contratación de la empresa SOLDADORES, S.L. y le ha facilitado el procedimiento de trabajo que se aplicará durante la realización de las tareas. El delegado de prevención, en cumplimiento de sus funciones, pondrá en conocimiento del jefe de almacén cualquier circunstancia que pueda observar que se contraponga a lo especificado en dicho procedimiento. Del mismo modo, contribuirá a la mejora de las condiciones de trabajo para lo cual podrá efectuar cualquier propuesta que aumente la eficiencia del proceso de CAE.

¿Qué medidas de control aplica SOLDADORES, S.L.?

Por su parte, SOLDADORES, S.L. también establece su propio sistema de control de sus tareas. La responsabilidad del control recae sobre su encargado de SOLDADORES, S.L. quien imparte directamente las instrucciones necesarias para el efectivo cumplimiento de lo planificado.

¿Qué medios de coordinación conjuntos aplican para el control?

LOGÍSTICA, S.A. y SOLDADORES, S.L. mantienen una reunión diaria, antes del inicio de los trabajos, en la que se concretarán las zonas de trabajo. Para ello, marcan en un plano los lugares en los que se localizarán los trabajos de soldadura de cada jornada. Ambas empresas tendrán una copia de dicho plano. Adicionalmente, se aprovechan estas reuniones para difundir, en su caso, nuevas normas internas de seguridad que puedan surgir, ejemplos de buenas prácticas o para la discusión de cualquier incidencia que haya podido surgir durante el desarrollo de las actividades concurrentes. LOGÍSTICA, S.A. archiva un documento firmado por los asistentes a cada reunión.

En aquellos casos en los que esté prevista una concurrencia con otras empresas que puedan afectarse mutuamente, la reunión referida anteriormente se celebrará con todas ellas simultáneamente. El personal del almacén que participa ha sido formado previamente por el servicio de prevención de LOGÍSTICA, S.A. para que puedan ejercer sus funciones en materia de CAE. No obstante, los trabajadores del almacén de LOGÍSTICA, S.A. consultan con su servicio de prevención cualquier circunstancia que pueda surgir durante las reuniones, o durante el desarrollo de los trabajos, que exceda de sus conocimientos y así lo haga necesario.

SOLDADORES, S.L. tiene que modificar su procedimiento: ¿cómo debe actuar?

En un momento determinado, SOLDADORES, S.L. advierte la necesidad de soldar un larguero de una estantería que no es accesible desde la PEMP, circunstancia que no se había previsto en el procedimiento de trabajo. SOLDADORES, S.L. pone de manifiesto esta circunstancia durante una reunión mantenida con LOGÍSTICA, S.A.. Tras el análisis de las posibles alternativas, siempre basadas en los principios de acción preventiva, ambas empresas acuerdan la necesidad de adoptar un nuevo procedimiento de trabajo que permita poder trabajar directamente desde la estantería (fuera de la PEMP). Para poder definir el método de trabajo, LOGÍSTICA, S.A. entrega información a SOLDADORES, S.L. sobre la resistencia de las estanterías y la ubicación de posibles puntos de anclaje para el equipo de protección individual anticaídas que debe utilizar el soldador. Al igual que en la planificación inicial, SOLDADORES, S.L., basándose en dicha información, diseña un procedimiento de trabajo específico para estas actuaciones y decide que el trabajador realice las tareas directamente desde la estantería utilizando, en todo momento, un equipo de protección anticaídas seleccionado para esta actividad. SOLDADORES, S.L. informará del nuevo procedimiento a LOGÍSTICA, S.A. quien lo analizará y hará, en su caso, las observaciones que considere oportunas. Al tratarse de una circunstancia extraordinaria, de la que puede derivarse un riesgo grave, el jefe de almacén de LOGÍSTICA, S.A. solicita asesoramiento a su servicio de prevención en relación con el procedimiento definido. Una vez consensuado por ambas empresas, se informará del procedimiento a los trabajadores involucrados en su ejecución (SOLDADORES, S.L.) y en su control (LOGÍSTICA, S.A.).

La modificación de un procedimiento, ¿puede conllevar la necesidad de medios de control diferentes?

Además, debido a la modificación de las condiciones de trabajo iniciales, la evaluación de riesgos de la situación resultante (trabajo desde la estantería) señala la necesidad de designar un recurso preventivo al considerar que existe un riesgo especialmente grave de caída en altura. SOLDADORES, S.L. designa un recurso preventivo que vigilará el cumplimiento del procedimiento acordado.

LOGÍSTICA, S.A. modifica las condiciones iniciales: ¿cómo debe actuar?

LOGÍSTICA, S.A. va a realizar un montaje de nuevas estanterías en una zona adyacente a la que tienen lugar los trabajos de soldadura. Este montaje puede generar interferencias con los trabajos de soldadura. Por ello, LOGÍSTICA, S.A. celebra una reunión con SOLDADORES, S.L. con objeto de informarles de esta nueva circunstancia y analizar, conjuntamente, si procede alguna modificación de lo planificado. Los trabajos de montaje tienen una duración prevista de siete horas. Se decide que, durante este tiempo, se concentrarán los trabajos de soldadura en aquellas estanterías que se encuentren más alejadas de la zona de montaje. Este cambio temporal de ubicación de los trabajos evita la necesidad de tomar nuevas medidas preventivas derivadas de la nueva concurrencia de actividades.

Presencia de un distribuidor: ¿qué medidas de coordinación se adoptan?

Durante los trabajos, SOLDADORES, S.L. necesita reponer parte de sus botellas de acetileno. Para ello, tiene un contrato con SUMINISTROS, S.A. que se encarga suministro y retirada material. SOLDADORES, S.L. informa a LOGÍSTICA, S.A. de la llegada prevista de personal de SUMINISTROS, S.A. a sus instalaciones. El jefe de almacén de LOGÍSTICA, S.A. encarga a un operario de almacén la labor de acompañar a los trabajadores de la empresa SUMINISTROS, S.A. hasta el lugar en el que deben realizar el intercambio de material con SOLDADORES, S.L. De esta

forma, el personal de la empresa de suministros está acompañado en todo momento por un trabajador de LOGÍSTICA, S.A. que conoce las actividades que se están realizando en el almacén. En este caso, no hay ningún intercambio documental entre LOGÍSTICA, S.A. y la empresa suministradora dado que esta última se limita al suministro y retirada de botellas y recibe las instrucciones oportunas del trabajador del almacén que les acompaña. De esta forma se evita la circulación de personal ajeno sin control por la nave.

¿Qué actuaciones se deben adoptar en caso de accidente o incidente?

Un operario de SOLDADORES, S.L. sufre una caída al mismo nivel mientras transportaba unas botellas de acetileno. Como consecuencia de ello se tuerce un tobillo (es calificado como accidente de trabajo, leve, con baja). El encargado de SOLDADORES, S.L., responsable del trabajador accidentado, informa al jefe de almacén de LOGÍSTICA, S.A. sobre el accidente. Además de ello, SOLDADORES, S.L. hace partícipe a LOGÍSTICA, S.A. de la investigación del accidente. Una de las causas puestas de manifiesto en dicha investigación está relacionada con el mal estado de las instalaciones de LOGÍSTICA, S.A. Por consiguiente, la información generada tras el accidente de una contrata permite a LOGÍSTICA, S.A. incluir en su planificación las medidas preventivas destinadas a la mejora de sus propias instalaciones. De igual forma, hasta que se reparó el pavimento, se señalizaron y acotaron las zonas afectadas para evitar el paso de trabajadores por las mismas.

4. MEJORA CONTINUA

El proceso de CAE es susceptible de mejora y, por ello, es recomendable definir medidas que permitan un análisis de sus resultados a fin de incrementar su eficiencia. La experiencia acumulada durante la gestión de las actividades de coordinación posibilitará corregir errores, ajustar los recursos (o, en su caso, incrementar el grado de integración) o definir nuevos medios de coordinación en futuras situaciones de concurrencia.

Empresario titular o principal

Como contratante de la actividad, el empresario titular deberá centrar su atención en el resultado global del proceso de CAE. Analizará cualquier disfunción que se haya detectado durante el mismo (fallos de comunicación, generación excesiva de documentación, incidencias, etc.) con objeto de adoptar las medidas de mejora que corresponda. Al mismo tiempo, se podrá aprovechar para valorar el "comportamiento preventivo" de cada una de las empresas concurrentes a fin de disponer de más elementos de juicio para futuras contrataciones.

La experiencia adquirida durante el desarrollo de los trabajos también permitirá que, en determinadas ocasiones, puedan definirse requisitos preventivos, más allá de los reglamentarios, que podrán ser tenidos en cuenta durante el proceso de contratación para seleccionar las empresas más adecuadas.

En consecuencia, estos análisis servirán como herramienta de mejora continua del proceso de CAE.

Empresas concurrentes

Como contratadas, las empresas concurrentes podrían hacer una verificación de la eficacia de los medios de coordinación que hayan adoptado. Así, deberían comprobar, entre otras cosas, si la información ha llegado correctamente a sus trabajadores, cuál ha sido el grado de cumplimiento de sus procedimientos o qué incidencias han surgido durante el proceso. Este análisis, posterior a la finalización del servicio prestado, permitirá un ajuste más eficiente de sus recursos y una adaptación continúa a las exigencias impuestas por las empresas contratantes.

EJEMPLO PRÁCTICO – Mejora continua

¿Qué actuaciones sigue LOGÍSTICA, S.A. una vez finalizada la actividad de SOLDADORES, S.L.?

Una vez finalizados los trabajos de soldadura, LOGÍSTICA, S.A. elabora un breve informe de valoración de los servicios prestados por SOLDADORES, S.L. Dado que los servicios prestados por SOLDADORES, S.L. se restringieron al área de almacenes, el informe es elaborado por el jefe de almacén, que fue quien solicitó los servicios. El informe consiste en una plantilla en la que el jefe de almacén puntúa una serie de aspectos con objeto de asignar una valoración global al proveedor del servicio. La valoración de SOLDADORES, S.L., además de incluir algún aspecto productivo (calidad del servicio, plazo de ejecución y otros), contiene diversos aspectos preventivos. La valoración de los aspectos preventivos es independiente de los productivos de forma que una mala puntación en los primeros sería motivo suficiente para no volver a solicitar los servicios de la empresa en cuestión. Entre los aspectos preventivos, el jefe de almacén debe puntuar lo siguiente: designación de un único interlocutor; actitud proactiva; colaboración en la definición del procedimiento de trabajo; cumplimiento efectivo del procedimiento; comunicación de incidentes; calidad preventiva de la documentación aportada. El jefe de almacén tiene una duda a la hora de calificar un aspecto preventivo y llama al servicio de prevención para consultar la misma. El tiempo empleado en rellenar el informe es de diez minutos.

Una vez elaborado el informe, el jefe de almacén se lo remite al departamento encargado de la contratación de servicios para su archivo y utilización posterior en el proceso de selección de proveedores. El departamento encargado de la contratación tiene elaborada una lista de proveedores en la que figura su calificación preventiva.

¿Se puede adoptar alguna otra medida concreta basada en la experiencia del servicio prestado?

Por otro lado, un operario de LOGÍSTICA, S.A. informa al jefe de almacén de la presencia de un golpe en la barandilla de la PEMP que utilizó SOLDADORES, S.L. durante sus trabajos. El operario se percató de esta circunstancia una semana después de haber finalizado los trabajos de soldadura, momento en el que iba a utilizar la PEMP. El jefe de almacén informa de ello al servicio de prevención para incluir una modificación (mejora) en su procedimiento interno de coordinación de actividades empresariales: en el caso de equipos de trabajo cedidos por LOGÍSTICA, S.A. a una contrata, será necesario realizar una verificación del equipo, en presencia de la contrata, una vez finalizado el servicio.

¿Qué análisis del proceso de coordinación puede hacer SOLDADORES, S.L.?

Por su parte, SOLDADORES, S.L. hace un análisis de los trabajos realizados. Como consecuencia de ello, el trabajador designado[2] de esta empresa advierte la necesidad de revisar su evaluación de riesgos en lo referente al trabajo en altura que se realizó fuera de la PEMP para contemplar

2. *En caso de que la empresa cuente con un servicio de prevención ajeno como modalidad preventiva, este análisis deberá realizarse conjuntamente entre dicho servicio y la empresa.*

el uso de equipos de protección *anticaídas* y el método de trabajo seguido. A su vez, esta circunstancia puso de manifiesto una carencia en sus procedimientos de trabajo. El procedimiento específico que se diseñó para la tarea a desempeñar en LOGÍSTICA, S.A., que fue precedido por una evaluación de riesgos, servirá de marco para diseñar un procedimiento general para este tipo de trabajos que permita una adaptación ágil y rigurosa a actuaciones de esta naturaleza que puedan presentarse en el futuro.

¿Se pueden adoptar otras acciones de mejora derivadas de situaciones de concurrencia habituales?

Al margen de lo anterior, a diario se produce un gran número de entradas de camiones a las instalaciones de LOGÍSTICA, S.A.. Aunque todo transportista que entra por primera vez es informado sobre las normas internas de circulación y de carga / descarga, la experiencia ha puesto de manifiesto que existe desconocimiento de las mismas. Por ello, se ha decidido instalar un puesto informático en el control de entrada con dos objetivos: por un lado, llevar a cabo un control informático de acceso a las instalaciones; por otro lado, el sistema permitirá informar a los transportistas que acceden por primera vez a LOGÍSTICA, S.A. En relación con el segundo objetivo, todo conductor que quiera acceder por primera vez al centro de trabajo de LOGÍSTICA, S.A., deberá recibir una breve acción informativa (con la ayuda de un programa informático específico) sobre las normas básicas de seguridad y salud en los procesos de carga / descarga (incluidas las normas internas de circulación). Dicha actuación será un requisito imprescindible para poder acceder a las instalaciones de LOGÍSTICA, S.A.

¿Cómo promover la integración en el proceso de CAE?

El jefe de producción de LOGÍSTICA, S.A., que está involucrado en el proceso de CAE, propone al subdirector general una mayor promoción de la actividad preventiva desarrollada en la empresa. En concreto, se propone incluir la seguridad y salud dentro de los objetivos estratégicos de la compañía. Como consecuencia inmediata se incluye un indicador de la gestión preventiva dentro de los objetivos marcados para cada departamento. La definición y seguimiento de estos indicadores se realizará desde la Dirección de la empresa, con el asesoramiento del servicio de prevención, implicando a toda la estructura de la compañía. Su control quedará definido de modo que se realice desde los puestos directivos (en cascada) aprovechando la organización jerárquica de LOGÍSTICA, S.A.

En paralelo a lo anterior, se acuerda la necesidad de llevar a cabo informes de seguimiento trimestrales cuya elaboración le corresponderá a los departamentos afectados por la concurrencia empresarial. Dicho informe será remitido a Dirección, con copia al servicio de prevención, de forma que ese último pueda analizar los puntos débiles del proceso con objeto de proponer medidas de mejora.

5. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista preventivo, a la hora de coordinar las actividades los empresarios no deben nunca perder de vista el objetivo último que se persigue con dicha coordinación: controlar los riesgos debidos a la concurrencia para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores. Para la consecución de este objetivo se hace necesario enfocar la coordinación como un proceso para que las actividades sean adecuadamente planificadas, organizadas y controladas, y se mejore continuamente la manera de gestionar las distintas situaciones de concurrencia que se pueden presentar en el centro de trabajo. De forma complementaria a lo indicado en las NTP 918 y 919, a lo largo de estas NTP se han señalado algunos criterios orientados hacia la eficiencia de este proceso, de los que cabe destacar los siguientes:

- La CAE, como cualquier otra actividad preventiva, debe estar adecuadamente **integrada en el sistema de gestión y en la jerarquía de la empresa**. En este sentido, los servicios de prevención desempeñan un papel fundamentalmente de asesoramiento para que el empresario determine los procedimientos de coordinación y las funciones de cada departamento o área de la empresa implicada, que deben figurar en su plan de prevención de riesgos laborales.
- **El intercambio de información y documentación no debe entenderse en ningún caso como un fin en sí mismo**, sino como un punto de partida a partir del cual se determinará cómo se van a ejecutar las actividades concurrentes de forma segura. Así, esta información, junto a la evaluación de riesgos laborales de cada empresa concurrente, ha de servir de base para planificar la actividad preventiva durante la concurrencia.
- Como resultado de dicha planificación se determinarán los procedimientos de trabajo. Dichos **procedimientos deben ser el elemento fundamental de la coordinación**, ya que son la herramienta que utilizan las empresas para determinar qué actividades se realizarán, quién las llevará a cabo y cómo se ejecutarán integrando la prevención de riesgos laborales y estableciendo los medios de coordinación oportunos.
- Estos **medios de coordinación deben ser adecuadamente seleccionados** en cada circunstancia para favorecer el proceso de coordinación en todas sus etapas. Así, además de los medios de coordinación utilizados en la etapa de planificación (como el propio intercambio de información o la celebración de reuniones), también se han de contemplar medios de coordinación para una adecuada organización de los trabajos y un eficaz control de los mismos. En ocasiones, la mera supervisión de la actividad evitará un intercambio documental estéril y, a veces, extemporáneo.

Es evidente que las situaciones de concurrencia que se pueden dar en las empresas son muy variadas y heterogéneas, por lo que, en función de cada una de ellas y del papel que desempeñen en cada circunstancia, las empresas deberán adaptar el proceso de CAE. A este respecto, sería recomendable que las empresas hiciesen un ejercicio de reflexión respecto a los puntos indicados anteriormente ya que, en función de cómo sea gestionada la CAE, esta puede representar una carga formalista con escaso valor preventivo o, por el contrario, una valiosa oportunidad para transmitir entre las empresas buenas prácticas que redunden en una reducción de la siniestralidad laboral.

BIBLIOGRAFÍA

Se relaciona en la NTP 1.052.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.054

Gestión de residuos: clasificación y tratamiento

Gestion de déchets: classification et traitement
Waste management: classification and treatment

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Xavier Solans Lampurlanés

Enrique Gadea Carrera

*CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT*

Esta Nota Técnica de Prevención (NTP) es una actualización de la NTP 675, motivada por la publicación de la Directiva 2008/98/CE, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas, y su transposición al ordenamiento jurídico interno a través de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, que sustituye a la anteriormente vigente Ley 10/1998, de residuos.

A partir de las disposiciones de esta Ley se revisan los conceptos clave en la gestión de los residuos, incorporando la nueva clasificación para los residuos peligrosos, y se comentan las diferentes actividades para el tratamiento de residuos. Los riesgos específicos asociados a estas actividades se tratan en distintas NTP (597, 710, 711, 717, 781, 805, 806, 908 y 909).

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 2008/98/CE, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas (Directiva marco de residuos), integrándolas en una única norma, establece el marco jurídico de la Unión Europea (UE) para la gestión de residuos y proporciona los instrumentos que permiten disociar la relación existente entre crecimiento económico y producción de residuos, haciendo especial hincapié en la prevención, entendida como el conjunto de medidas adoptadas antes de que un producto se convierta en residuo, para reducir tanto la cantidad y contenido de sustancias peligrosas como los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente de los residuos generados.

Se excluyen del ámbito de aplicación de esta Directiva los siguientes residuos:

a) los efluentes gaseosos emitidos en la atmósfera;
b) la tierra *(in situ)* incluido el suelo no excavado contaminado y los edificios en contacto permanente con la tierra;
c) suelo no contaminado y demás material en estado natural excavado durante las actividades de construcción cuando se tiene la certeza de que el material se utilizará a efectos de construcción en su estado natural en el sitio del que se extrajo;
d) los residuos radiactivos;
e) explosivos desclasificados;
f) materias fecales, paja y otro material natural, agrícola o silvícola, no peligroso, utilizado en la agricultura, en la silvicultura o en la producción de energía a base de esta biomasa, mediante procedimientos o métodos que no dañen el medio ambiente o pongan en peligro la salud humana.

Asimismo, queda excluido, en la medida que ya está cubierto por otra normativa comunitaria:

a) aguas residuales;
b) subproductos animales, excepto los destinados a la incineración, los vertederos o utilizados en una planta de gas o compostaje;
c) cadáveres de animales que hayan muerto de forma diferente del sacrificio;
d) residuos resultantes de la prospección, de la extracción, del tratamiento o del almacenamiento de recursos minerales, así como de la explotación de canteras.

La transposición de esta Directiva se lleva a cabo a través de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, que sustituye a la anteriormente vigente Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.

La Ley 10/1998 estableció la primera regulación con carácter general de los residuos en nuestro ordenamiento jurídico. A lo largo de los 12 años de aplicación de esta norma las administraciones públicas, los productores y los gestores de residuos han adquirido una experiencia y formación en este campo mucho mayor que la existente en el momento de la aprobación de la norma anterior, lo que sumado a la importante evolución experimentada en la prevención, producción y gestión de los residuos, así como en los principios que la inspiran, ha hecho necesario la actualización del régimen jurídico de la producción y gestión de residuos, considerando la experiencia adquirida, las lagunas detectadas y la evolución y modernización de la política de residuos.

En este sentido, la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, que deroga la anterior Ley de residuos, actualiza el contenido de la misma, orientando la política de residuos conforme al principio de jerarquía en la producción y gestión de los mismos, maximizando el aprovechamiento de los recursos y minimizando los impactos de la producción y gestión de residuos, todo ello en el marco de los principios básicos de protección de la salud humana y del medio ambiente.

El objeto de esta Ley, como ya sucedía con la anterior, es establecer el régimen jurídico de la producción y ges-

tión de residuos, así como la previsión de medidas para prevenir su generación y para evitar o reducir los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a la generación y gestión de los mismos.

2. DEFINICIONES

A continuación se recogen los conceptos claves que ya se mencionaban en la Ley 10/1998, incluyendo algunos comentarios a los cambios realizados en la Ley 22/2011.

La Ley 22/2011 introduce las definiciones de residuo "doméstico", "comercial" e "industrial" con el objeto de clarificar las competencias de gestión para los distintos tipos de residuos.

Residuo. Cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

Residuos domésticos. Residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias. Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generen en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

Residuos comerciales. Residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.

Residuos industriales. Residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Residuo peligroso. Residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III de la Ley 22/2011, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

Esta definición de residuo peligroso se completa en el art. 6.1 de la Ley 22/2011, donde se indica que "*La determinación de los residuos que han de considerarse como residuos peligrosos y no peligrosos se hará de conformidad con la lista establecida en la Decisión 2000/532/CE*" [1].

Los residuos peligrosos en España, además de integrarse en la Ley 22/2011, se regulan específicamente en el RD 833/1988, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1996, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, y sus modificaciones posteriores (RD 952/1997) y por la Orden MAM/304/2002, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, y la lista europea de residuos, aprobada por la Decisión 2000/532/CE.

Además, la Ley 22/2011, en su artículo 6.2.a, también indica que:

- *Se podrá considerar un residuo como peligroso cuando, aunque no figure como tal en la lista de residuos, presente una o más características indicadas en el anexo III.*
- *Se podrá considerar un residuo como no peligroso cuando se tengan pruebas de que un determinado residuo que figure en la lista como peligroso, no presenta ninguna de las características indicadas en el anexo III.*

La reclasificación de residuos peligrosos en residuos no peligrosos no podrá realizarse por medio de una dilución o mezcla cuyo objeto sea la disminución de las concentraciones iniciales de sustancias peligrosas por debajo de los límites que definen el carácter peligroso de un residuo (Ley 22/2011, art. 6.3).

En su título III "Producción, posesión y gestión de los residuos" la Ley desarrolla las obligaciones de los productores y gestores de residuos. Su objetivo ha sido una mayor claridad y sistematización de las obligaciones de los sujetos intervinientes en la cadena de producción y gestión de residuos, y recoge las obligaciones de los productores u otros poseedores iniciales de los residuos relativas a la gestión de sus residuos, así como las relativas a su almacenamiento, mezcla, envasado y etiquetado.

Productor de residuos. Cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de estos residuos.

Poseedor de residuos. El productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos.

El productor o poseedor inicial del residuo debe asegurar el tratamiento adecuado de sus residuos, para lo cual se establecen distintas opciones, que deben acreditarse documentalmente.

Además, en aplicación del principio de "quien contamina paga", se incluye un artículo acerca de los costes relativos a la gestión de los residuos que recaerán sobre el productor inicial de residuos, del poseedor actual o del anterior poseedor de residuos o sobre el productor del producto que con el uso se convierte en residuo, en los casos en que así se establezca en aplicación de las normas de responsabilidad ampliada del productor del producto (Ley 22/2011, art. 11).

En esta Ley se incorporan también las figuras del negociante y del agente como gestores de residuos. Estas dos figuras se distinguen en que el negociante actúa por cuenta propia mientras que el agente actúa por cuenta de terceros.

Gestor de residuos. La persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Negociante. Toda persona física o jurídica que actúe por cuenta propia en la compra y posterior venta de residuos, incluidos los negociantes que no tomen posesión física de los residuos.

Agente. Toda persona física o jurídica que organiza la valorización o la eliminación de residuos por encargo de terceros, incluidos los agentes que no tomen posesión física de los residuos.

En cuanto a la política de residuos y a las competencias,

1. *Véase apartado 3 de esta NTP (Residuos peligrosos) a fin de revisar la definición de "Residuo peligroso" ya que la Decisión 2000/532/CE ha sido modificada por la Decisión 2014/955/UE.*

se mantienen los principios básicos de protección de la salud humana y del medio ambiente. Como novedad, se formula una nueva jerarquía de residuos, que explicita el orden de prioridad en las actuaciones en la política de residuos: prevención (en la generación de residuos), preparación para la reutilización, reciclado, otros tipos de valorización (incluida la energética) y, por último, la eliminación de los residuos.

Gestión de residuos. La recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

Recogida. Operación consistente en el acopio de residuos, incluida la clasificación y almacenamiento iniciales para su transporte a una instalación de tratamiento.

Recogida separada. La recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.

Prevención. Conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:

1. La cantidad de residuos, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
2. Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
3. El contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.

Reutilización. Cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Tratamiento. Las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

Preparación para la reutilización. La operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.

Reciclado. Toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Valorización. Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva para una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II de la Ley 22/2011, se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.

Eliminación. Cualquier operación que no sea valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía. En el anexo I de la Ley 22/2011, se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación.

Aceites usados. Todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.

Regeneración de aceites usados. Cualquier operación de reciclado que permita producir aceites de base mediante el refinado de aceites usados, en particular mediante la retirada de los contaminantes, los productos de oxidación y los aditivos que contengan dichos aceites.

Además, se establecen los objetivos y medidas en la gestión de los residuos, destinados a fomentar la preparación para la reutilización y el reciclado, fijándose objetivos concretos para la implantación de recogida separada por materiales y objetivos específicos de preparación para la reutilización y reciclado de residuos domésticos, y de preparación para la reutilización, reciclado y valorización de residuos de construcción y demolición.

Asimismo, se hace referencia expresa a los biorresiduos, y posibilita que los planes y programas incluyan medidas para impulsar su recogida separada para destinarlos al tratamiento biológico y obtener enmiendas orgánicas de calidad.

Biorresiduo. Residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor, así como residuos procedentes de plantas de procesado de alimentos.

Compost. Enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, que se denominará material bioestabilizado.

Respecto a los biorresiduos, las autoridades ambientales promoverán medidas para impulsar (Ley 22/2011, art. 24):

- La recogida separada de biorresiduos para destinarlos a compostaje o a la digestión anaeróbica, en particular de la fracción vegetal, los biorresiduos de grandes generadores y los biorresiduos generados en los hogares.
- El compostaje doméstico y comunitario.
- El tratamiento de biorresiduos recogidos separadamente, de forma que se logre un alto grado de protección del medio ambiente, llevado a cabo en instalaciones específicas sin que se produzca la mezcla con residuos mezclados a lo largo del proceso.
- El uso del compost producido a partir de biorresiduos y ambientalmente seguro en el sector agrícola, la jardinería o la regeneración de áreas degradadas, en sustitución de otras enmiendas orgánicas y fertilizantes minerales.

3. RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos se pueden clasificar según su origen (doméstico, comercial, industrial), que determina la competencia administrativa para su gestión, y según sus características, diferenciando entre residuos “peligrosos” y “no peligrosos”, lo que determina el destino de los mismos, ya sea su tratamiento o eliminación.

La determinación de los residuos que han de considerarse como “peligrosos” y “no peligrosos” se hace de conformidad con la lista establecida en la Decisión 2000/532/CE. Sin embargo, esta Decisión ha sido modificada por la Decisión 2014/955/UE, que es de aplicación a partir del 1 de junio de 2015. Por lo tanto, la consideración de

un residuo como “peligroso” a que se refiere el artículo 7 de la Directiva 2008/98/CE, se ha de hacer de conformidad con la lista establecida en el anexo de la Decisión 2014/955/UE.

Asimismo, como ya se ha indicado, un residuo se podrá considerar como “peligroso” cuando, aunque no figure como tal en la lista de residuos, presente una o más de las características indicadas en el anexo III de la Directiva 2008/98/CE, transpuesta por la Ley 22/2011. Entre estas características se encuentran: H 4 (irritante), H 5 (nocivo), H 6 (“tóxico” y “muy tóxico”), H 7 (cancerígeno), H 8 (corrosivo), H 10 (tóxico para la reproducción), H 11 (mutagénico) y H 14 (ecotóxico) que se asignan de acuerdo a los criterios establecidos en el anexo VI de la Directiva 67/548/CEE, relativa a la clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas. Además, cuando proceda, se aplicarán los valores límite establecidos en los anexos II y III de la Directiva 1999/45/CE, relativa a la clasificación, el envasado y el etiquetado de preparados peligrosos.

Sin embargo, las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE se han derogado, con efectos a partir del 1 de junio de 2015, por el Reglamento (CE) nº 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP), pudiendo seguir aplicándose hasta el 1 de junio de 2017 a ciertas mezclas, en caso de que se hayan clasificado, etiquetado y envasado de acuerdo con la Directiva 1999/45/CE y ya se hayan comercializado antes del 1 de junio de 2015.

La modificación del anexo III de la Directiva 2008/98/CE (y por lo tanto, de la Ley 22/2011) para adaptar las definiciones de las características de peligrosidad al Reglamento CLP, cuando proceda, se realiza en el Reglamento (UE) nº 1357/2014, que es de aplicación desde el 1 de junio de 2015.

De este modo, las características de peligrosidad H 1 a H 15 se han reclasificado como HP 1 a HP 15 (véase tabla 1) para evitar posibles confusiones con los códigos de las indicaciones de peligro (H) definidas en el Reglamento CLP. Además, la denominación de las anteriores características de peligrosidad H 5 (nocivo) y H 6 (tóxico) se han modificado para adaptarlas a la evolución de la legislación sobre productos químicos y, en particular, a los nuevos códigos de las clases y categorías de peligro definidas en el Reglamento CLP y se han introducido nuevas denominaciones para las anteriores características de peligrosidad H 12 y H 15, en coherencia con las denominaciones de otras categorías de peligrosidad.

4.TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Las instalaciones para el tratamiento de residuos son tan variadas como los distintos tipos de residuos que se pueden encontrar. A continuación se indican las instalaciones más representativas, comentando las operaciones que se realizan para tratar los residuos recibidos.

Estaciones de transferencia

Instalaciones en las cuales se descargan y almacenan los residuos para poder transportarlos posteriormente a otras instalaciones para su valorización o eliminación, con o sin agrupamiento previo.

Las estaciones de transferencia constituyen un eslabón muy importante en los sistemas de tratamiento de residuos. Según el tipo de residuos que reciben, se pueden distinguir:

- *Estaciones de transferencia de residuos domésticos.* Son centros de recepción de residuos domésticos ubicados en el entorno de las poblaciones, cuya finalidad es permitir la descarga de los camiones de recogida de residuos, evitando su desplazamiento hasta el centro de tratamiento. En ellas los residuos se acondicionan para su traslado posterior mediante contenedores y vehículos específicos de transporte, permitiendo reducir los tiempos de ejecución de los servicios de recogida de las poblaciones alejadas del centro de tratamiento y optimizar los costes de transporte, ya que se utilizan equipos más adecuados, y aquellos residuos que lo permiten son compactados para aumentar las cantidades transportadas en cada traslado.
- *Estaciones de transferencia de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.* Reciben y gestionan de forma adecuada los residuos peligrosos que se generan en cantidades inferiores a una tonelada por productor, tipo de residuo y recogida. Estos residuos se identifican, clasifican, se reacondicionan si es necesario y se agrupan en familias compatibles, enviándose agrupados a las plantas de tratamiento final o de valorización.
- *Estaciones de transferencia de residuos peligrosos incinerables.* En estas instalaciones se reciben residuos peligrosos destinados a la incineración. Se verifica que correspondan a residuos cuyo tratamiento adecuado es la incineración, se clasifican según su naturaleza (composición química, poder calorífico, estado físico, etc.) y se agrupan, enviándose a continuación a una planta incineradora de residuos peligrosos.

Plantas incineradoras

Plantas donde se realiza un proceso de combustión controlada de la fracción no reciclable de los residuos (rechazo) que son transformados en cenizas, escorias (compuestos inorgánicos semifundidos y enfriados) y gases. De esta forma se reduce considerablemente el volumen de residuos y se aprovecha la energía que contienen para la generación de electricidad.

Se trata de un proceso de tratamiento de aquellos residuos para los que no es posible, por ahora, su minimización ni su aprovechamiento (reciclado o reutilización). Según las características del residuo tratado, deben diferenciarse dos tipos de instalaciones:

- Incineración de residuos domésticos.
- Incineración de residuos peligrosos. Se trata de residuos que, con los conocimientos actuales, se deben incinerar, al no disponerse de otra tecnología contrastada mejor.

Depósitos controlados (vertederos)

Instalaciones de eliminación que se destinan a los residuos no valorizables depositándolos de forma organizada y controlada, tanto en superficie como bajo tierra. Los terrenos donde se ubican estas instalaciones deben estar dotados de condiciones naturales de impermeabilidad, complementadas y reforzadas con otras medidas artificiales (impermeabilización y drenajes) a fin de garantizar el confinamiento de los residuos y de sus lixiviados, y evitar el impacto potencial sobre la calidad de las aguas subterráneas.

Se pueden distinguir dos tipos de instalaciones:

- Depósito controlado para residuos domésticos y asimilables.
- Depósito controlado para residuos peligrosos.

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD
HP 1 "Explosivo"	• Residuos que, por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su entorno. Se incluyen los residuos pirotécnicos, los residuos de peróxidos orgánicos explosivos y los residuos autorreactivos explosivos.
HP 2 "Comburente"	• Residuos que, generalmente liberando oxígeno, pueden provocar o facilitar la combustión de otras sustancias.
HP 3 "Inflamable"	• Residuos líquidos inflamables: residuos líquidos con un punto de inflamación inferior a 60ºC, o gasóleos, carburantes diésel y aceites ligeros para calefacción usados con un punto de inflamación entre >55°C y ≤75°C. • Residuos líquidos o sólidos pirofóricos inflamables: residuos líquidos o sólidos que, aun en pequeñas cantidades, pueden inflamarse al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire. • Residuos sólidos inflamables: residuos sólidos que se inflaman con facilidad o que pueden provocar fuego o contribuir a provocar fuego por fricción. • Residuos gaseosos inflamables: residuos gaseosos que se inflaman con el aire a 20ºC y a una presión de referencia de 101,3 kPa. • Residuos que reaccionan en contacto con el agua: residuos que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables en cantidades peligrosas. • Otros residuos inflamables: aerosoles inflamables, residuos que experimentan calentamiento espontáneo inflamables, residuos de peróxidos orgánicos inflamables y residuos autorreactivos inflamables.
HP 4 "Irritante -irritación cutánea y lesiones oculares"	• Residuos que, cuando se aplican, pueden provocar irritaciones cutáneas o lesiones oculares.
HP 5 "Toxicidad específica en determinados órganos (STOT en su sigla en inglés)/ Toxicidad por aspiración"	• Residuos que pueden provocar una toxicidad específica en determinados órganos, bien por una exposición única, bien por exposiciones repetidas, o que pueden provocar efectos tóxicos agudos por aspiración.
HP 6 "Toxicidad aguda"	• Residuos que pueden provocar efectos tóxicos agudos tras la administración por vía oral o cutánea o como consecuencia de una exposición por inhalación.
HP 7 "Carcinógeno"	• Residuos que inducen cáncer o aumentan su incidencia.
HP 8 "Corrosivo"	• Residuos que, cuando se aplican, pueden provocar corrosión cutánea.
HP 9 "Infeccioso"	• Residuos que contienen microorganismos viables, o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos.
HP 10 "Tóxico para la reproducción"	• Residuos que tienen efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad de hombres y mujeres adultos, así como sobre el desarrollo de los descendientes.
HP 11 "Mutágeno"	• Residuos que pueden provocar una mutación, es decir, un cambio permanente en la cantidad o en la estructura del material genético de una célula.
HP 12 "Liberación de un gas de toxicidad aguda"	• Residuos que emiten gases de toxicidad aguda (Acute Tox, 1, 2 o 3) en contacto con agua o con un ácido.
HP 13 "Sensibilizante"	• Residuos que contienen una o varias sustancias que se sabe tienen efectos sensibilizantes para la piel o los órganos respiratorios.
HP 14 "Ecotóxico"	• Residuos que presentan o pueden presentar riesgos inmediatos o diferidos para uno o más compartimentos del medio ambiente[(1)].
HP 15 "Residuos que pueden presentar una de las características de peligrosidad antes mencionada que el residuo original no presentaba directamente"	• Cuando un residuo contenga una o varias sustancias clasificadas con una de las indicaciones de peligro o de las indicaciones de peligro suplementarias (peligro de explosión en masa en caso de incendio / explosivo en estado seco / puede formar peróxidos explosivos / riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado), el residuo se clasificará como peligroso por HP 15, a menos que se presente en tal forma que en ningún caso tendrá propiedades explosivas o potencialmente explosivas. Además, los Estados miembros podrán caracterizar un residuo como peligroso por H 15 basándose en otros criterios aplicables, tales como la evaluación del lixiviado.
[(1)] La aplicación de esta característica de peligrosidad se basa en los criterios establecidos en el anexo VI de la Directiva 67/548/CEE del Consejo.	

Tabla 1. Características de los residuos para su clasificación como "residuos peligrosos" (Reglamento (UE) Nº 1357/2014 de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014).

Plantas de compostaje

Plantas donde se realiza un proceso biológico aeróbico (con presencia de oxígeno) que, bajo condiciones de ventilación, humedad y temperatura controladas, transforma los residuos orgánicos degradables en un producto estable, higienizado, denominado compost, que puede utilizarse como adobo orgánico.

Tratamiento mecánico-biológico

Se trata de instalaciones, conocidas también como ecoparques, en las que se reciben los residuos domésticos que no se han recogido de forma selectiva, y se realiza la selección de su contenido, con el fin de obtener las fracciones recuperables, es decir, segregando por un lado, la fracción orgánica, y por otro los subproductos valorizables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico (PET, PEAD) metales férricos y no férricos, plásticos tipo film y briks).

Generalmente estas plantas tienen asociado un sistema de tratamiento biológico posterior de la fracción orgánica seleccionada.

El proceso consiste en una digestión anaerobia (ausencia de oxígeno), también denominado biometanización, en el cual la materia orgánica se transforma, mediante su fermentación por la acción de los microorganismos, en una mezcla de gases (biogás), principalmente metano y dióxido de carbono, y en un material digestado.

Selección de envases

Instalaciones en las que se reciben los residuos de envases procedentes de la recogida selectiva y se separan y clasifican en las distintas fracciones (envases férricos, envases no férricos, PET, PEAD, film, brik, etc.) para su posterior envío a las plantas de reciclaje.

Tratamiento físico-químico

El sistema de tratamiento se basa en el aprovechamiento de las propiedades físicas y químicas de los residuos peligrosos para eliminar o reducir su peligrosidad y facilitar su posterior eliminación en vertedero.

Las operaciones que se realizan en estas plantas se agrupan en dos etapas:

- La separación de fases, para reducir el volumen a través de sedimentaciones, floculaciones e incluso destilaciones.
- La separación de componentes, por medio de procesos de neutralización del pH del residuo, la precipitación química de los metales pesados disueltos, la aplicación de las propiedades “redox” de las sustancias para obtener formas químicas menos toxicas e insolubles, así como la eliminación de los sólidos mediante filtración obteniendo un efluente neutralizado libre de metales pesados y sólidos.

Son procesos cuyo objetivo es conseguir un efluente con las características requeridas para su vertido y concentrar los contaminantes en una fase sólida (lodos) que debe ser gestionada correctamente.

Posteriormente, se realiza un tratamiento biológico en el que mediante la acción bacteriana se degrada la contaminación orgánica de los residuos.

En estas plantas también se realizan tratamientos de estabilización de los residuos, procesos en los cuales los residuos sólidos peligrosos son modificados hasta perder las características que le confieren su peligrosidad, pasando por tanto a ser considerados como no peligrosos. Se trata de métodos no destructivos para inmovilizar los componentes peligrosos de un residuo. Se consideran no destructivos ya que no eliminan, o reducen, la cantidad de dichos componentes peligrosos, sino que absorben físicamente, encapsulan o cambian la forma físico-química del componente contaminante del residuo, lo que se traduce en un producto menos lixiviable.

Valorización y reciclado de envases industriales usados

Instalaciones donde los envases industriales usados se reacondicionan para su reciclado. El proceso de reacondicionamiento garantiza que el envase puede ser nuevamente utilizado, habiéndose verificado su integridad y eliminado los riesgos producidos por su uso anterior, debido al producto que hayan podido contener, asegurando la limpieza interior, la estanqueidad, que no presenta indicios de degradación, está exento de corrosión, de contaminación y otros daños.

Asimismo, cuando estos residuos no han podido ser reacondicionados, ya sean metálicos o de plástico, son rechazados y posteriormente destruidos por medio de una trituración y lavado posterior, para su valorización.

Recuperación de residuos de disolventes orgánicos

Los residuos de disolventes son considerados como residuos peligrosos. Para su regeneración son sometidos a tratamientos basados en su “recuperación por destilación”, especialmente los disolventes procedentes de limpiezas, y “recuperación por rectificación” o “destilación fraccionada”, para disolventes residuales de procesos químicos en general.

De esta forma se obtienen dos fracciones: la principal es la del disolvente regenerado, preparado para ser empleado de nuevo ya que cumple con los requisitos exigidos a estos productos y, por otro, una fracción residual compuesta por los residuos y elementos extraños contenidos en el disolvente usado y una parte mínima de éste.

Regeneración de aceites industriales usados

Se consideran “aceites usados” todo aceite industrial que se haya vuelto inadecuado para el uso al que se le hubiera asignado inicialmente. Se incluyen en esta definición, en particular, los aceites minerales usados de los motores de combustión y de los sistemas de transmisión, los aceites minerales usados de los lubricantes, los de turbinas y de los sistemas hidráulicos, así como las mezclas y emulsiones que los contengan.

Estos aceites usados se consideran residuos peligrosos por su impacto negativo sobre el medio ambiente, tanto si se depositan en el suelo o se vierten en aguas, afectando ríos y acuíferos, como si se queman en condiciones inadecuadas, emitiendo gases contaminantes a la atmósfera.

En estas plantas se realiza el tratamiento para la regeneración del aceite mineral usado, mediante un proceso de destilación fraccionada y refinado del mismo que permite obtener aceite base regenerado y, en menor medida, asfalto y combustibles.

Tratamiento y reciclaje de frigoríficos

Los frigoríficos contienen sustancias nocivas que es necesario extraer para evitar su paso de forma incontrolada al medio ambiente: aceites, CFC (clorofluoro-

carbonos) y HCFC (hidroclorofluorocarbonos) o HFC (hidrofluorocarbonos).

Las plantas para la valorización de frigoríficos tienen como objetivo, por un lado, recuperar estas sustancias contaminantes y por otro, valorizar los productos o materiales que contienen: piezas de aluminio y de cobre, cables eléctricos, vidrio, plástico y hierro.

Tratamiento y reciclaje de residuos de pilas

Las pilas, sean de tipo bastón o botón, contienen metales como mercurio, cadmio o plomo, peligrosos para la salud de las personas y para el medio ambiente. Por lo tanto, se trata de residuos peligrosos que requieren un tratamiento específico.

Estas instalaciones permiten la obtención y recuperación de los materiales que contienen, básicamente metales: grafito y sales de manganeso, cemento metálico (mercurio, zinc, níquel cadmio, cobre), plástico y papel en el caso de pilas tipo bastón, y mercurio y los casquetes metálicos para las pilas botón.

Tratamiento y reciclaje de residuos de lámparas de descarga

En la fabricación de lámparas de descarga se utilizan sustancias tóxicas, como el mercurio. Por lo tanto, se deben considerar como residuos peligrosos.

Igual que en caso de las pilas botón, estas instalaciones permiten la obtención y recuperación de los materiales peligrosos que contienen estas lámparas (mercurio). Además, se recupera vidrio.

Valorización de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Se entiende por “residuos de aparatos eléctricos y electrónicos” los aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que los componen, procedentes tanto de hogares particulares (domicilios particulares o fuentes comerciales, industriales, institucionales y de otro tipo que, por su naturaleza y cantidad, son similares a los procedentes de hogares particulares) como de usos profesionales, a partir del momento en que pasan a ser residuos.

Las plantas para el tratamiento de estos residuos tienen como objetivo su descontaminación, desmontaje, trituración, y valorización o preparación para su eliminación.

Tratamiento y reciclaje de vehículos fuera de uso (VFU).

Un vehículo fuera de uso es un residuo peligroso para el medio ambiente, debido a los distintos materiales y fluidos que lo componen.

Las instalaciones para el tratamiento de estos residuos tienen como objetivo una correcta gestión de los vehículos fuera de uso, mediante su descontaminación, separando inicialmente todos los componentes que le confieren su condición de residuo peligroso, para su posterior envío a un gestor autorizado para el reciclado de cada tipo de residuo. Seguidamente, el resto del VFU es desguazado, separándose los diferentes materiales para el reciclaje independiente de cada uno de ellos.

De estas operaciones se obtienen los siguientes residuos peligrosos: aceites usados (aceites hidráulicos, del motor, de la caja de cambios), filtros, baterías, fluidos refrigerantes y carburantes y líquido de frenos. Además, se seleccionan plásticos, neumáticos, vidrio, cables y conductores, piezas de aluminio, fibras, baños de zinc, llantas, carrocerías, transmisiones y otros componentes mecánicos del motor.

Tratamiento de residuos de vidrio

Los residuos de envases de vidrio recogidos selectivamente se acaban reciclando en un 100%, siendo todo el vidrio aprovechable sin perder ninguna de sus cualidades.

En estas plantas los residuos de vidrio son limpiados de todo aquello que haya podido ser introducido en el contenedor de recogida selectiva de vidrio, y que no sea propiamente vidrio. A continuación, el vidrio es triturado hasta convertirse en un polvo grueso denominado calcín (vidrio seleccionado, limpio y molido).

El calcín permite fabricar envases de vidrio con las mismas propiedades que los originales. Pero como el vidrio reciclado exige una menor temperatura de fusión que las materias primas originales (arena, sosa y caliza), en el proceso de fabricación de nuevos envases se consume menos energía, por lo que el tratamiento y reciclado de residuos de vidrio supone además un ahorro de materias primas y de energía muy considerable.

REFERENCIAS LEGALES

Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, *sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas*.

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Decisión 2014/955 /UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Reglamento (UE) Nº 1357/2014 de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

Reglamento (CE) Nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.055

Seguridad en el laboratorio: utilización de vitrinas de recirculación con filtro

Safety in the laboratory: use of recirculatory filtration fume cupboard
Sécurité au laboratoire: usage de sorbonnes à recirculation avec filtres

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Xavier Guardino Solá

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

Las vitrinas con filtro que recirculan el aire del laboratorio tienen un gran predicamento como herramienta de protección colectiva, ya que por su facilidad de instalación y versatilidad ofrecen de entrada una serie de supuestas ventajas sobre las vitrinas tradicionales que implican una instalación compleja con conductos de extracción y salidas al exterior, no siempre practicables una vez el laboratorio está en funcionamiento. En esta NTP se valoran las prestaciones de este tipo de vitrinas, sus ventajas e inconvenientes y se proponen una serie de acciones tendentes a hacer lo más segura posible su utilización teniendo en cuenta lo establecido en las distintas partes de la norma UNE-EN 14175 y las normas AFNOR NF X 15-211:2009. Sorbonne à recirculation y BS 7989:2001. Specification for recirculatory filtration fume cupboards. Aunque alternativamente se denominan también cabinas, se ha mantenido la denominación de vitrina usada en la UNE-EN-14175.

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 utilización de vitrinas de recirculación con filtro en los laboratorios como medida de protección colectiva es una práctica muy habitual, básicamente por la comodidad que presenta su instalación y las posibilidades de una reubicación en función de las necesidades existentes. En la figura 1 se representa un modelo típico de estas cabinas con el filtro situado en la parte superior de la misma. Existen otros modelos con el filtro en la pared posterior; sin embargo el modelo representado suele ser el más habitual. Colocar un equipo de estas características en un laboratorio ya diseñado o en funcionamiento presenta unas importantes ventajas y ahorro de costes. Sin embargo, la utilización indiscriminada y con escaso control de estos equipos, presenta a la vez una serie de inconvenientes, asociados básicamente a la fiabilidad del filtro encargado de la purificación del aire proveniente de la vitrina que va a ser reenviado nuevamente al ambiente del laboratorio.

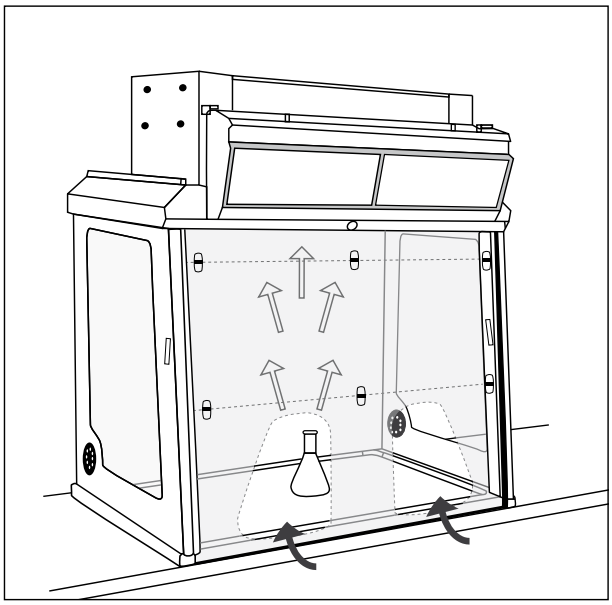


Figura 1. Esquema de una vitrina de recirculación con filtro en la parte superior.

2. VENTAJAS E INCONVENIENTES

En la tabla 1 se resumen las ventajas e inconvenientes de estos equipos.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Reducido coste de instalación	Imposible determinar la vida útil del filtro
No alteran la ventilación general	Riesgo de contaminación por saturación del filtro
No contaminan el medio ambiente exterior	Mantenimiento crítico
Facilidad de reubicación	Su uso no es universal

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de las vitrinas de recirculación con filtro.

3. CONTROL Y MANTENIMIENTO

Las prestaciones de estas vitrinas dependen de un control perfecto de la filtración de los contaminantes, ya que en caso contrario, estos vuelven al aire del laboratorio. Para paliar este inconveniente, las vitrinas de recirculación deben estar sujetas a un procedimiento estricto de control como puede ser la aplicación de la norma francesa NF X 15-211:2009.

Dicha norma define los criterios de prestaciones para las vitrinas de recirculación. En primer lugar, establece las referentes al confinamiento que se deben alcanzar, ensayándose la vitrina según un protocolo (llamado de plano interno) adaptado a las vitrinas de recirculación. Para este ensayo se emplea el trazador habitual (SF_6) cuya concentración medida a nivel de la rejilla de toma de muestras no debe superar 0,1 ppm. Sin embargo, este ensayo no se puede reproducir in situ, como calificación operativa o calificación en la instalación ya que el SF_6 emitido durante el ensayo podría después alterar el funcionamiento correcto del sistema de filtración de la vitrina de circulación. Para paliar este inconveniente, la norma define criterios de prestaciones adicionales relativos a la velocidad del aire en la parte frontal que debe estar comprendida entre 0,4 y 0,6 m/s para las vitrinas de recirculación con la parte frontal fija y ser superior a 0,4 m/s para las vitrinas de recirculación con la parte frontal móvil.

Al revés de lo que ocurre en las vitrinas de extracción, las vitrinas de recirculación dependen poco del entorno de trabajo. La ventilación general, es decir, las extracciones de aire y las aportaciones de aire nuevo al laboratorio, tendrá poco impacto sobre el funcionamiento de estas vitrinas, siempre que se evite cualquier corriente de aire superior a 0,2 m/s a menos de 400 mm de su parte frontal.

4. FILTROS

Para retener los contaminantes generados, las vitrinas de recirculación usan generalmente dos tecnologías complementarias:

- Filtración de agregados moleculares (partículas, fibras).
- Filtración de moléculas de los gases/vapores.

Partículas y fibras

Si se requiere un nivel de filtración de partículas elevado, la norma NF X 15-211 exige que la vitrina esté equipada con un filtro HEPA H14 (HEPA: High Efficiency Particulate Arresting) como mínimo (en cumplimiento de la norma UNE-EN 1822). Estos filtros garantizan una eficacia global como mínimo igual al 99,995% según el método MPPS (Tamaño de Partícula de Mayor Penetración) que permite fijar el tamaño de partícula para el cual la penetración es mayor o, lo que es lo mismo, el tamaño de partícula para la cual la eficacia del filtro es mínima) descrito por la norma. Retienen partículas cuyo diámetro es superior a 0,15 micras.

Por lo tanto, antes de cualquier uso de una vitrina de recirculación para partículas, se debería conocer el diámetro medio de las partículas del producto manipulando para asegurarse de que pueda ser atrapado por el filtro HEPA. Los filtros HEPA también son capaces de captar partículas con un diámetro inferior a 0,15 micras, pero las características de forma y de carga de la superficie de las partículas influirán en la eficacia de la filtración. En este caso, se recomienda realizar ensayos específicos de las prestaciones antes del uso.

La colmatación de los filtros HEPA se traduce por un aumento de su pérdida de carga que se puede diagnosticar midiendo la presión diferencial entre las dos caras del filtro, o indirectamente mediante la observación del impacto del aumento de la pérdida de carga en el régimen de ventilación. Cuando el aumento de la pérdida de carga de los filtros HEPA conlleva un descenso de la velocidad del aire en la parte frontal por debajo de 0,4 m/s, los filtros HEPA deben sustituirse. Cabe señalar que el aumento de la pérdida de carga no tiene un efecto negativo sobre la eficacia de filtración.

Gases/vapores

En este caso, un mecanismo de adsorción retiene a los contaminantes en la superficie del material adsorbente. Aunque el material adsorbente más utilizado es el carbón activado o carbón activo, muchas veces se emplean otros adsorbentes (o combinaciones) que comprenden una variedad de materiales que difieren según su origen, su dureza, su granulometría, su diámetro medio de poro, su tasa de humedad o su contenido de cenizas. A cada aplicación le corresponde un carbón activado específico. En el caso de las vitrinas de recirculación y de las mascarillas de protección respiratoria, los filtros de carbón usados deben poder retener una amplia gama de contaminantes, incluso en gran cantidad, pero también garantizar la ausencia de desorción.

Además de la calidad del material adsorbente usado, la eficacia de los filtros de adsorción también depende del diseño del filtro, de la calidad del relleno, de la distribución del flujo de aire a través del filtro, y del tiempo de contacto entre el contaminante y el filtro.

En el mercado, existe una gran variedad de filtros para vitrinas de recirculación destinados a aplicaciones más o menos específicas, como, por ejemplo: filtros para disolventes orgánicos, filtros para ácidos, filtros para amoniaco y aminas y filtros para formaldehído. Su correcto uso y eficacia exigen conocer con precisión los productos que se van a manipular antes de usarlos.

La norma NF X 15-211 exige una metodología estricta para el ensayo de los filtros estableciendo unos umbrales de eficacia. Los puntos esenciales del ensayo se basan en los principios siguientes:

- La vitrina debe ensayarse en un recinto en el que no haya ninguna renovación del aire. La purificación del aire del recinto se basa entonces en el correcto funcionamiento del dispositivo. En caso de fuga (adsorción insuficiente del filtro), los contaminantes se acumulan en el aire del local, y, en consecuencia, el equipo ensayado es declarado no conforme.
- Durante el funcionamiento normal del dispositivo, ninguna concentración de contaminante debe superar a la salida de los filtros el 1 % del LEP-VLA (Límite de Exposición Profesional – Valor Límite Ambiental) de los productos químicos ensayados.
- Los dispositivos se ensayan con tres productos: isopropanol, ciclohexano y ácido clorhídrico. Se usa el isopropanol y el ciclohexano para comprobar la capacidad de los filtros adsorbentes para retener contaminantes polares y apolares. Durante todo el tiempo del ensayo, estos productos se generan dentro de la vitrina a una concentración igual a 200 ppm. El ácido clorhídrico (HCl) se usa para probar la capacidad de los filtros adsorbentes específicos para retener ácidos. Durante todo el tiempo de la prueba, el HCl se genera en la vitrina de recirculación a una concentración de 50 ppm.

En general, es necesario usar dos tipos de filtros diferentes para responder a las exigencias de filtración de la norma NF X 15-211, aunque ya se hallan en el mercado filtros únicos que han superado ambos ensayos

En la saturación de un filtro de carbón activado no ocurre el fenómeno de la colmatación, sino que esta saturación se traduce en la emisión al aire del contaminante no retenido en el filtro. Por ello, debe realizarse un seguimiento regular de la eficacia del filtro para prevenir cualquier emisión de contaminante en el local de trabajo por encima del valor establecido citado.

Existen varias tecnologías disponibles, desde el método manual con tubos colorimétricos hasta métodos automáticos que permiten un seguimiento de la eficacia de la filtración en tiempo real. Al igual que para los filtros de partículas, el método de seguimiento de los filtros para vapores debe seleccionarse en función de la aplicación realizada en la vitrina. Los métodos de medición continua deben tener prioridad frente a los métodos manuales.

5. MODELOS DE VITRINAS

Las vitrinas se clasifican según el tipo de filtro y según el nivel de seguridad.

Según el tipo de filtro se clasifican en tipo P (para partículas), tipo V (para vapores) y tipo PV (para partículas y vapores).

En cuanto a nivel de seguridad, existen dos clases de vitrinas de recirculación:

- Vitrinas de recirculación de clase 1 con garantía de seguridad: disponen de un sistema de detección continuo de saturación de los filtros, un filtro de vapores principal y un filtro de seguridad. El detector se halla situado entre el filtro principal y el de seguridad.
- Vitrinas de recirculación de clase 2 sin garantía de seguridad: disponen de un filtro principal y de una alarma/reloj que recuerda la necesidad de comprobar la eficacia de los filtros cada 60 horas de uso. En este caso, el control de los filtros se hace a través de un puerto de toma de muestras conectado a la salida de los filtros. Se pueden usar tubos colorimétricos o detectores de fotoionización.

Por lo tanto, desde el punto de vista de que se trata de un equipo de protección colectiva se recomienda preferentemente el uso de vitrinas de clase 1 a las de clase 2. Para los dispositivos de clase 1, cuando el detector integrado detecta la saturación del filtro principal, el usuario dispone de un tiempo de uso seguro, gracias a la existencia del filtro de seguridad, hasta que se sustituye el filtro principal agotado.

6. RECOMENDACIONES

Antes de cualquier adquisición de una vitrina de recirculación, se recomienda asegurarse de la conformidad del producto con la norma NF X 15-211 o cualquiera que trate de las condiciones de trabajo en este tipo de instalaciones. El primer punto pasa por la capacidad del fabricante para suministrar:

- Informes de prueba detallados.
- La lista de los productos químicos retenidos por el filtro, incluyendo la capacidad de retención del filtro adecuado, el método de detección de la saturación de los filtros recomendado y el LEP-VLA del producto químico.
- Un manual de utilización lo más detallado posible.

La principal limitación de las vitrinas de recirculación es que la velocidad de saturación de los filtros depende de las cantidades de productos generados en el recinto de trabajo. Las aplicaciones con gran evaporación pueden requerir cambiar con frecuencia los filtros o tener que recurrir a vitrinas con salida al exterior. Para que el ahorro energético del dispositivo no se compense con el presupuesto dedicado a la sustitución de los filtros, se recomienda optar por vitrinas de recirculación cuando la vida útil del filtro supera los seis meses.

En general, un estudio previo de las necesidades del usuario por parte del fabricante de la vitrina de recirculación debe permitir determinar el dispositivo más adaptado y evaluar los costes de funcionamiento asociados (incluida la sustitución de los filtros).

Antes de elegir una vitrina de laboratorio, se recomienda hacer un análisis exhaustivo de las necesidades y tener claro el impacto de la selección realizada sobre la eficacia para obtener un aire limpio en el área donde se va a ubicar la vitrina.

Debe tenerse especialmente en cuenta:

- La naturaleza de los productos químicos potencialmente usados en la vitrina
- Las especificaciones relativas a la seguridad y a las condiciones de trabajo
- Las dimensiones del puesto de trabajo
- El flujo de aire necesario para la vitrina
- La descripción del local en el que se instalará la vitrina, incluyendo el sistema de ventilación y las puertas y ventanas existentes.
- Las restricciones del entorno (nivel de ruido, exigencias de calidad de aire, sistemas de protección contraincendios).

Para definir de la mejor forma la necesidad del usuario, el fabricante suele ser el más cualificado y podrá asesorar en muchos casos sobre la mejor forma para instalar la vitrina.

BIBLIOGRAFÍA

AFNOR NF X 15-211 2009.
Sorbonne à recirculation
BS 7989:2001. Specification for recirculatory filtration fume cupboards

ERLAB®. CATÁLOGO CAPTAIR®

UNE-EN 14175 (1-7) 2003-2012. Vitrinas de gases

UNE-EN 1822 (1-5):2010. Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA)

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.056

PRIMA-EF: marco europeo para la gestión del riesgo psicosocial

PRIMA-EF: European framework for psychosocial risk management
PRIMA-EF: Cadre européen pour la gestion du risque psychosocial

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Sofía Vega Martínez
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

La presente Nota Técnica continúa la serie iniciada con la 860, destinada a recopilar recomendaciones prácticas a la hora de hacer intervención psicosocial en las organizaciones. En este caso se presentan los materiales del Proyecto europeo PRIMA-EF. En concreto, un recurso específicamente dirigido a los dos actores principales en el seno de la empresa: ***la Guía para empresarios y representantes de los trabajadores****.*

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 siglas PRIMA-EF corresponden a Psychosocial Risk Management-Excellence Framework. Se trata de un consorcio liderado por el Institute of Work, Health & Organisations (I-WHO) británico, vinculado a la Universidad de Nottingham. Participan además el departamento de Diálogo Social de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el área de Salud Laboral de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los organismos técnicos estatales en materia de salud laboral de cinco países (Alemania, Italia, Holanda, Polonia y Finlandia). Su objetivo consiste en proporcionar un marco de actuación para promocionar políticas y prácticas de gestión del riesgo psicosocial en la Unión Europea (UE), un marco que permita la traducción de la política y el conocimiento a la práctica efectiva en los lugares de trabajo.

La iniciativa surge en el año 2004, cuando los datos europeos mostraban ya una alta prevalencia de exposición a los riesgos psicosociales y un incremento de los problemas de estrés laboral, violencia y acoso. En ese contexto se observa también una falta de uso consistente de conceptos como el estrés (que puede ser visto a la vez como un efecto y una exposición), diferentes percepciones sobre las causas de las problemáticas psicosociales entre los distintos agentes y cierta incertidumbre sobre cómo evaluar sistemáticamente estos riesgos a pesar de las guías de actuación existentes. Por otro lado, aunque no hay acuerdo entre los distintos actores sobre cuál sería el nivel de legislación necesario, existe una tendencia a favor de enfoques de actuación combinados que incluyen el marco legal, basado en la evidencia y complementado con enfoques voluntarios que van más allá de lo legislado.

En Europa, los investigadores, profesionales, agentes sociales, órganos de la administración y empresas difieren en cuanto al nivel de conocimiento y concienciación sobre estos temas. La iniciativa promueve e intenta establecer un marco unificado que identifique los aspectos comunes y principios de buena práctica que puedan ser utilizados en toda la UE.

Otra característica es que el marco de actuación europeo que se pretende ofrecer debe contemplar las diferencias culturales, legislativas, de recursos y capacidades y de otro tipo, que existen entre países. Pero precisamente porque Europa cuenta ya con un importante conocimiento y acumula experiencia en modelos de buena práctica en la gestión de este tipo de riesgos laborales, se decidió tomar este marco de actuación (PRIMA-EF) como punto de partida para, en un futuro, extender el modelo al ámbito extracomunitario.

En la actualidad cuenta con diversos productos y aplicaciones, que van desde las guías de actuación a programas de formación práctica, pasando por las recopilaciones de buenas prácticas o la normalización, todos ellos accesibles a través de su **web corporativa**. Sus destinatarios potenciales son empresarios, trabajadores, sindicatos, expertos técnicos y responsables de políticas, por lo que numerosas organizaciones europeas vinculadas a estos actores han colaborado en diversas actividades del PRIMA-EF. Otra de las futuras aplicaciones que el proyecto prevé es la de contribuir a unificar terminología y enfoques de gestión, como base para desarrollar una Norma Europea sobre el tema.

Existen retos específicos tanto a nivel macro como a nivel de empresa; el proyecto aborda ambos. En el plano nacional y de la UE, el reto es traducir las políticas existentes a prácticas eficaces mediante la elaboración de herramientas que estimulen y proporcionen apoyo a las empresas en la tarea de prevenir y controlar los riesgos psicosociales. Pretende cubrir también la necesidad de las organizaciones de disponer de políticas sistemáticas y eficaces para realizar esa tarea. Ambos retos requieren de un marco de actuación que ponga en relación los dos ámbitos y destaque los aspectos clave y la filosofía que subyacen en una buena gestión de estos riesgos.

La intención es que la adopción de este marco a nivel nacional, internacional y de empresa no solamente contribuya a la protección de la salud y promoción del bienestar en la empresa, sino que sea sinónimo de promoción de la productividad y de la calidad de vida para la sociedad europea en su conjunto.

2. UN MARCO EUROPEO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO PSICOSOCIAL

El proyecto se ha construido partiendo del análisis teórico de los procesos de gestión del riesgo (identificando los elementos clave en su lógica de funcionamiento y filosofía, estrategia y procedimientos, áreas y tipos de medidas) y del análisis de los enfoques típicos de gestión del riesgo empleados en la UE. Se pretendía revisar el estado actual de la cuestión identificando necesidades, tanto en el plano político como en la práctica, y proporcionando recomendaciones al respecto.

El modelo incluye como problemáticas psicosociales el estrés, la violencia y el acoso, entendiéndolos como fenómenos multifactoriales que suelen ser consecuencia de un pobre entorno psicosocial, y suponen exposiciones psicosociales con el potencial de causar importante daño psicológico.

Los materiales se dirigen tanto a la actuación a niveles macro (políticas de ámbito nacional e internacional) como a la intervención en las empresas. Dado el formato y objetivo de las Notas Técnicas de Prevención, se han seleccionado los contenidos más útiles para gestionar el riesgo psicosocial desde la empresa. Se incluyen contenidos relativos a las fases de actuación, aspectos clave para la gestión, y directrices de buena práctica.

La *Guía para empresarios y representantes de los trabajadores* y los materiales complementarios como las *Fichas orientativas (Guidance y Guidance Sheets,* respectivamente; ver bibliografía) pueden ser utilizados por las empresas como base para desarrollar políticas, indicadores y planes de acción para prevenir el estrés, el acoso y la violencia en el trabajo. Ofrecen un marco de buenas prácticas para guiar el diseño, ejecución y evaluación de las intervenciones. Identifican los aspectos clave y proporcionan orientación sobre ellos, lo que ayudará a empresarios y representantes de los trabajadores a actuar de manera efectiva sobre los riesgos psicosociales en el trabajo.

PRIMA consiste en una estrategia práctica de resolución de problemas, sistemática y basada en la evidencia. El modelo se construye a partir de cuatro elementos necesarios:

- Evidencia científica.
- Marco legal.
- Directrices y guías de actuación.
- Consenso, basado en el diálogo social.

Elementos clave

PRIMA-EF se ha elaborado partiendo de la revisión, análisis crítico y armonización de lo ya existente y con validez contrastada en la gestión de los riesgos psicosociales y la promoción de la salud mental, de la seguridad y salud en el trabajo y de otros enfoques. La revisión de modelos de buenas prácticas en la gestión del riesgo psicosocial en Europa ha identificado una serie de aspectos clave que se han incorporado al modelo.

En primer lugar, la Guía destaca que una buena gestión del riesgo psicosocial es sinónimo de buen negocio. Las buenas prácticas en la gestión psicosocial reflejan buenas prácticas en gestión de la organización, aprendizaje, desarrollo, responsabilidad social y promoción de la calidad de vida en el trabajo. Y todo eso conduce a mayor productividad y calidad del producto o servicio.

Por otro lado, se trata de una estrategia práctica de resolución de problemas, sistemática e informada por la evidencia. Es un proceso continuo, que debe formar parte de las actividades habituales de la empresa. No existen soluciones estándar ni rápidas: el carácter multifactorial de este tipo de necesidades hace muy útil el "traje a medida" a la hora de diseñar y aplicar las acciones preventivas.

La gestión de los riesgos psicosociales está estrechamente relacionada con la manera en que el trabajo se organiza y se lleva a cabo. Como consecuencia, directivos y trabajadores, como responsables de que el trabajo se realice, son siempre los actores más relevantes. Es muy importante que esos protagonistas (directivos, trabajadores y sus representantes) se apropien del proceso de gestión del riesgo, que lo hagan suyo y se sientan sus dueños. Los proveedores externos de servicios son a veces necesarios, pero no debe externalizarse en ellos la "propiedad" del proceso.

Contextualizar y adaptar el proceso facilita el impacto práctico de las intervenciones y ayuda a hacer efectivos los planes de acción. Cuando se planifica la evaluación y gestión de los riesgos psicosociales en una organización deben tomarse numerosas decisiones, en las que conviene tener en cuenta el tamaño de la empresa, el sector, las características de la plantilla o el contexto macro (socioeconómico, etc.).

Se trata de prácticas basadas en la evidencia (*evidence-informed practices*). Lo más importante es que las soluciones elegidas resulten adecuadas para los objetivos. Para ello, los problemas deben ser analizados mediante una evaluación de riesgos rigurosa, que proporcione una cantidad de información razonable lo suficientemente buena en términos de consenso práctico y evidencia disponible como para permitir que empresarios y trabajadores avancen en la solución de los problemas y cumplan con sus obligaciones legales. La evidencia científica es importante, pero debe buscarse también un equilibrio entre el conocimiento que ofrece y la practicidad que requiere, por ejemplo, su aplicación en una microempresa.

El enfoque participativo y diálogo social (ver tabla 1) es uno de los puntos clave de la Guía. El modelo de gestión debe involucrar a todos los actores en la prevención de los riesgos psicosociales, y no solo exigirles que cambien sus percepciones o su conducta. La inclusión de todas las partes en el proceso puede aumentar su participación, reducir barreras al cambio y proporcionar los primeros pasos para la prevención. Muchas de las medidas necesarias para reducir los riesgos psicosociales en su origen implican aplicar buenas prácticas de gestión de personas, o actividades de desarrollo organizacional. Para que estos cambios sean efectivos, las personas implicadas en ellos deben sentirse plenamente comprometidas con el proceso de intervención que se está desarrollando en la empresa.

• El modelo de gestión de riesgo psicosocial utilizado debe involucrar a todos los actores en la prevención de los riesgos psicosociales, y no limitarse a exigirles que cambien sus percepciones o su conducta.
• En los buenos modelos de gestión de riesgo psicosocial, es reconocida la validez de la experiencia que los trabajadores tienen sobre su trabajo.
• Externalizar la propiedad en los proveedores de servicios es un factor de fracaso.

Tabla 1. Enfoque participativo y diálogo social: aspectos clave

Son necesarios diferentes niveles de intervención, siempre con el foco puesto en la actuación sobre las fuentes de riesgo, combinadas con acciones dirigidas al individuo cuando sea pertinente.

El modelo afirma que proteger la salud psicosocial de las personas va más allá de cumplir la legislación. Es una cuestión ética y entraría en el ámbito de la RSC[1], por lo que habría que buscar la sinergia con este tipo de enfoques voluntarios en aquellas organizaciones donde se hayan implantado este tipo de programas.

Por último, se plantean una serie de capacidades necesarias, a nivel macro y de empresa, que condicionan el éxito de las prácticas de gestión de riesgo psicosocial, y que convendría asegurar en la empresa. A tener en cuenta, como mínimo: el conocimiento disponible sobre el tema por parte de los actores clave, la disponibilidad de información fiable para tomar decisiones, disponer de herramientas y métodos fáciles de utilizar, contar con estructuras de apoyo competentes (expertos, asesores, investigadores, instituciones).

3. ETAPAS DEL MODELO PRIMA

Los cinco elementos que incorpora la gestión del riesgo psicosocial, siguiendo el conocido *Ciclo de Deming (P-D-C-A)*[2], son:

1. Centrarse en un colectivo, puesto o tareas concretas.
2. Evaluación de los riesgos para entender la naturaleza del problema y las causas subyacentes.
3. Diseño e implementación de acciones dirigidas a eliminar/reducir el riesgo.
4. Evaluación de las acciones.
5. Gestión activa y cuidadosa de todo el proceso.

Los cinco aspectos son relevantes tanto a nivel de empresa como a nivel macro. Partiendo de ese proceso de mejora continua, el modelo se organiza en siete etapas y responde a la lógica de la gestión del riesgo, que dimana del marco legal vigente en salud laboral (ver figura 1).

Evaluación del riesgo

Se trata de un elemento central en cualquier proceso de gestión de riesgos. Debe proporcionar evidencia suficientemente apropiada para iniciar el debate sobre los riesgos psicosociales, y proveer una base informada para gestionar estos problemas mediante un plan de acción.

Aporta información sobre los factores de riesgo, que deben ser identificados y cuantificados. También sobre los posibles daños asociados a los peligros psicosociales, recopilados tanto a través de la propia evaluación del riesgo como de otros tipos de registro disponibles en las empresas. Deben priorizarse los factores de riesgo en términos de naturaleza del peligro o del daño que genera, la solidez de la relación entre uno y otro, o el tamaño del grupo afectado.

Revisión de las prácticas ya existentes

Antes de definir un plan de acción, debería realizarse una revisión, análisis y evaluación crítica de las prácticas de gestión del riesgo psicosocial ya existentes, de las medidas preventivas y de las medidas de apoyo dirigidas a los empleados ya expuestos y/o afectados. Esta información, junto con la proveniente de la evaluación de riesgos, servirá para definir un plan de acción.

Desarrollo de un plan de acción

Cuando la naturaleza de los problemas y sus causas son suficientemente conocidas, debe desarrollarse un plan de acción práctico y razonable que incluya las siguientes cuestiones: a quiénes va dirigido, qué medidas o acciones se implementarán, quiénes son los responsables de ponerlo en práctica, quiénes estarán implicados en su desarrollo, en qué plazos, cuáles son los recursos necesarios, los beneficios y logros esperados y los indicadores para medirlos, cómo se evaluará el plan y sus efectos.

Los implicados en la elaboración del plan de acción debaten y analizan los resultados de la evaluación de riesgos, ampliando su conocimiento de los problemas identificados y sus causas principales. El contenido de las acciones debe centrarse en las medidas colectivas y complementarse, cuando sea necesario, con acciones dirigidas a los individuos.

Implementación del plan de acción

Es la etapa crucial para la reducción del riesgo. Se pone el acento en la necesidad de que esa implementación sea cuidadosamente gestionada. La aplicación del plan de acción debe ser sistemáticamente monitorizada, registrada y examinada, para identificar si es necesaria alguna acción correctora así como la previsión para su evaluación.

Que directivos y trabajadores sientan el proceso como propio y participen activamente en él es esencial para que el plan de acción se lleve a cabo, y para aumentar la probabilidad de éxito del mismo.

Evaluación del plan de acción

Resulta esencial evaluar cómo y en qué aspectos ha funcionado el plan de acción. Esto hace referencia tanto al propio proceso de ejecución como a los resultados obtenidos. Deben considerarse diferentes tipos de indicadores y habrá que extraer información desde las distintas perspectivas relevantes en la organización (trabajadores, directivos, expertos en salud laboral).

Evaluar el plan de acción permite reevaluar el problema original y el proceso de gestión del riesgo en su conjunto, así como también proporcionar *feed-back* sobre los resultados. Entendida de ese modo, la re-evaluación supone una oportunidad para el aprendizaje organizacional, estableciendo las bases para un proceso de mejora continua, que se repite periódicamente.

Analizar y evaluar no sólo los resultados, sino también el proceso, el cómo se intervine sobre estos asuntos, permite identificar factores de éxito y limitaciones que resultan muy útiles para el "proceso de aprendizaje social".

Aprendizaje organizacional

El enfoque a largo plazo permite usar la evaluación de la intervención como un proceso de continua mejora, como base para compartir y discutir puntos de aprendizaje que puedan usarse en futuras actividades de gestión del riesgo, pero también en el rediseño de la organización y los puestos de trabajo.

Esos "aprendizajes" deben ser discutidos y compartidos en reuniones de trabajo y en los espacios de diálogo social en la empresa, y deben darse a conocer a amplios sectores de la organización.

1. *Responsabilidad Social Corporativa*
2. *Ciclo de la mejora continua: Plan-Do-Check-Act, también conocido como "Ciclo de Deming"*

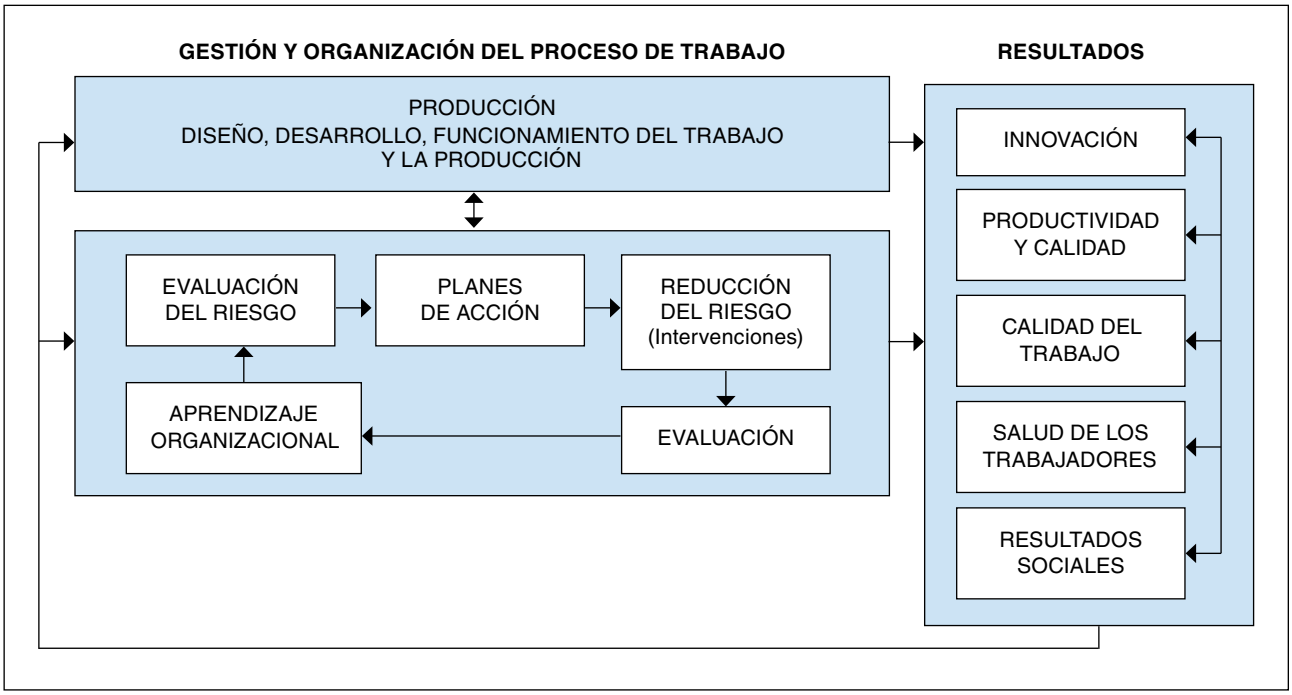


Figura 1. PRIMA-EF. Modelo marco para la gestión de riesgo psicosocial a nivel de empresa

Resultados del proceso de gestión de riesgos

Habla de la necesidad de identificar y registrar indicadores de resultados que objetiven la intervención. Conocer los resultados de un proceso de gestión de riesgos es una importante entrada para el proceso continuo de evaluación de riesgos.

Según este modelo, gestionar los riesgos psicosociales puede contribuir a:

- Reducir el coste del absentismo, los errores o los accidentes y, por tanto, incrementar la producción.
- Reducir el coste de los tratamientos médicos y las primas de seguros y responsabilidades.
- Mejorar los procesos de trabajo y comunicación, promocionando la eficacia y eficiencia en el trabajo.
- Aumentar el atractivo de la organización de cara a sus empleados y clientes, que la ven como un buen empleador.
- Desarrollar una cultura corporativa orientada al futuro, innovadora y responsable.
- Promoción de la salud y el bienestar en la empresa, y en el ámbito comunitario en sentido amplio.

Sería conveniente, por tanto, definir indicadores para este tipo de resultados, así como también indicadores del proceso.

Puesto que gestionar riesgos psicosociales no es una actividad aislada, sino parte de un ciclo continuo, requiere una orientación a largo plazo y compromiso por parte de la dirección. A menudo se desarrollará en periodos anuales.

4. DIRECTRICES DE BUENA PRÁCTICA

Existe un importante grado de convergencia y acuerdo sobre cuáles son los criterios de buena práctica que buscan prevenir o gestionar el estrés laboral, la violencia y el acoso. Sin embargo, sigue habiendo lagunas en el conocimiento y sobre la base de evidencia que los profesionales utilizan para guiar la traslación de la investigación a la práctica efectiva.

El PRIMA-EF identifica aspectos clave y principios de buenas prácticas para las estrategias de prevención y gestión del riesgo psicosocial. Hacen referencia a tres elementos, que son los siguientes:

Contenido de la intervención: elementos clave

El contenido de la intervención (enfoque, herramientas e implementación) debería fundamentarse en la "práctica basada en la evidencia". Las necesidades deben identificarse mediante una adecuada evaluación de los riesgos. Los programas que se aplican deben estar fundamentados en los resultados de eficacia de los estudios evaluativos, es decir, en la evidencia científica.

Los componentes y herramientas de la intervención deben ser adaptados y a medida del sector ocupacional, y satisfacer las necesidades únicas de cada organización.

La intervención debe diseñarse para ser implementada de modo sistemático, en un enfoque paso a paso, con un fin, unos objetivos y una estrategia de ejecución claramente definidos.

Contexto de la intervención: implementación exitosa

Es fundamental sensibilizar y educar a directivos y trabajadores en las causas y consecuencias del estrés laboral. Se recomienda proporcionar formación adecuada para directivos y trabajadores en conocimiento, competencias y habilidades para una prevención y gestión continuas del riesgo psicosocial en el lugar de trabajo.

Los objetivos y relevancia de la intervención deben ser claramente entendidos y aceptados tanto por la dirección como por los trabajadores.

Se necesita el apoyo y compromiso general de la organización (una de sus manifestaciones es, por ejemplo, la asignación de recursos). También es determinante la participación activa de la dirección a lo largo de las fases de intervención.

Los trabajadores deben participar activamente y

ser consultados sobre el desarrollo de la estrategia de intervención.

Debe haber una comunicación activa y continuada entre los actores clave en el proceso de intervención (directivos, trabajadores, expertos en prevención, médicos del trabajo, sindicatos, etc.).

Evaluación de la intervención: eficacia y mantenimiento de los resultados

Desarrollar una estrategia de evaluación relacionada con los objetivos establecidos y los problemas identificados.

Pueden utilizarse diversas técnicas para evaluar la intervención (entrevistas, grupos de discusión, etc.), dependiendo del tamaño y los recursos disponibles en la organización.

Deben evaluarse sistemáticamente, mediante el seguimiento continuado del proceso y en diferentes momentos temporales, el impacto de la intervención y su eficacia en el bienestar de los trabajadores y en resultados organizacionales (productividad, absentismo, etc.).

La calidad y eficacia del proceso de implementación también deben ser sistemáticamente evaluadas.

Debe evaluarse el impacto de la intervención entre diferentes grupos (puesto de trabajo, departamento, sexo, etc.) con objeto de identificar, y a su vez abordar, los efectos diferenciales de la intervención.

Factores clave para el éxito de las estrategias de intervención

- Predisposición *versus* resistencia de la organización frente al cambio, que impacta en el éxito y eficacia de las intervenciones. Por ello es importante desarrollar y conservar el compromiso y apoyo organizacional desde el principio, y a lo largo de todo el proceso de intervención.
- Estrategia de intervención realista. Abordar todas las necesidades identificadas en la evaluación de riesgos psicosociales puede resultar complicado, muy costoso a nivel de recursos, y generar escasas posibilidades de éxito. La estrategia de intervención debería abordar soluciones factibles, que puedan ser incorporadas en la actividad cotidiana de la empresa, facilitando así la aplicación exitosa de otras acciones a largo plazo.
- Estrategias de intervención integrales, que incorporen acciones preventivas a tres niveles de actuación: de carácter primario, dirigidas a actuar sobre las causas raíz de la exposición a los factores de riesgo; de carácter secundario, proporcionando formación y recursos a mandos y trabajadores para afrontar los riesgos, y por último, de tipo terciario, para gestionar y reducir los efectos a las personas ya expuestas.
- Apoyo a la mejora continua, de modo que la actuación sobre los riesgos psicosociales no se conciba como actividades aisladas o esporádicas, sino como algo incorporado a la dinámica cotidiana de la empresa.

5. ELABORAR UN DOCUMENTO DE POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO PSICOSOCIAL

La Guía incluye un apartado que puede ser útil para aquellas empresas que quieran establecer, por escrito, una política de prevención del riesgo psicosocial. A menudo este se considera el primer paso cuando se pretende prevenir el estrés y otros efectos perjudiciales de la exposición a factores de riesgo psicosocial. Sin embargo, no es suficiente con desarrollar políticas de gestión del riesgo psicosocial. Las organizaciones deben desarrollar y supervisar prácticas en línea con esas políticas para que resulten exitosas. Lo más importante es que esta política de empresa se traslade a la práctica y sea sistemáticamente evaluada. En este caso, la política sería uno más de los pasos del proceso de gestión del riesgo psicosocial.

Una política de empresa debe presentar un mensaje claro para el conjunto de la plantilla, los actores clave, los accionistas, etc., sobre la voluntad y determinación de la organización en reconocer la importancia de esta problemática y tomar en serio su abordaje.

Debe comenzar con una clara declaración de intenciones respecto al compromiso con la prevención del estrés / la violencia/el acoso, la gestión de los riesgos psicosociales y la salud mental de todos los empleados.

Como cualquier otra etapa en la gestión del riesgo psicosocial, un documento de política funcionará mejor si se desarrolla mediante un proceso consultivo y activamente participativo con los actores clave, y con el apoyo necesario de expertos en prevención. Se pone especial énfasis en este requisito cuando se trata de elaborar códigos de conducta y políticas de actuación frente al acoso y la violencia.

Los materiales del PRIMA-EF incluyen recomendaciones prácticas para elaborar políticas de prevención del estrés laboral, así como para desarrollar políticas y códigos de conducta para la gestión de la violencia y el acoso. En cualquiera de los dos casos, debe contemplarse una serie de aspectos básicos, que se resumen en la tabla 2. Se incluye una lista no exhaustiva de contenidos que deberían formar parte de ese documento, y que pueden ser útiles a modo de sugerencia para aquellas empresas interesadas en elaborar su propia política.

Es importante que la política refleje la cultura y formas de acción de cada organización. Partiendo de estos aspectos estándar, el contenido del documento deberá ser desarrollado específicamente en cada empresa.

- Compromiso explícito de abordar este tipo de riesgos.
- Definición de conceptos clave (riesgo psicosocial, estrés laboral, acoso, etc.) para evitar malentendidos.
- Enunciar con concreción la meta y objetivos perseguidos, y su relación con la normativa en salud laboral.
- Clarificar la aplicación y uso de la política.
- Relación con otras políticas y prácticas vigentes en la organización, de PRL[1] y otros tipos (RRHH[2], RSC, etc.).
- Forma de ponerla en práctica sobre la base de las etapas clave y los principios de gestión del riesgo psicosocial (evaluación del riesgo, investigación de casos, planificación de acciones, mecanismos y espacios de participación, etc.).
- Detalles de su aplicación, incluyendo responsabilidades de los agentes clave, forma y periodicidad de evaluación.
- Procedimientos de información y distribución eficaz del contenido de la política a toda la plantilla.
- Actividades de sensibilización para los agentes clave implicados en su aplicación.
- Personas y procedimientos de contacto.
- Cualquier aspecto ético relevante para la aplicación de la política.

1. Prevención de Riesgos Laborales.
2. Recursos Humanos.

Tabla 2. Contenidos de un documento de política de gestión del riesgo psicosocial

BIBLIOGRAFÍA

LEKA, S. ET AL.
Towards the development of a European Framework for Psychosocial Risk Management at the workplace. I-WHO, 2008.
Accesible en: http://www.prima-ef.org/uploads/1/1/0/2/11022736/saltsa_book_web.pdf

LEKA, S., COX, T. (EDS.).
PRIMA-EF. Guidance on the European Framework for Psychosocial Risk Management. A resource for employers and worker representatives. Protecting Workers' Health Series: 9. WHO, 2008.
Accesible en: http://www.prima-ef.org/uploads/1/1/0/2/11022736/prima-ef_brochure_english.pdf

LEKA, S., COX, T. (EDS.).
The European Framework for Psychosocial Risk Management: PRIMA-EF. I-WHO, 2008.
Accesible en: http://www.prima-ef.org/uploads/1/1/0/2/11022736/prima-ef_ebook.pdf

PRIMA-EF GUIDANCE SHEETS.
Accessible en: http://www.prima-ef.org/prima-ef-guidance-sheets.html

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.057

Infraestructuras ferroviarias: instalaciones de electrificación, señalización y comunicaciones. Seguridad

Railway infrastructures: Electrification, signalisation and communication installations. Safety
Infrastructures ferroviaires: Installations d'électrification, signalisation et communications. Sécurité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

Alfonso Argüeso López
COMSA-EMTE

La presente Nota Técnica de Prevención es la tercera de una serie destinada a la prevención de riesgos laborales en las actividades de construcción y mantenimiento de Infraestructuras Ferroviarias.
No se incluyen en este documento las operaciones que pudiesen requerir trabajos en presencia de elementos en tensión (trabajos en tensión). Asimismo para consultar las medidas de prevención y protección para trabajos en proximidad con riesgo eléctrico consultar la NTP-958 Infraestructuras ferroviarias – Mantenimiento preventivo.

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. OBJETIVO

El objetivo de esta NTP es describir las principales actividades de ejecución de las instalaciones de electrificación, señalización y comunicaciones ferroviarias, así como establecer las condiciones de seguridad y salud aplicables a la realización de dichos trabajos. Para ello se describen los principales procesos de ejecución de dichas instalaciones, los riesgos y factores de riesgo, las medidas de prevención y protección y los equipos de protección individual (EPI).

2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ELECTRIFICACIÓN, SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIONES

Instalaciones de electrificación ferroviaria

Los principales componentes de los sistemas de electrificación ferroviaria son los siguientes:

- Subestaciones eléctricas de tracción. En las mismas está situado el parque de tracción formado por transformadores, rectificadores (si la tensión es en corriente continua), transformador eléctrico monofásico (trafo) de servicios auxiliares y equipos de mando, control y protección. En las subestaciones se encuentran los "*feeders*" que parten del parque exterior de tracción para alimentar a la catenaria y donde llegan los cables del otro polo de corriente de tracción que provienen directamente de los carriles.
- Línea aérea de contacto (catenaria).
- Feeder de alimentación. Conductor eléctrico que une la subestación con la línea aérea de contacto para garantizar la alimentación del sistema.

En función del tipo de instalación ferroviaria, existen líneas aéreas de contacto flexibles (ferrocarril convencional y tranvía) o rígidas (metro), siendo la más habitual la instalación flexible o también denominada catenaria que es la que se desarrolla en el presente documento.

La línea aérea de contacto flexible o catenaria es el conductor que se monta sobre la vía del ferrocarril con el objeto de permitir alimentar eléctricamente al material rodante ferroviario. Igualmente, se incluyen dentro de la definición de catenaria el resto de elementos necesarios de la instalación, como pueden ser los postes de sujeción, herrajes, aisladores, seccionadores, pórticos, etc.

El hilo de contacto de la catenaria está formado por conductores de cobre o aleación cobre-magnesio (Cu-Mg) de secciones hasta 150 mm^2 y cuya tensión de alimentación es de 25.000 KV - 50 Hz de corriente alterna, para el caso de trenes de Alta Velocidad, o de 3.000 V en corriente continua en caso de líneas convencionales de ferrocarril. Ver figuras 1 y 2.

Figura 1. Línea aérea de contacto en vía convencional.

Figura 2. Línea aérea de contacto en vía AVE.

Sobre el techo de los vehículos ferroviarios se instala un componente denominado pantógrafo, en contacto directo con el conductor que permite mediante rozamiento la toma de corriente eléctrica desde la catenaria hasta el motor del vehículo.

Instalaciones de señalización y comunicaciones

Los sistemas de señalización y comunicaciones son los elementos situados a lo largo de la vía destinados a transmitir una indicación al maquinista o para garantizar la realización de una maniobra sobre la vía. Están formados básicamente por:

- Carteles o señales fijas.
- Instalaciones semafóricas.
- Instalaciones luminosas, balizas de transmisión y sistemas de comunicación.
- Aparatos de vía, desvíos, motores de aguja y cerrojos.
- Circuitos de vía que permiten la comunicación tren-tierra.

Generalmente las instalaciones eléctricas de señalización y comunicaciones están alimentadas por una corriente alterna monofásica de 2.200 V con 50 Hz de frecuencia. Los dos conductores de esta instalación suelen recorrer las líneas férreas sujetos a los postes de electrificación o mediante cables subterráneos. En función del tipo de instalación, existen conductores eléctricos y de fibra óptica. Ver figura 3.

Figura 3. Instalaciones de señalización y de comunicaciones ferroviarias.

3. OPERACIONES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ELECTRIFICACIÓN, SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIONES

La ejecución de instalaciones ferroviarias requiere una serie de operaciones diversas en función del tipo de vía sobre la que se vaya a realizar el trabajo así como del tipo de tecnología. Para realizar estos trabajos es imprescindible la utilización de diferentes tipos de maquinaria de obra civil (retroexcavadora, hormigonera, máquina pilotadora, grúa, etc.), maquinaria pesada ferroviaria (tren de tendido de catenaria, ferrocamión bivial, etc.), pequeña maquinaria manual (llaves dinamométricas, elementos de tracción manual, herramientas de corte, herramientas manuales, etc.), así como con el apoyo necesario de operarios de vías férreas.

Las operaciones de ejecución de instalaciones ferroviarias pueden variar en función del tipo de infraestructura ferroviaria (líneas convencionales, líneas de alta velocidad, metro, tranvía, etc.) debido a diferentes variables tales como: el tipo de circulaciones ferroviarias, la normativa específica de cada organismo gestor ferroviario, diversidad de tecnología utilizada, etc.

A continuación se enumeran las principales operaciones de ejecución de instalaciones ferroviarias, desarrollando en mayor medida aquellas actividades de mayor interés desde el punto de vista preventivo:

Ejecución de macizos de postes y apoyos

La ejecución de macizos de postes conlleva la realización de una excavación de profundidad variable mediante una máquina excavadora dotada de un útil helicoidal de vaciado o bien mediante una máquina pilotadora. Una vez finalizada la excavación es necesario ejecutar el macizo mediante hormigón armado. En el caso de apoyos situados sobre viaductos, el anclaje de los postes se realiza mediante elementos metálicos con tornillería. Ver figura 4.

Figura 4. Ejecución de macizos

Colocación de postes y pórticos

La colocación de postes requiere la descarga del apoyo metálico mediante una grúa y su posicionamiento vertical sobre el macizo. En caso de ser necesaria la instalación de pórticos entre postes, el proceso de colocación requiere igualmente el empleo de una grúa o similar. Ver figuras 5 y 6.

Atirantado de postes y montaje de equipos de compensación

Para garantizar la necesaria estabilidad mecánica a la catenaria así como para permitir su dilatación térmica se utilizan sistemas de compensación y atirantado formados por tirantes metálicos, contrapesos, poleas y elementos multiplicadores. Su instalación se realiza mediante grúas y/o ferrocamiones biviales dotados de una plataforma de trabajo en altura. Ver figura 7.

Figura 5. Colocación de poste.

Figura 6. Colocación de pórtico.

Figura 7. Montaje de un equipo de compensación.

Montaje de ménsulas y aisladores

El montaje de ménsulas y aisladores es realizado sobre los postes previamente colocados. Su instalación se realiza mediante ferrocamiones biviales dotados de una plataforma de trabajo en altura. Ver figuras 8 y 9.

Figura 8. Montaje de ménsulas.

Figura 9. Montaje de aisladores.

Tendido de conductores aéreos

Esta operación es realizada utilizando trenes de tendido de conductor, generalmente formados por una máquina de tracción (locomotora, locotractor o similar) y una composición a base de plataformas sobre las que se sitúan las bobinas de conductor y los equipos mecánicos de tendido. Adicionalmente es necesario utilizar camiones ferroviarios con plataforma para trabajos en altura. Ver figura 10.

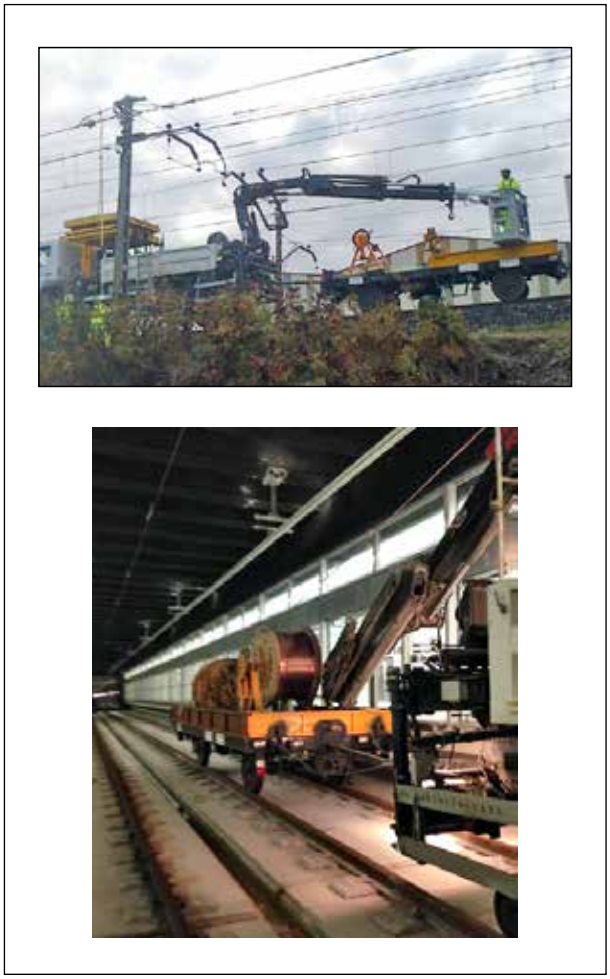


Figura 10. Tendido de conductores.

Ejecución de otras instalaciones

La ejecución de las instalaciones de armarios eléctricos, instalación de balizas, juntas inductivas, etc., son realizadas mediante operaciones manuales y pequeña maquinaria debido al reducido volumen de dichos componentes. Ver figura 11.

Figura 11. Ejecución de instalaciones de armarios eléctricos.

4. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos y factores de riesgo presentes en los trabajos de ejecución de instalaciones ferroviarias son:

Caídas a distinto nivel debidas a:

- Trabajos en altura en postes de electrificación, pórticos, etc., sin la utilización o el uso inadecuado de equipos de protección para trabajos en altura.
- Trabajos sobre plataforma elevadora que implican la necesidad de abandonar total o parcialmente el perímetro de la barandilla del castillete de trabajo.
- Resbalones de operarios durante el ascenso y descenso de los postes de electrificación, pórticos, debido a la falta de puntos de apoyo de pies y manos sobre la superficie del poste.

Caídas de personas al mismo nivel debidas a:

- Resbalones de operarios por el balasto, terraplenes, accesos a la vía, etc.
- Tropiezos contra un carril, traviesa, etc.
- Resbalones derivados de la existencia de zonas húmedas al caminar sobre la superficie del carril, etc.
- Realización de trabajos nocturnos con iluminación deficiente.

Vuelco de la maquinaria debido a:

- Sobrecarga de la maquinaria, incorrecta distribución de carga, etc.
- Ubicación inadecuada o resistencia insuficiente de los apoyos de la maquinaria.
- Descarrilamiento de máquinas por exceso de velocidad o estado inadecuado de la vía.

Caída de objetos debida a:

- Desprendimiento de material diverso por una deficiente fijación durante las operaciones de manipulación de postes, elementos de compensación, ménsulas, pórticos, bobinas de conductor, etc.
- Caída de herramientas y material de pequeñas dimensiones por una deficiente manipulación en altura (aisladores, grifas, llaves de apriete, etc.).

Contactos eléctricos directos de la maquinaria y operarios con catenaria o elementos en tensión debidos a:

- Operaciones de izado de materiales en proximidad de líneas eléctricas aéreas en tensión.
- Deficiencias en la aplicación de los protocolos de corte y reposición de tensión.
- Manipulación de elementos de instalaciones (cuadros eléctricos, conexionado de instalaciones) sin utilización de EPI aislantes o aplicación de descargo.
  NOTA: Este riesgo será sólo aplicable en trabajos de ejecución en presencia de vías electrificadas cercanas.

Atrapamientos, aplastamientos, golpes, cortes o abrasiones con materiales o producidos por maquinaria diversa debidos a:

- Giros incontrolados de cargas suspendidas.
- Rotura de los elementos de sustentación de la carga.
- Latigazos por desprendimiento del conductor durante el tendido.
- Deficiente fijación de las cargas.
- Manipulación incorrecta de herramientas manuales.
- Acceso y permanencia de operarios en zonas restringidas de máquinas que no disponen de resguardos al ser técnicamente imposible su instalación, en especial en la máquina de tendido de conductores.

Proyección de partículas debidas a:

- Utilización de herramientas de corte sin utilizar el equipo de protección individual (EPI) correspondiente.
- Paso de circulaciones susceptibles de proyectar partículas de origen diverso estando el operario en sus proximidades sin el EPI correspondiente.

Sobreesfuerzos debidos a:

- Manipulación manual de cargas incorrecta o que requieran un elevado esfuerzo físico de forma continuada.
- Utilización incorrecta de herramientas manuales (palancas, elementos de tracción, etc.).
- Trabajos en altura suspendidos sin utilizar correctamente los EPI correspondientes.

Incendios y/o explosiones debidos a:

- Manipulación incorrecta de productos combustibles o inflamables durante el repostaje de maquinaria y la utilización de productos químicos de limpieza sin el uso del EPI adecuado.
- Manipulación de productos de tratamiento de encofrados y aditivos de hormigón sin el uso de guantes de protección adecuados.
- Manipulación inadecuada de elementos en tensión pudiendo provocar arco eléctrico sobre el propio trabajador o equipo de trabajo.

Dermatitis alérgica o irritativa debida a:

- Contacto con fluidos de refrigeración o lubricación de la maquinaria y de las herramientas o por disolventes orgánicos sin utilizar el EPI correspondiente.

- Contacto con hormigón y aditivos durante la ejecución de cimentación de postes sin utilizar el EPI correspondiente.

Exposición a aerosoles y gases por vía inhalatoria debida a:

- Existencia de gases de combustión y humos (CO, CO_2, SO_2, etc.) provenientes de los motores de la maquinaria en zonas con baja ventilación (túneles) sin utilizar el EPI correspondiente.

Exposición a ruido debida a:

- Ruido generado por la maquinaria y vehículos de uso ferroviario así como por herramientas portátiles con niveles de exposición (nivel equivalente diario) por encima de 87 dB(A) sin utilizar el EPI correspondiente.

Quemaduras debidas a:

- Contactos con las partes calientes de motores de maquinaria desprotegidas sin utilizar el EPI correspondiente.

Arrollamiento por maquinaria ferroviaria (circulaciones internas y externas) debido a:

- Presencia de trabajadores en la vía en zonas de circulación de maquinaria ferroviaria o en la zona de riesgo por proximidad a la vía.
- Presencia de trabajadores durante las operaciones de maniobras en zonas de estacionamiento, formación de convoyes, etc.
- Velocidad inadecuada de la maquinaria ferroviaria durante los traslados o marcha de trabajo.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección se desarrollan en base a los riesgos y factores de riesgo descritos para las distintas fases de trabajo expuestas.

Ejecución de macizos de postes y apoyos

- Los trabajos de excavación de macizos han de planificarse para evitar la concurrencia con otras actividades en las que haya presencia de trabajadores en la zona (topografía, colocación de canaletas, etc.).
- Antes de su utilización y periódicamente deben comprobarse los sistemas de protección de la maquinaria: cabinas antivuelco, dispositivos acústicos de retroceso, avisadores luminosos rotativos, estado de frenos, sistemas de iluminación, etc.
- La ubicación de la máquina de perforación en la zona de trabajo ha de garantizar una adecuada estabilidad frente al riesgo de vuelco. Disponer de una base de trabajo lo más plana y compacta posible, utilización de estabilizadores extensibles, etc.
- Es necesario proteger los huecos de excavación mediante tapas provisionales o similares en caso de necesitar que permanezcan abiertos.
- Proteger el acero de la cimentación (ferralla) en la parte superior mediante protectores de plástico anti corte (setas) para evitar riesgo de corte de los operarios.
- Utilizar EPI tales como guantes, botas de protección y gafas anti proyecciones durante el hormigonado.

Colocación de postes y pórticos

- Los operarios que realicen tareas de apoyo en presencia de maquinaria de izado de cargas han de utilizar casco de protección.
- Los trabajos de colocación de postes y pórticos han de planificarse de cara a disponer de los elementos de izado y maquinaria óptima en función del peso máximo necesario, necesidades de ubicación de las grúas, longitud máxima de despliegue, puntos de izado de cargas, etc.
- No sobrecargar la capacidad de carga de la maquinaria de elevación de cargas empleada para el manejo de materiales (postes, anclajes, contrapesos, etc.).
- El izado vertical de postes ha de realizarse mediante cabos de sujeción que impidan el balanceo de la carga y faciliten su ubicación.
- Los elementos de izado (eslingas, cadenas, etc.) no se deben desenganchar hasta que esté correctamente realizado el apriete de los elementos metálicos.
- Revisar periódicamente los elementos de izado de cargas.
- Los postes y pórticos han de transportarse correctamente fijados para impedir su desplazamiento accidental.
- Los trabajos en altura han de realizarse preferentemente utilizando un ferro camión con castillete o plataforma elevadora.
- Los operarios que realicen operaciones en altura deberán de utilizar un EPI anti caídas, incluso si están situados en el interior de la plataforma elevadora.
- Los trabajos en altura que requieran situarse directamente sobre el poste, han de ser planificados de cara a disponer un adecuado EPI para trabajos en altura, dotados de doble gancho, línea de vida vertical si es necesario, etc.
- En caso de realizar trabajos de pintado o limpieza con productos químicos será necesario emplear los correspondientes EPI frente al riesgo químico.

Atirantado de postes y montaje de equipos de compensación

- Las operaciones de atirantado de postes y colocación de equipos de compensación, han de realizarse con el mínimo personal necesario y estableciendo un perímetro de seguridad para evitar presencia de otros trabajadores.
- Se utilizarán equipos de tracción manuales de forma provisional para evitar latigazos y golpes de cables.
- Ningún operario debe permanecer bajo cargas suspendidas durante la colocación de equipos de compensación.
- Se utilizarán plataformas de trabajo en altura para el apoyo durante estas operaciones, evitando los trabajos desde el poste directamente.

Montaje de ménsulas y aisladores

- Siempre que sea posible se realizará el premontaje de las piezas que componen las ménsulas y aisladores antes del izado de los mismos.
- En caso de manipular objetos pesados, se deben utilizar equipos auxiliares de manutención de cargas o repartir el peso entre varios operarios de forma que no se transporten de forma individual objetos de peso superior a 25 Kg.
- Los operarios que realicen tareas de apoyo en presen-

cia de maquinaria de izado de cargas han de emplear casco de protección.
- Evitar realizar trabajos simultáneos en la vertical de las ménsulas para que una posible caída de pequeño material pueda afectar a los trabajadores implicados.
- Situar el vehículo provisto de castillete en el punto exacto de colocación de la ménsula, para evitar sobreesfuerzos al trabajar siempre desde el interior de la cesta.
- Los trabajos en altura han de realizarse preferentemente utilizando un ferro camión con castillete o plataforma elevadora.
- Los operarios que realicen operaciones en altura deberán de utilizar EPI anti caídas, incluso cuando están situados en el interior de la plataforma elevadora.
- Los trabajos en altura que requieran situarse directamente sobre el poste han de ser planificados de cara a disponer un adecuado EPI para trabajos en altura, disposición de doble gancho, línea de vida vertical si es necesario, etc.

Tendido de conductores aéreos

- Debe existir una comunicación adecuada entre maquinistas y operarios cuando se trabaje desde plataformas de tendido y ferro camiones.
- Establecer las oportunas medidas de coordinación para facilitar el movimiento de maquinaria por la zona de trabajo y delimitar las zonas de trabajo correctamente (señalización, limitación de velocidad, elementos de comunicación con los maquinistas, etc.).
- Asignar trabajadores con formación preventiva y competencia adecuada para la vigilancia de las medidas preventivas establecidas contra el riesgo de arrollamiento.
- Disponer de operarios auxiliares para facilitar los movimientos seguros de vehículos ferroviarios en condiciones especiales (retrocesos de trenes de trabajo, movimientos en zonas con baja visibilidad, maniobras, etc.).
- Los trabajos se paralizarán cuando las condiciones meteorológicas sean adversas como por ejemplo, cuando disminuyan las condiciones de visibilidad o haya tormentas con aparato eléctrico y exista riesgo de sobretensión por rayo.
- Si fuera necesario realizar trabajos en horario nocturno o con poca visibilidad, se instalarán focos u otros sistemas de iluminación artificial.
- Los cabestrantes utilizados dispondrán de freno y capacidad de tiro suficiente para el trabajo a realizar.
- El acopio de bobinas y materiales, se realizará en lugares sin desnivel y con acceso adecuado. Se colocarán dispositivos de calce o retención para evitar la pérdida de control de las bobinas.
- El izado de las bobinas se debe realizar mediante la utilización de un eje provisional y eslingas de adecuada capacidad.
- No deben haber operarios en el radio de acción de las bobinas durante su carga y descarga.
- Los portabobinas deben contar con un sistema de frenado que garantice su desarrollo a una velocidad uniforme del correspondiente conductor, de modo que se eviten roturas o alargamientos inadecuados.
- El cabrestante de tendido debe disponer de un elemento de frenado o un sistema regulable de paro automático para evitar sobretensiones. Siempre se debe anclar a puntos sólidos del tren de trabajo.
- Las zonas de tendido donde se utilicen sustancias lubricantes para el buen deslizamiento del cable, se limpiarán posteriormente.
- Previamente al tensado de cables se debe comprobar que no hay ningún trabajador situado debajo de la trayectoria del cable ni en zonas con riesgo de latigazo por rotura del mismo.
- Durante la retenida de la bobina, se debe asegurar el freno y no permanecer nadie en el radio de acción de la misma.
- Los trabajos en altura que requieran situarse directamente sobre el poste han de ser planificados de cara a disponer un adecuado equipo de protección para trabajo en altura, disposición de doble gancho, línea de vida vertical si es necesario, etc.
- Evitar realizar trabajos simultáneos en la vertical de las ménsulas para que una posible caída de pequeño material pueda afectar a los trabajadores implicados.

Ejecución de otras instalaciones

- Los trabajos en instalaciones auxiliares han de realizarse con ausencia de tensión en las mismas, respetando los protocolos de corte y reposición de tensión establecidos por el gestor ferroviario.
- En aquellos casos en los que sea imprescindible trabajar en proximidad de elementos en tensión, será necesario aplicar lo establecido para estas circunstancias en el Real Decreto 614/2001 sobre el riesgo eléctrico.
- Han de garantizarse medidas adecuadas de coordinación con el gestor ferroviario para evitar riesgo por arrollamiento de circulaciones ferroviarias.
- Disponer de extintor portátil polivalente en la zona de trabajo y en cada máquina.
- Evitar dejar canaletas y arquetas abiertas para evitar caídas a distinto nivel y, proceder a su tapado provisional hasta la finalización de los trabajos.
- En caso necesario, utilizar escaleras de longitud adecuada y correctamente colocadas para el trabajo a realizar.

6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los principales equipos de protección individual necesarios para la realización de los distintos trabajos se deben basar en la evaluación de riesgos según el Real Decreto 773/1997. Según ello, los EPI más importantes a utilizar son:
- Guantes de protección mecánica y térmica.
- Guantes de protección química adecuado (UNE-EN 374-1:2004) a los agentes químicos utilizados (letras indicadoras de A a L) y con el tiempo de resistencia a la permeación necesario en cada caso (clases 1 a 6), en la manipulación de hormigón, el mantenimiento de maquinaria, etc.
- Guantes de protección química que cumplan con unos requisitos mínimos de resistencia a la abrasión, al corte, al rasgado y a la perforación.
- Protectores auditivos individuales adecuados al tipo de ruido (espectro frecuencial) existente de acuerdo con el Real Decreto 286/2006 y la norma UNE-EN 458.
- Calzado de seguridad. Botas con protección de plantilla y puntera así como protección del tobillo.
- Gafas de protección contra partículas y anti-proyecciones.
- Casco de protección.
- Ropa de alta visibilidad.

Para la realización de trabajos con riesgo de caída de altura, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Han de estudiarse los EPI más adecuados para realizar trabajos en altura en función de la altura de la catenaria (5,30 m aproximadamente) y la altura del operario, adaptando la longitud de la cuerda de amarre del arnés y del absorbedor de energía extendido.
- En caso necesario, se deben utilizar absorbedores de energía, cuya longitud de extensión sea la menor posible.
- Calcular la altura mínima posible de caída libre y determinar cuáles son los elementos más adecuados de la instalación (postes, ménsulas, etc.) para realizar el anclaje de los mosquetones que garanticen dicha altura mínima.
- Utilizar mosquetones de tamaño y forma adecuados para realizar un correcto anclaje en los elementos metálicos de postes, ménsulas y pórticos.
- Seleccionar EPI anti caídas, que dispongan de elementos para posicionamiento en altura y doble gancho de sujeción.
- Utilizar líneas de vida verticales con dispositivos deslizantes para el acceso a postes para el caso de que no se puedan emplear plataformas elevadoras móviles de personal.
- Utilizar cascos de protección con barboquejo para realizar trabajos en altura.

NORMATIVA

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, en materia de coordinación de actividades empresariales.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

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

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.

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.

Empresa colaboradora:
COMSA, S.A.U.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.058

Sector gasista: riesgos laborales en instalaciones de almacenamiento, transporte y distribución de gas

Gas sector: occupational hazards in storage facilities, transportation and distribution of gas
Secteur Gaz: risques professionnels dans les installations de stockage, transport et distribution du gaz

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Alejandro Rodríguez Márquez
EDP NATURGAS ENERGÍA

Mario Berdoy Muñoz
GAS NATURAL FENOSA

Ana Molina Bayón
ENAGAS

Paula Pieroni
REGANOSA

Naiara Ortiz de Mendíbil Romo
SEDIGAS

Nuria Jiménez Simón
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

*Grupo de trabajo de Seguridad perteneciente al Comité de Seguridad y Desarrollo Sostenible de Sedigas.

Esta Nota Técnica de Prevención, primera de la serie, tiene por objeto describir los riesgos para la seguridad de los trabajadores que se pueden presentar durante la utilización de algunos gases combustibles, como el gas natural en sus diferentes estados y el gas propano, en instalaciones del sector gasista (desde la llegada a puerto o mediante gasoducto, el tratamiento y la distribución en las redes de transporte primario y secundario hasta el consumidor final). En sucesivas NTP se tratarán las medidas preventivas y de control de los riesgos.

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 gases combustibles son sustancias químicas que en condiciones atmosféricas están en fase gas, y son capaces de reaccionar con el oxígeno del aire de forma rápida y con desprendimiento de energía térmica. Por esta condición se utilizan como combustibles en domicilios particulares, en instalaciones industriales y en ciertos motores de combustión. Los dos tipos de gases combustibles utilizados con mayor frecuencia son el gas natural y el gas propano.

En el sector gasista, aunque los accidentes más graves se pueden generar por trabajos en presencia de atmósferas explosivas o en las tareas de especial peligrosidad en el acceso a espacios confinados, los de mayor frecuencia, según datos de empresas del sector, son los producidos por sobreesfuerzos, accidentes de tráfico, atropellos o golpes con vehículos y las caídas de personas al mismo y a distinto nivel. Sin embargo, y dada la gravedad de sus consecuencias, los riesgos propios de las tareas en la que estén implicados los gases combustibles son parte destacable en la presente nota técnica.

2.TIPOS DE GASES COMBUSTIBLES

Gas natural

Su denominación pone de manifiesto que no está sometido a transformaciones químicas, sino que se consume tal cual se obtiene de la naturaleza. Se trata de una mezcla de hidrocarburos en forma gaseosa en la que predomina el metano (mínimo 80%) y en la que también se encuentran en menor proporción etano, propano, pentano y butano. Es un gas volátil menos denso que el aire (densidad relativa 0,7 kg/m³) que se mezcla con facilidad con el aire y no tiende a formar bolsas. Al ser inodoro, a la mezcla se le añade un agente odorizante, como el THT (Tetrahidrotiofeno). El gas natural puede utilizarse en dos estados diferentes:

- **Gas Natural (GN):** En condiciones normales está en estado gaseoso y se utiliza en instalaciones domésticas e industriales. Cuando se encuentra como gas natural comprimido (GNC), a presiones entre 200 y 250 bares, se utiliza como combustible para vehículos.
- **Gas Natural Licuado (GNL)**. Es gas natural que ha sido procesado para ser transportado y almacenado en forma líquida a presión atmosférica y a -160°C. El GNL se encuentra en los barcos metaneros y en los camiones cisterna que lo transportan, en las plantas de regasificación, en las plantas satélite de GNL y puede usarse como combustible en vehículos y barcos.

Gas Propano Comercial

El gas propano comercial es una mezcla de hidrocarburos ligeros ricos en propano (con un mínimo del 80%) y butano, que forma parte de los llamados Gases Licuados

del Petróleo (GLP). Su principal característica es que, a pesar de ser un gas combustible en condiciones normales, se licua a presiones relativamente bajas lo que permite su almacenamiento en forma líquida a temperatura ambiente. Su origen es la destilación del petróleo crudo y/o el secado de pozos de gas natural y en su forma gaseosa es más denso que el aire.

3. PELIGROSIDAD DE LOS GASES

Los peligros principales de estos gases son:

- **Extremadamente inflamable**: Pueden formar mezclas explosivas en contacto con el aire (los límites de inflamabilidad [1] inferior y superior son, para el gas natural, aproximadamente de entre el 4,4 y el 17% en volumen y para el propano comercial entre el 2 y 9,5% volumen).
  - *Electricidad estática*: Todos los gases combustibles tiene una marcada tendencia a almacenar electricidad estática cuando se transportan o trasiegan por tubería, especialmente en estado líquido, que puede ser origen de una ignición dada la extremada inflamabilidad de estos.
- **Asfixiante simple:** Pueden desplazar el oxígeno del aire respirable y provocar anoxia.
- **Quemadura por frío:** El GNL se manipula a -160°C, pudiendo provocar quemaduras por contacto.

4. INSTALACIONES Y TAREAS

Instalaciones

El gas natural licuado transportado por los buques metaneros es almacenado en plantas regasificadoras, situadas en algunos puertos. En este apartado se detallan los tipos de instalaciones del sector gasista español objeto de esta NTP:

- **Plantas de regasificación de gas natural**: En estas instalaciones el GNL, almacenado en depósitos específicos, es tratado mediante la aportación de calor para devolverlo a su estado gaseoso original y permitir su distribución por la red de transporte mediante conductos específicos o gasoductos. En su forma líquida se transporta directamente por carretera en camiones cisterna hasta las plantas satélites de GNL.
- **Instalaciones de almacenamiento subterráneo**: Generalmente son antiguos yacimientos donde se almacenan reservas de gas natural en estado gaseoso para asegurar el suministro en caso de falta del mismo.
- **Estación de compresión:** Instalación formada por una turbina de gas natural y un compresor y cuya función es elevar la presión del gas natural para maximizar la capacidad de transporte de los gasoductos.
- **Red básica de transporte primario.** Está formada por el conjunto de:
  - Las plantas de regasificación.
  - Los gasoductos de transporte primario: red de tuberías por donde se distribuye el gas natural en estado gaseoso a una presión máxima de diseño igual o superior a 60 bares.
  - Las estaciones de compresión.
  - Los almacenamientos subterráneos.
- **Red de transporte secundario**: Red de gasoductos cuya presión máxima de diseño es 60 bar y la mínima de 16 bar.
- **Red de distribución**: Red de gasoductos cuya presión máxima de diseño sea igual o inferior a 16 bar y otros que, con independencia de su presión máxima de diseño, tienen por objeto conducir el gas a un único consumidor partiendo de un gasoducto de la red básica o de transporte secundario.
- **Estación de regulación y medida (ERM)**: Instalaciones que tienen la función de filtrar el gas natural, reducir y estabilizar su presión, manteniéndola constante en su salida, dentro de unos límites previamente determinados, independientemente de la presión de entrada y los caudales circulantes. Asimismo, incorporan los equipos de medición e instrumentación necesarios para la medida del volumen de gas emitido a través de ellas. Estos dispositivos permiten reducir y adecuar la presión del gas desde las redes de transporte hasta el consumidor doméstico.
- **Planta satélite:** Instalación para el suministro de gas a redes de distribución a los que no llegan las redes de transporte y que se abastece de GNL o GLP por medio de camiones cisterna.
- **Factoría de GLP:** Instalación donde los GLP se almacenan y trasiegan, no existiendo ningún tipo de procesamiento. Las factorías de GLP se ubican preferentemente cerca de sus fuentes de aprovisionamiento, y la recepción del GLP puede ser por buque, por gasoducto (las que están cerca de refinerías de petróleo), por ferrocarril o por camiones cisterna y abastecen a las plantas satélites de GLP mediante camiones cisterna con o sin equipo de trasvase.
- **Distribución a clientes:** La distribución de gases combustibles por canalización (GN y GLP) se realiza mediante redes de media y baja presión.

En la figura 1 se representa el flujo de la cadena del gas canalizado. En esta NTP se describen las instalaciones a partir del momento que el gas llega a España.

Principales tareas

En las instalaciones descritas en el apartado anterior se llevan a cabo las siguientes tareas o actividades:

- **Construcción:** Las actividades relacionadas con obras de construcción en los diferentes tipos de instalaciones son muy variadas y pueden ir desde la construcción de un nuevo depósito en una planta regasificadora hasta las más frecuentes como son los trabajos de aperturas de zanjas para cambio de tuberías de conducción de gas o la instalación de nuevas ramificaciones en la red de distribución del gas (en el argot del sector derivaciones), entre otras. Los riesgos y factores de riesgo así como las medidas preventivas para su control variarán dependiendo de cada tipo de obra y cada tipo de instalación.
- **Reparaciones**: Estas operaciones se llevan a cabo dentro del mantenimiento correctivo de los equipos o las instalaciones. Las reparaciones en redes de transporte y distribución están asociadas generalmente con trabajos en zanjas.
- **Puesta en marcha de nuevas instalaciones o equipos**: Operaciones asociadas al arranque de equipos o instalaciones con la puesta en gas de las mismas. En esta fase se llevan a cabo las comprobaciones correspondientes, según normativa industrial de aplicación. También se considera la interconexión de otros servicios auxiliares al proceso (electricidad, aire, etc.).

1. *Límites de inflamabilidad: Concentraciones mínimas y máximas del vapor o gas en mezcla con el aire, en las que son inflamables. También se denominan límites de explosividad*

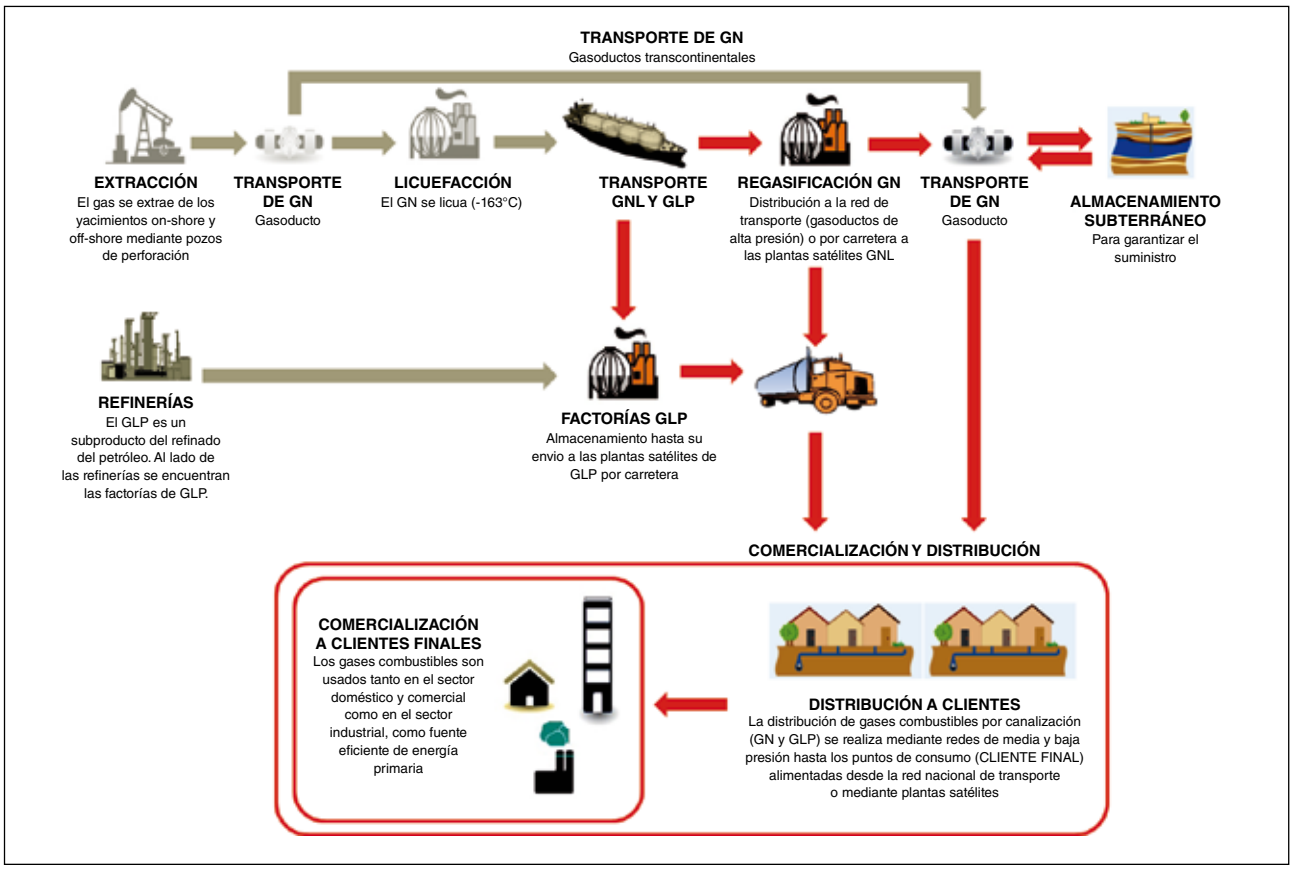


Figura 1. Esquema del flujo de la cadena del gas canalizado

- **Operación**: Actividades que permiten garantizar la operación de las instalaciones y la red de gas bajo condiciones controladas.
- **Mantenimiento**: Conjunto de operaciones dirigidas a garantizar la operatividad de equipos o instalaciones para su uso pretendido. Estas operaciones pueden ser de carácter **correctivo** (tras una avería), **preventivo** (ejecutadas a intervalos específicos de acuerdo a criterios establecidos y destinados a reducir la probabilidad de fallo del equipo o instalación) o **predictivo** (seguimiento y análisis de los parámetros de funcionamiento como vibraciones, presiones, temperaturas, etc.). Las operaciones de mantenimiento se desarrollan siguiendo un plan preestablecido en cumplimiento con la normativa de aplicación en cada instalación y pueden incluir tareas de tipo mecánico (como por ejemplo corte y soldadura, desmontaje de piezas y/o equipos, pintura, etc.), eléctrico (revisión y comprobaciones de equipos y líneas eléctricas) o de instrumentación (revisión de contadores, telegestión, etc.).
- **Inspecciones**: Actividades por las que se verifican el cumplimiento de los requisitos normativos que le sean de aplicación. Las propias según el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos[2] y otras como instalaciones de baja y alta tensión, atmósferas explosivas, almacenamiento de productos químicos, equipos a presión, etc.
- **Actuaciones ante emergencias**: Actividades llevadas a cabo por personal formado ante la existencia de un incidente o emergencia para eliminar o reducir sus posibles consecuencias. El número y medios utilizados en las tareas de intervención dependerán de la naturaleza de la emergencia.
- **Carga y descarga de cisternas**. Carga de GNL o GLP a camiones cisterna y descarga desde éstos a las instalaciones que se utilizarán para la distribución y suministro de los gases combustibles, ya sea mediante bombas criogénicas o intercambiadores de calor por diferencia de presión.
- **Carga y descarga de buques**. Descarga del GNL almacenado en buques metaneros (transportan el gas desde las terminales de licuefacción) a los tanques de almacenamiento. También existe la posibilidad de cargar buques metaneros a partir del GNL almacenado en las plantas.

La periodicidad de las actividades o tareas es variable y puede oscilar desde tareas diarias (por ejemplo la operación de las instalaciones o el mantenimiento de las mismas), a tareas puntuales (por ejemplo la finalización de una obra de construcción y la puesta en marcha).

5. RIESGOS LABORALES

En este apartado se señalan los principales riesgos de accidente asociados a los peligros propios del sector, todo ello sin perjuicio de lo que, en cada situación, se derive de la preceptiva evaluación de riesgos según lo indicado en la Ley 31/1995 Prevención de riesgos laborales y el Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención, y específicamente para los agentes químicos utilizados (gases combustibles) la evaluación de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores derivados de la

2. *REAL DECRETO 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.*

INSTALACIONES	ACTIVIDADES								
	CONSTRUCCIÓN: Nuevas Instalaciones Ampliaciones Derivaciones	**REPARACIONES:** Reconstrucción por adversidades climatológicas. Zanjas o aberturas Corte y soldadura	**PUESTA EN MARCHA**	**OPERACIÓN:** Operación de la red y de las instalaciones	**MANTENIMIENTO:** Mecánico (desmontaje, pintura, corte y soldadura) Eléctrico Instrumentación	**INSPECCION:** Integridad del gasoducto Verificaciones Vigilancia	Actuaciones ante emergencias	Carga y descarga de cisternas	Carga y descarga de buques
Plantas de regasificación	• Caída de altura • Asfixia • Incendio • Explosión • Contacto eléctrico • Quemadura por frío							• Incendio • Explosión • Contacto eléctrico • Caída a distinto nivel (sólo en buques) • Quemadura por frío	
ERM transporte y estación de seccionamiento y corte (Transporte)	• Incendio • Explosión							No aplica.	
Estación compresión de transporte (Transporte)	• Incendio • Explosión • Caída de altura							No aplica	
Almacenamiento subterráneo	• Asfixia • Incendio • Explosión • Caída de altura							• Incendio • Explosión • Contacto eléctrico	No aplica
Gasoducto (Transporte/ Distribución)	• Caída de altura. • Incendio • Explosión • Contacto eléctrico • Asfixia.							No aplica	
ERM distribución	• Incendio • Explosión • Asfixia							No aplica	
Plantas GLP (Distribución)	• Incendio • Explosión • Contacto eléctrico • Asfixia • Quemadura por frío							• Quemadura por frío. • Incendio • Explosión	No aplica
Plantas GNL (Distribución)	• Incendio • Explosión • Contacto eléctrico • Quemadura por frío							• Incendio • Explosión • Quemadura por frío.	No aplica
Plantas GNV (Distribución)	• Incendio • Explosión							• Incendio • Explosión	No aplica

Tabla 1. Principales riesgos en las instalaciones y actividades del sector gasista.

presencia y manipulación de los agentes químicos bajo el marco normativo del Real Decreto 374/2001.

En la tabla 1 se describen algunos de los riesgos específicos asociados a instalaciones del sector gasista, diferenciales respecto otros sectores. Los principales riesgos son:

- **Inhalación directa de gas:** En altas concentraciones en el aire (por encima del 10%), posee propiedades narcóticas y asfixiantes debido a la disminución del oxígeno en el aire respirable, siendo especialmente peligroso en entornos mal ventilados.
- **Inhalación de gases procedentes de su mala combustión:** Una combustión incompleta produce monóxido de carbono (CO). La inhalación de este gas es extremadamente peligrosa, ya que, incluso a concentraciones bajas, pueden producir somnolencia y desmayos. El riesgo se incrementa con el tiempo de exposición, la concentración y la actividad física realizada.
- **Contacto con el gas en estado líquido:** El contacto de la piel o de los ojos con los gases en estado líquido puede producir quemaduras por congelación por

contacto directo con el gas licuado o con las instalaciones y equipos que los contienen. Asimismo, pueden producirse lesiones pulmonares al respirar gas a muy bajas temperaturas.
- **Incendio y explosión:** Que se pueden originar tras una fuga de gas en concentraciones dentro de los límites de explosividad y en presencia de fuentes de ignición.

Los riesgos generales identificados en el sector (para todas las instalaciones mencionadas) y que pueden ser similares a los de otras actividades son:
- Caídas de personas en altura.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de equipos, vehículos o máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias químicas.
- Accidentes causados por seres vivos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

BIBLIOGRAFÍA

Legislación

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.

Ley 8/2015, de 21 de mayo, por la que se modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, y por la que se regulan determinadas medidas tributarias y no tributarias en relación con la exploración, investigación y explotación de hidrocarburos.

Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

Orden de 18 de noviembre de 1974 por la que se aprueba el Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos. (Transporte).

Normas técnicas

UNE 60210:2011 Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)

UNE-EN 1918-2:1998 EN 1918-2:1998 Sistemas de suministro de gas natural: almacenamiento subterráneo de gas.

Documentos técnicos

NTP 225: Electricidad estática en el trasvase de líquidos inflamables. INSHT 1988.

NTP 369: Atmósferas potencialmente explosivas: instalaciones eléctricas. INSHT 1995.

NTP 370: Atmósferas potencialmente explosivas: clasificación de emplazamientos de clase I. INSHT 1995.

NTP 383: Riesgo en la utilización de gases licuados a baja temperatura. INSHT 1995.

NTP 396: Deflagraciones producidas por gases, vapores y polvos combustibles: sistemas de protección. INSHT 1995.

NTP 430: Gases licuados: evaporación de fugas y derrames. INSHT 1996.

NTP 600 Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales. INSHT 2001.

NTP 768: Trasvase de agentes químicos: medidas básicas de seguridad. INSHT 2007.

Otros

Manual de actuaciones de seguridad en presencia de gases combustibles de Sedigas.

Guía de buenas prácticas para la prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en obras de canalización de combustibles gaseosos de Sedigas.

Ficha técnica de Seguridad del gas natural sin odorizar (Sedigas).

Ficha técnica de Seguridad del gas natural odorizado (Sedigas).

Ficha técnica de Seguridad del gas natural licuado (GNL) (Sedigas).

Ficha técnica de Seguridad del propano comercial (Sedigas).

HAN, Z.H., WENG, W.G.
An integrated quantitive risk analysis method for natural gas pipeline network (Método cuantitativo integrado de análisis de riesgos para una red de gasoductos de gas natural)
J Loss Prev Process Ind, 2010, 23 2, 428 – 436).

WANG, H., DUNCAN, I.J
Understanding the nature of risks associated with onshore natural gas gathering pipelines (Estudio de la naturaleza de los riesgos asociados con gasoductos de gas natural en tierra)
J Loss Prev Process Ind, 2014, v.29 n. May (I), pp 49-55).

BAJCAR, T., CIMERMAN, F., SIROK, B.
Model for quantitative risk assessment on naturally ventilated metering – regulation stations for natural gas (Modelo para la evaluación cuantitativa de riesgos en las estaciones de medición – regulación de gas natural con ventilación natural)
Safety Sci, 2014, v. 64n.abr., pp 50-59).

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.059

Reglamento CLP. Clasificación de mezclas: peligros para el medio ambiente

CLP Regulation. Classification of mixtures: environmental hazards
Règlement CLP. Classification des mélanges: dangers pour l'environnement

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Rosa Mª Alonso Espadalé

Enrique Gadea Carrera

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO.INSHT

Esta Nota Técnica de Prevención (NTP), que complementa las NTP 973 y 974 y actualiza las NTP 650 y 651 para su adaptación al Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP), describe los criterios específicos para clasificar las mezclas según sus peligros para el medio ambiente.

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 criterios de clasificación de sustancias y mezclas en base a los peligros para el medio ambiente establecidos en el Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP) únicamente hacen referencia al medio ambiente acuático y a la capa de ozono. El sistema de clasificación reconoce que el peligro intrínseco para los organismos acuáticos proviene tanto de sus efectos a corto plazo (peligro que representa una sustancia o mezcla por su toxicidad aguda), como a largo plazo (peligro que representa una sustancia o mezcla por su toxicidad crónica).

Los elementos básicos de clasificación de los peligros para el medio ambiente acuático considerados en el Reglamento CLP son:

- *Toxicidad acuática aguda:* Es la propiedad intrínseca de una sustancia o mezcla de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos tras una exposición de corta duración.
- *Toxicidad acuática crónica:* Es la propiedad intrínseca de una sustancia o mezcla de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos durante exposiciones determinadas en relación con el ciclo de vida del organismo.
- *Bioacumulación:* Es el resultado neto de la absorción, transformación y eliminación de una sustancia por un organismo a través de todas las vías de exposición (es decir, aire, agua, sedimento o suelo y alimentación).
- *Degradación:* Es la descomposición de moléculas orgánicas en moléculas más pequeñas y finalmente en dióxido de carbono, agua y sales. La degradación ambiental puede ser biótica (por acción de microorganismos), o abiótica (por procesos físicos y químicos).

El procedimiento de clasificación de las sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático establece una categoría de toxicidad aguda y 3 categorías de toxicidad crónica, según los criterios que se muestran en la tabla 1. Además, el sistema introduce también una clasificación de tipo "red de seguridad" (categoría crónica 4), cuyos criterios no están claramente definidos, para su utilización en los casos en que los datos disponibles no permitan una clasificación con los criterios establecidos para las categorías aguda 1 o crónica 1 a 3, pero susciten alguna preocupación.

La toxicidad acuática aguda se determina a partir de los datos de la CL_{50} en peces tras una exposición de 96 horas, de la CE_{50} en crustáceos tras una exposición de 48 horas y/o de la CE_{50} en algas tras una exposición de 72 o 96 horas. En cambio, la toxicidad crónica combina dos tipos de información: datos de toxicidad aguda y datos del comportamiento o destino de la sustancia en el medio ambiente (datos sobre degradabilidad y bioacumulación).

En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se describen y se detallan los criterios específicos para la clasificación de mezclas según sus peligros para el medio ambiente, de acuerdo con el Reglamento CLP, considerando los componentes relevantes y peligrosos para el medio ambiente que forman parte de una mezcla.

Para ello, se tendrán en cuenta los límites de concentración genéricos y específicos, en caso de existir, así como, cuando proceda, la suma de los componentes clasificados o las fórmulas de adición de acuerdo con lo indicado en las partes 4.1 (Peligroso para el medio ambiente acuático) y 5.1 (Peligroso para la capa de ozono) del Anexo I del Reglamento CLP.

2. CLASIFICACIÓN DE MEZCLAS POR SUS PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO

El sistema de clasificación de mezclas por sus peligros para el medio ambiente acuático establece las mismas categorías que se utilizan para clasificar las sustancias y que corresponden a la categoría aguda 1 y las categorías crónicas 1 a 4.

Los "componentes relevantes" de una mezcla son los clasificados como categoría aguda 1 o categoría crónica 1 y que están presentes en concentraciones ≥ 0,1%

A) PELIGRO AGUDO (A CORTO PLAZO) PARA EL MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO

Categoría: Aguda 1: (Nota 1)

96 h CL_{50} [1] (para peces)	≤ 1 mg/l y/o
48 h CE_{50} [2] (para crustáceos)	≤ 1 mg/l y/o
72 o 96 h CEr_{50} [3] (para algas u otras plantas acuáticas)	≤ 1 mg/l (Nota 2)

B) PELIGRO A LARGO PLAZO PARA EL MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO

i) Sustancias no rápidamente degradables (Nota 3) para las cuales se dispone de datos adecuados de toxicidad crónica.

Categoría: Crónica 1: (Nota 1)

NOEC [4] crónico o CE_x [5] (para peces)	≤ 0,1 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para crustáceos)	≤ 0,1 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para algas u otras plantas acuáticas)	≤ 0,1 mg/l

Categoría: Crónica 2:

NOEC crónico o CE_x (para peces)	> 0,1 a ≤ 1 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para crustáceos)	> 0,1 a ≤ 1 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para algas u otras plantas acuáticas)	> 0,1 a ≤ 1 mg/l

ii) Sustancias rápidamente degradables (Nota 3) para las cuales se dispone de datos adecuados de toxicidad crónica.

Categoría: Crónica 1: (Nota 1)

NOEC crónico o CE_x (para peces)	≤ 0,01 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para crustáceos)	≤ 0,01 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para algas u otras plantas acuáticas)	≤ 0,01 mg/l

Categoría: Crónica 2:

NOEC crónico o CE_x (para peces)	> 0,01 a ≤ 0,1 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para crustáceos)	> 0,01 a ≤ 0,1 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para algas u otras plantas acuáticas)	> 0,01 a ≤ 0,1 mg/l

Categoría: Crónica 3:

NOEC crónico o CE_x (para peces)	> 0,1 a ≤ 1 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para crustáceos)	> 0,1 a ≤ 1 mg/l y/o
NOEC crónico o CE_x (para algas u otras plantas acuáticas)	> 0,1 a ≤ 1 mg/l

iii) Sustancias para las cuales no se dispone de datos adecuados de toxicidad crónica.

Categoría: Crónica 1: (Nota 1)

96 h CL_{50} (para peces)	≤ 1 mg/l y/o
48 h CE_{50} (para crustáceos)	≤ 1 mg/l y/o
72 o 96 h CEr_{50} (para algas u otras plantas acuáticas)	≤ 1 mg/l (Nota 2)

y que la sustancia no sea rápidamente degradable o que el factor de bioconcentración (FBC) determinado por vía experimental sea ≥ 500 (o, en su defecto, el log K_{ow} ≥ 4). (Nota 3).

Categoría: Crónica 2:

96 h CL_{50} (para peces)	> 1 a ≤ 10 mg/l y/o
48 h CE_{50} (para crustáceos)	> 1 a ≤ 10 mg/l y/o
72 o 96 h CEr_{50} (para algas u otras plantas acuáticas)	> 1 a ≤ 10 mg/l (Nota 2)

y que la sustancia no sea rápidamente degradable o que el factor de bioconcentración (FBC) determinado por vía experimental sea ≥ 500 (o, en su defecto, el log K_{ow} ≥ 4). (Nota 3).

Categoría: Crónica 3:

96 h CL_{50} (para peces)	> 10 a ≤ 100 mg/l y/o
48 h CE_{50} (para crustáceos)	> 10 a ≤ 100 mg/l y/o
72 o 96 h CEr_{50} (para algas u otras plantas acuáticas)	> 10 a ≤ 100 mg/l (Nota 2)

y que la sustancia no sea rápidamente degradable o que el factor de bioconcentración (FBC) determinado por vía experimental sea ≥ 500 (o, en su defecto, el log K_{ow} ≥ 4). (Nota 3).

Tabla 1. Categorías de clasificación de las sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático.

CLASIFICACIÓN DE TIPO "RED DE SEGURIDAD"

Categoría: Crónica 4:

Casos en los cuales los datos disponibles no permitan una clasificación con los criterios anteriores pero susciten, sin embargo, alguna preocupación. Figuran aquí, por ejemplo, las sustancias poco solubles para las que no se haya registrado toxicidad aguda en concentraciones inferiores o iguales a su solubilidad en el agua (Nota 4) y que no se degraden rápidamente y tengan un FBC determinado por vía experimental ≥ 500 (o, en su defecto, el log K_{ow} ≥ 4), que indica un potencial de bioacumulación, que se clasificarán en esta categoría, a menos que la información científica demuestre que la clasificación no es necesaria. De esta información forman parte las NOEC de toxicidad crónica > la solubilidad en el agua o > 1mg/l, o datos que indiquen una degradación rápida en el medio ambiente.

Nota 1: Al clasificar sustancias en las categorías de toxicidad aguda 1 o crónica 1, es preciso también indicar un factor M apropiado (véase tabla 2).

Nota 2: La clasificación se basará en la CEr_{50} [= CE_{50} (tasa de crecimiento)]. Cuando las condiciones de determinación de la CE_{50} no se especifiquen o no se haya registrado ninguna CEr_{50}, la clasificación deberá basarse en la CE_{50} más baja disponible.

Nota 3: Cuando no se disponga de datos útiles de degradabilidad, experimentales o calculados, se considerará que la sustancia no es de degradación rápida.

Nota 4: «No hay toxicidad aguda» significa que las $C(E)L_{50}$ son superiores a la solubilidad en el agua. También sirve para sustancias poco solubles (solubilidad en el agua < 1 mg/l), cuando se disponga de información de que el ensayo de toxicidad aguda no proporciona una medida real de la toxicidad intrínseca.

(1)CL_{50}: Concentración letal media, es la concentración calculada estadísticamente, de una sustancia en el medio, que se espera produzca la muerte al 50% de los organismos de una población bajo un conjunto de condiciones definidas.

(2)CE_{50}: Concentración efectiva media, es la concentración calculada estadísticamente, de una sustancia en el medio, que se espera que produzca un determinado efecto en el 50% de los organismos de experimentación de una población dada, bajo un conjunto de condiciones definidas.

(3)CEr_{50}: CE_{50} en términos de reducción del crecimiento.

(4)NOEC: (No Observed Effect Concentration). Concentración sin efecto observado. Es la concentración de ensayo inmediatamente inferior a la concentración mínima con efecto adverso observado estadísticamente significativo. La NOEC en comparación con el control, no tiene efectos adversos estadísticamente significativos.

(5)CE_x: Concentración calculada estadísticamente, de una sustancia en el medio, que se espera produzca un determinado efecto en el x% de los organismos de una población bajo un conjunto de condiciones definidas.

Tabla 1. (Continuación) Categorías de clasificación de las sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático.

(p/p), y los clasificados como categoría crónica 2, 3 o 4 y que están presentes en concentraciones ≥ 1% (p/p). En aquellos casos en que haya motivos para suponer que un componente presente en una concentración inferior al 0,1% (p/p) puede ser relevante para clasificar la mezcla por su peligro para el medio ambiente acuático (por ejemplo por ser altamente tóxico), éste se deberá tener en consideración.

La clasificación de los peligros para el medio ambiente acuático se realiza mediante un enfoque secuencial y depende del tipo de información disponible sobre la propia mezcla y sus componentes. El procedimiento por etapas para la clasificación de las mezclas respecto a los peligros para el medio ambiente acuático se indica en la figura 1.

En principio, si se dispone de datos obtenidos mediante ensayos de toxicidad acuática realizados sobre la propia mezcla, la clasificación basada en estos datos prevalecerá sobre la basada en los principios de extrapolación, la obtenida por el método de la suma de los componentes clasificados y/o la aplicación de las fórmulas de adición.

A continuación se describen los criterios para la clasificación de una mezcla en base a los peligros para el medio ambiente en función de la información y datos disponibles, bien de la propia mezcla, de mezclas similares o de todos o parte de sus componentes.

Se dispone de datos sobre la toxicidad de la propia mezcla

Los datos de toxicidad acuática se obtienen mediante los ensayos pertinentes realizados sobre la propia mezcla. A partir de estos datos, la mezcla se clasificará de acuerdo con los mismos criterios establecidos para la clasificación de las sustancias, es decir, la toxicidad aguda se determinará considerando los resultados de la CL_{50} tras una exposición de 96 horas en peces, y/o de la CE_{50} tras una exposición de 48 horas en crustáceos y/o de la CEr_{50} tras una exposición de 72 o 96 horas en algas.

Para determinar la toxicidad crónica a efectos de clasificación, se utilizará el valor de la NOEC o de la concentración asociada a una respuesta del x% de la población de ensayo (CE_x). Además, en este caso se requiere información sobre la degradabilidad y, a veces, sobre la bioacumulación.

Clasificación como categoría aguda 1.

a) Cuando los datos de toxicidad aguda (CL_{50} y/o CE_{50}) de la mezcla como tal indiquen que $C(E)L_{50} \leq 1$ mg/l, la mezcla se clasificará como categoría aguda 1 (véase tabla 1).
b) Cuando los datos de toxicidad aguda (CL_{50} y/o CE_{50}) de la mezcla indiquen que $C(E)L_{50} > 1$ mg/l, normalmente para todos los niveles tróficos, no es necesario clasificar la mezcla en la categoría aguda.

Clasificación como categorías crónicas 1, 2 y 3.

a) Cuando los datos de toxicidad crónica (CE_x o NOEC) indiquen que la CE_x o la NOEC de la mezcla ≤ 1mg/l, la mezcla se clasificará en la categoría crónica 1, 2 o 3 como rápidamente degradable (cuando la información disponible permite inferir que todos los componentes pertinentes de la mezcla se degradan rápidamente). En los demás casos la mezcla se clasificará como no rápidamente degradable (véase tabla 1).

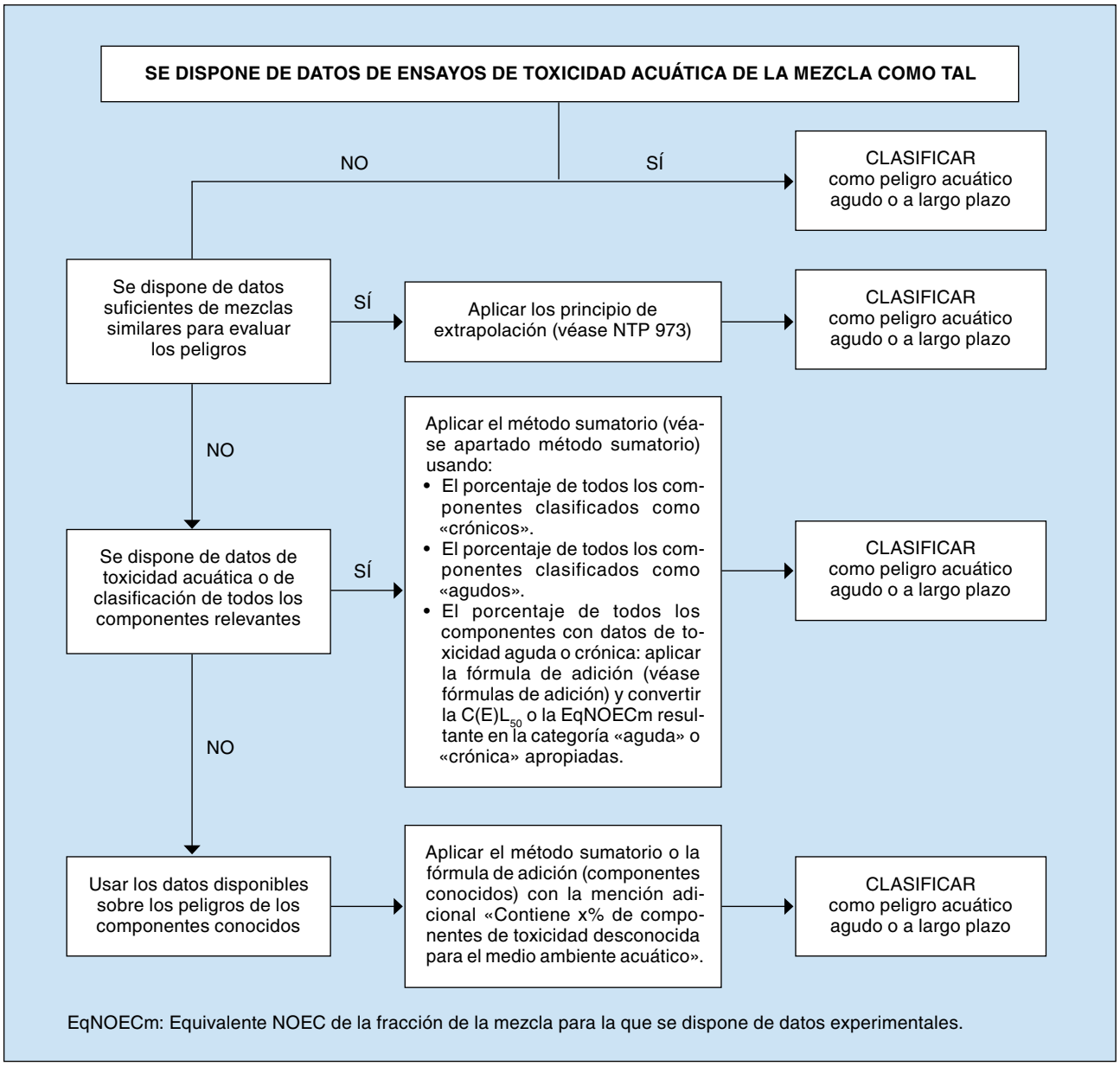


Figura 1. Procedimiento por etapas para la clasificación de mezclas en función de su peligro para el medio ambiente acuático.

b) Cuando se disponen de datos de toxicidad crónica (CE_x o NOEC) para la mezcla como tal que indican que la CE_x o la NOEC de la mezcla > 1mg/l, normalmente para todos los niveles tróficos, no es necesario una clasificación de peligro a largo plazo en las categorías crónicas 1, 2 o 3.

Clasificación como categoría crónica 4.

Los criterios concretos de clasificación en esta categoría no están claramente definidos. El Reglamento CLP indica que «*Si sigue habiendo motivos de preocupación*» la mezcla se clasificará en la categoría crónica 4 (clasificación de tipo "red de seguridad") (véase tabla 1).

Se dispone de datos de toxicidad sobre mezclas similares. Principios de extrapolación

Cuando no se hayan realizado ensayos sobre la propia mezcla para determinar su peligro para el medio ambiente acuático, pero se dispone de datos suficientes sobre sus componentes individuales y sobre mezclas similares sometidas a ensayo, se podrán utilizar estos datos para clasificar la mezcla de acuerdo con los principios de extrapolación (véase NTP 973).

Si la mezcla resulta de la dilución de otra mezcla o de una sustancia clasificada por su peligrosidad para el medio ambiente acuático con un diluyente clasificado en la misma categoría de peligro o en una categoría inferior a la del componente original menos tóxico y del que no se espera que afecte a los peligros para el medio ambiente acuático de los demás componentes, dicha mezcla se considerará, a efectos de clasificación, como equivalente a la mezcla o sustancia originales. La misma consideración se tendrá en cuenta si el diluyente es agua u otro material no tóxico.

Se dispone de datos de toxicidad para todos los componentes de la mezcla o solo para algunos

La clasificación de la mezcla se basará en la suma de la concentración de sus componentes clasificados. El por-

centaje de los componentes clasificados como tóxicos agudos o tóxicos crónicos se introducirá directamente en el método sumatorio. La clasificación de la mezcla se realiza en dos pasos:

1. Fórmula aditiva. Para calcular la toxicidad combinada de los componentes de la mezcla.
2. Método sumatorio. Para calcular la clasificación de una mezcla por sus peligros para el medio ambiente acuático.

Fórmula aditiva

Las mezclas pueden estar constituidas por componentes ya clasificados como peligrosos para el medio ambiente acuático (categorías aguda 1 y/o crónica 1, 2, 3 o 4) o por componentes para los que se dispone de datos adecuados de toxicidad obtenidos a partir de los ensayos.

Cuando se disponga de datos adecuados sobre la toxicidad para más de un componente de la mezcla, la toxicidad combinada de esos componentes se puede calcular utilizando las fórmulas aditivas siguientes, según la naturaleza de los datos de toxicidad:

a) Toxicidad acuática aguda:

$$\frac{\sum Ci}{L(E)\,C_{50m}} = \sum_{n} \frac{Ci}{L(E)C_{50i}}$$

C_i: concentración del componente i (porcentaje en peso);

$C(E)L_{50i}$: CE_{50} o CL_{50} (en mg/l) del componente i;

n: número de componentes desde i = 1 hasta i = n;

$C(E)L_{50m}$: $C(E)L_{50}$ de la fracción de la mezcla para la que se dispone de datos experimentales.

La toxicidad obtenida se puede utilizar para asignar a esa fracción de la mezcla una categoría de peligro agudo (véase tabla 1) que se utilizará posteriormente al aplicar el método sumatorio.

b) Toxicidad acuática crónica:

$$\frac{\sum Ci + \sum Cj}{EqNOECm} = \sum_{n} \frac{Ci}{NOECi} + \sum_{n} \frac{Cj}{0{,}1 \times NOECj}$$

C_i: concentración del componente i (porcentaje en peso) que abarca los componentes rápidamente degradables;

C_j: concentración del componente j (porcentaje en peso) que abarca los componentes no rápidamente degradables;

$NOEC_i$: NOEC (u otras medidas reconocidas de toxicidad crónica) del componente i que abarca los componentes rápidamente degradables (en mg/l);

$NOEC_j$: NOEC (u otras medidas reconocidas de toxicidad crónica) del componente j que abarca los componentes no rápidamente degradables (en mg/l);

n: número de componentes, desde i y j= 1 hasta i y j = n;

$EqNOEC_m$: equivalente NOEC de la fracción de la mezcla para la que se dispone de datos experimentales.

De este modo, la toxicidad equivalente refleja el hecho de que las sustancias no rápidamente degradables se clasifican en una categoría más "peligrosa" que las rápidamente degradables. La toxicidad equivalente se puede utilizar para asignar a esa parte de la mezcla una categoría de peligro crónico, de conformidad con los criterios para sustancias rápidamente degradables (véase tabla 1), que se utilizará posteriormente al aplicar el método sumatorio.

En el caso de que se aplique la fórmula de adición a una fracción de la mezcla, es preferible calcular la toxicidad de esta fracción de la mezcla introduciendo para cada componente los valores de toxicidad de cada uno de ellos obtenidos con respecto al mismo grupo taxonómico (peces, crustáceos, algas o equivalentes) y seleccionando a continuación la toxicidad más elevada (el valor más bajo) obtenida, por ejemplo, utilizando el grupo taxonómico más sensible de los tres. Sin embargo, cuando no se disponga de datos de toxicidad para cada componente del mismo grupo taxonómico, el valor de la toxicidad de cada componente se seleccionará de la misma manera que se seleccionan los valores de toxicidad para clasificar las sustancias, es decir, se seleccionará la toxicidad más elevada (el resultado obtenido con el organismo más sensible sometido a ensayo). La toxicidad aguda y/o crónica calculada se utilizará entonces para clasificar esa fracción de la mezcla en la categoría aguda 1 y/o en la crónica 1, 2 o 3 utilizando los mismos criterios descritos para clasificar las sustancias (véase tabla 1).

Cuando una mezcla se haya clasificado de diferentes maneras se elegirá el método que ofrezca el resultado más restrictivo.

Método sumatorio

El método sumatorio (o suma de los componentes clasificados) permite calcular la clasificación de una mezcla por sus peligros para el medio ambiente acuático. Se basa en que los componentes clasificados en una categoría de peligro alta contribuyen a la clasificación de la mezcla en una categoría inferior, de forma que para calcular la clasificación de una mezcla por su toxicidad crónica, se ha de tener en cuenta, la contribución de cada uno de los componentes clasificados en la categoría crónica 1, 2 o 3. Se establece que la toxicidad crónica entre una categoría y la inmediata inferior difiere en un factor 10.

En general, se prioriza la clasificación más estricta. Es decir, la clasificación en la categoría crónica 1 prevalece sobre una clasificación en la categoría crónica 2.

Además hay que tener en cuenta que cuando una mezcla contiene sustancias clasificadas en la categoría aguda 1 o crónica 1 con efectos tóxicos agudos a concentraciones muy inferiores a 1 mg/l, o con efectos tóxicos crónicos a concentraciones muy inferiores a 0,1 mg/l (si no son rápidamente degradables) y a 0,01 mg/l (si son rápidamente degradables), éstas contribuyen a la toxicidad de la mezcla incluso a bajas concentraciones, y la aplicación de los límites genéricos de concentración normales puede conducir a una "infraclasificación" de la mezcla. Por lo tanto, se les debe asignar un mayor peso en el método sumatorio de los componentes clasificados.

Así, la clasificación de una mezcla por sus peligros para el medio ambiente acuático que contenga componentes clasificados en la categoría aguda 1 o en la categoría crónica 1, requiere disponer del factor de multiplicación (denominado factor M), que se aplica a la concentración de esas sustancias para obtener, mediante el método sumatorio, la clasificación de la mezcla.

En la tabla 2 se indican los factores M para componentes muy tóxicos de las mezclas, necesarios para calcular

TOXICIDAD AGUDA	Factor M	TOXICIDAD CRÓNICA	Factor M	
Valor $C(E)L_{50}$mg/l[1]		Valor NOEC mg/l[2]	NRD[3]	RD[4]
$0,1 < C(E)L_{50} \leq 1$	1	$0,01 < NOEC \leq 0,1$	1	-
$0,01 < C(E)L_{50} \leq 0,1$	10	$0,001 < NOEC \leq 0,01$	10	1
$0,001 < C(E)L_{50} \leq 0,01$	100	$0,0001 < NOEC \leq 0,001$	100	10
$0,0001 < C(E)L_{50} \leq 0,001$	1000	$0,00001 < NOEC \leq 0,0001$	1000	100
$0,00001 < C(E)L_{50} \leq 0,0001$	10000	$0,000001 < NOEC \leq 0,00001$	10000	1000
(continuar en intervalos de factor 10)		(continuar en intervalos de factor 10)		

[1] $C(E)L_{50}$: $C(E)_{50}$ o $C(L)_{50}$
- $C(E)_{50}$: Concentración efectiva media, es la concentración calculada estadísticamente, de una sustancia en el medio, que se espera que produzca un determinado efecto en el 50% de los organismos de experimentación de una población dada, bajo un conjunto de condiciones definidas.
- $C(L)_{50}$: Concentración letal media, es la concentración calculada estadísticamente, de una sustancia en el medio, que se espera produzca la muerte al 50% de los organismos de una población bajo un conjunto de condiciones definidas.

[2] NOEC (No Observed Effect Concentration): Concentración sin efecto observado (por sus siglas en inglés,), es la concentración de ensayo inmediatamente inferior a la concentración mínima con efecto adverso observado estadísticamente significativo.

[3] NRD: No rápidamente degradable

[4] RD: Rápidamente degradable

Tabla 2. Factores de multiplicación para componentes muy tóxicos de las mezclas.

la toxicidad aguda y la toxicidad crónica de la mezcla. En el caso de la toxicidad crónica, este factor M tiene en cuenta la rapidez de degradación de la mezcla.

Por consiguiente, cuando una mezcla contiene componentes clasificados en la categoría aguda 1 o crónica 1 (muy tóxicos) se puede aplicar uno de los criterios siguientes:

- El enfoque secuencial; es decir mediante la suma ponderada que se obtiene al multiplicar las concentraciones de componentes de la categoría aguda 1 y crónica 1 por el factor M, en lugar de sumar sin más los porcentajes. Esto significa que la concentración de "categoría aguda 1" en la columna izquierda de la tabla 3 y la concentración de "categoría crónica 1" en la columna izquierda de la tabla 4 se multiplican por el factor M apropiado. Los factores de multiplicación que han de aplicarse a estos componentes se definen usando el valor de toxicidad, tal como se indica en la tabla 2. Por tanto, para clasificar una mezcla compuesta por componentes de toxicidad aguda 1 o crónica 1, es necesario conocer el valor del factor M para aplicar el método sumatorio.
- Como alternativa también se puede usar la fórmula de adición (véase "Fórmula aditiva") cuando se disponga de datos de la toxicidad para todos los componentes muy tóxicos de la mezcla y existan pruebas convincentes de que todos los demás componentes, incluidos aquellos para los que no se dispone de datos de toxicidad aguda y/o crónica, son poco o nada tóxicos y no contribuyen de modo apreciable al peligro ambiental de la mezcla.

Clasificación en la categoría de toxicidad aguda 1

Se consideran los componentes que integran la mezcla y que están clasificados en la categoría aguda 1. Si la suma de las concentraciones (en porcentaje) de dichos componentes multiplicada por sus correspondientes factores M es igual o superior al 25%, la mezcla se clasificará en la categoría aguda 1 (véase tabla 3).

SUMA DE COMPONENTES CLASIFICADOS COMO:	LA MEZCLA SE CLASIFICA COMO:
Categoría aguda 1 x M* ≥ 25%	Aguda 1
**En la tabla 2 se indican los valores del factor M.*	

Tabla 3. Clasificación de mezclas en función de su peligro agudo, mediante la suma de los componentes clasificados.

Clasificación en las categorías de toxicidad crónica 1, 2, 3 y 4

La clasificación de mezclas en las categorías crónica 1 a 4 consiste en un procedimiento de escalado (véase tabla 4).

En primer lugar se consideran los componentes clasificados en la categoría crónica 1. Si la suma de las concentraciones (en porcentaje) de dichos componentes multiplicada por sus correspondientes factores M es igual o superior al 25%, la mezcla se clasificará como categoría crónica 1, y el proceso de clasificación habrá finalizado.

En los casos en que la mezcla no se ha clasificado en la categoría crónica 1, se considerará la clasificación de la mezcla en la categoría crónica 2. Una mezcla se clasificará en la categoría 2, si la suma de las concentraciones (en porcentaje) de todos los componentes clasificados en la categoría crónica 1 multiplicada por sus correspondientes factores M y multiplicada por 10, más la suma de las concentraciones (en porcentaje) de todos los componentes clasificados en la categoría crónica 2, es igual o superior al 25%.

Si la mezcla no se ha clasificado en la categoría cró-

SUMA DE COMPONENTES CLASIFICADOS COMO:	LA MEZCLA SE CLASIFICA COMO:
Categoría crónica 1 × M* ≥ 25%	Categoría crónica 1
(M × 10 × categoría crónica 1) + categoría crónica 2 ≥ 25%	Categoría crónica 2
(M × 100 × categoría crónica 1) + (10 × categoría crónica 2) + categoría crónica 3 ≥ 25%	Categoría crónica 3
Categoría crónica 1 + categoría crónica 2 + categoría crónica 3 + categoría crónica 4 ≥ 25%	Categoría crónica 4
**En la tabla 2, se indican los valores del factor M.*	

Tabla 4. Clasificación de mezclas en función de su peligro a largo plazo, mediante la suma de las concentraciones de sus componentes clasificados.

nica 1 o crónica 2, se considerará la clasificación de la mezcla en la categoría crónica 3. Una mezcla se clasificará la categoría 3, si la suma de las concentraciones (en porcentaje) de todos los componentes clasificados en la categoría crónica 1 multiplicada por sus correspondientes factores M y multiplicada por 100, más la suma de las concentraciones (en porcentaje) de todos los componentes clasificados en la categoría crónica 2 multiplicada por 10, más la suma de las concentraciones (en porcentaje) de todos los componentes clasificados en la categoría crónica 3, es igual o superior al 25%.

Finalmente, en aquellos casos en que la mezcla no se ha clasificado en las categorías crónicas 1, 2 o 3, se considerará la clasificación de la mezcla en la categoría crónica 4. La mezcla se clasificará en la categoría 4 si la suma de las concentraciones (en porcentaje) de los componentes clasificados en las categorías crónicas 1, 2, 3 y 4 es igual o superior al 25%.

Componentes sobre los que no se dispone de ninguna información utilizable

Cuando no exista información útil sobre la toxicidad acuática aguda o crónica de uno o más componentes relevantes, se concluirá que la mezcla no puede asignarse a una o más categorías definitivas. En esa situación, la mezcla se clasificará basándose sólo en los componentes conocidos, con la mención adicional en la etiqueta y en la ficha de datos de seguridad (FDS) de que: «Contiene x% de componentes de toxicidad desconocida para el medio ambiente acuático».

3. CLASIFICACIÓN DE MEZCLAS PELIGROSAS PARA LA CAPA DE OZONO

Se considera una única categoría de peligro para la capa de ozono, la categoría 1. Una mezcla se clasificará como peligrosa para la capa de ozono en función de la concentración de cada uno de sus componentes que estén asimismo clasificados como peligrosos para la capa de ozono (categoría 1). Se entienden como sustancias peligrosas para la capa de ozono aquellas que pueden suponer un peligro para la estructura o el funcionamiento de la capa de ozono estratosférico, incluyéndose las sustancias incluidas en el anexo I del Reglamento (CE) nº 1005/2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (véase tabla 5).

CLASIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA	CLASIFICACIÓN DE LA MEZCLA
Peligrosa para la capa de ozono (categoría 1)	C ≥ 0,1%

Tabla 5. Límites de concentración genéricos para los componentes de una mezcla, clasificados como peligrosos para la capa de ozono (categoría 1), que hacen necesaria la clasificación de la mezcla como peligrosa para la capa de ozono (categoría 1).

BIBLIOGRAFÍA

Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP), y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006. (https://www.boe.es/doue/2006/396/L00001-00852.pdf).

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA).
Documento de orientación sobre etiquetado y envasado de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1272/2008.
(http://echa.europa.eu/documents/10162/13562/clp_labelling_es.pdf).

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA).
Catálogo de clasificación y etiquetado de sustancias.
(http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl inventorydatabase).

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT).
RISKQUIM. Productos químicos: Identificación y clasificación de peligrosidad.
(http://calculadores.insht.es:86/).

Reglamento (CE) nº 1005/2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono
(https://www.boe.es/doue/2009/286/L00001-00030.pdf).

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

AÑO 2015

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.060

Fosos de inspección de vehículos: seguridad

Vehicle inspection pits: safety
Fosses de visite pour véhicules: sécurité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

La presente Nota Técnica de Prevención trata sobre la seguridad en el uso de los fosos de inspección de vehículos. Para ello se relacionan los riesgos y sus factores de riesgo y las medidas de prevención y protección correspondientes haciendo hincapié en las características técnicas de seguridad que deben reunir para su utilización segura así como las recomendaciones para cuando no están en servicio.

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 realización de trabajos de inspección, mantenimiento y reparación de vehículos requiere en numerosas ocasiones la utilización de fosos. El objeto principal de esta NTP es la seguridad de los trabajadores que los utilizan y la de los propios vehículos tanto al maniobrar para situarse como al salir de la zona perimetral. Para ello se describen las partes y características del foso, los riesgos y sus factores de riesgo y las medidas de prevención y protección correspondientes. Complementariamente se desarrollan otros aspectos tales como los EPI necesarios y la formación de los operarios.

2. DEFINICIÓN Y PARTES DE UN FOSO

Definición

Los fosos de inspección de vehículos son unas cavidades practicadas en la superficie del lugar de trabajo, normalmente son rectangulares y alargadas de una anchura adecuada para que permita a los vehículos situarse en su borde longitudinal con seguridad. Tienen una profundidad variable de hasta 2 m y disponen de una o dos escaleras de acceso situadas en uno o en ambos lados menores del foso o por un acceso lateral independiente. Ver figura 1.

Figura 1. Foso de inspección de vehículos

Partes

Las principales partes de los fosos de inspección de vehículos son:

- Foso
- Escaleras de acceso

El foso puede tener una longitud variable en función de la longitud del tipo de vehículos a inspeccionar. La anchura de la parte superior puede variar de 0,80 a 1 m y en su base puede incrementarse hasta 1,40 m. La altura varía de 1,80 a 2,00 m.

Las escaleras de acceso al foso suelen estar instaladas en uno o ambos extremos del foso. También puede estar instalada a un lado del foso con acceso al mismo mediante un paso inferior. Ver figura 2.

Figura 2. Escalera de acceso lateral

3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos y factores de riesgo asociados a los trabajos relacionados con los fosos de inspección de vehículos son:

- Caídas a distinto nivel de personas al interior del foso debidas a:
  - Circular por los bordes perimetrales del foso estando desprotegidos o resbaladizos por derrames

diversos de aceites, grasas, etc., posibilitando la caída a su interior.
  – Perder el operario el equilibrio al intentar pasar de un lado a otro del foso saltando sobre el mismo.
  – Realizar trabajos en la parte frontal o posterior del vehículo desde una plataforma auxiliar situada sobre el foso estando esta desprotegida.
  – Acceder al foso por la escalera de acceso estando esta desprotegida o resbalando por causas diversas.
  – Realizar trabajos de montaje o desmontaje de las planchas de cubrimiento del foso sin estar sujeto mediante un EPI anticaídas.
- Caídas al mismo nivel debidas a:
  – Circular por el suelo del foso resbaladizo debido a la presencia de grasa, aceite, cables, piezas diversas, etc. Ver figura 3.
  – Iluminación del foso insuficiente o deficiente.

Figura 3. Superficie de un foso resbaladiza.

- Caída de objetos o parte del vehículo en revisión al interior del foso debida a:
  – Carencia de protecciones laterales del foso.
  – Exceso de velocidad del vehículo o pasando por encima de las protecciones laterales por impericia de su conductor.
  – Un inflado deficiente o desequilibrado de las ruedas del vehículo.
  – Falta de orden.
  – Caída de piezas del vehículo en mal estado.
- Golpes en la cabeza debidos a:
  – Contacto con alguna parte del vehículo inspeccionado sin llevar el EPI adecuado.
  – Accidente causado por una mala entrada del vehículo al foso, cayendo parcialmente y pudiendo afectar al trabajador situado en el mismo.
- Contacto térmico debido a:
  – Existencia de piezas calientes sin utilizar el EPI correspondiente.
- Proyección de partículas en trabajos diversos debidos a:
  – Uso de herramientas de corte o soldadura sin utilizar el EPI correspondiente.
- Exposición a sustancias tóxicas debida a:
  – Fuga de diferentes fluidos o gases de escape del vehículo.
  – Utilización de productos químicos sin utilizar el EPI correspondiente.
- Incendio y/o explosión debidos a:
  – Presencia de productos inflamables, llama viva o chispas.
  – Utilización de recipientes portátiles de GLP dentro o en las proximidades del foso.
  – Concentración excesiva de productos explosivos.
- Contactos eléctricos debidos a:
  – Utilización de herramientas eléctricas portátiles sin la debida protección.
  – Tomas o cables eléctricos defectuosos.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

A continuación se desarrollan las medidas preventivas y de protección relativas a los riesgos y factores de riesgo citados.

Caídas a distinto nivel al interior del foso

Las caídas al interior del foso se pueden producir tanto cuando el mismo está en uso como cuando no está siendo utilizado. En ambos casos hay que adoptar medidas que impidan la posible caída a su interior del personal relacionado con su uso. Se desarrollan las medidas para ambos casos así como las características que deben reunir las pasarelas y las escaleras de acceso.

Foso no utilizado

Se deben instalar barreras físicas (barandillas, cadenas, barreras extensibles, etc.), que impidan la caída al interior del foso. Ver figura 4.

Figura 4. Zona de acceso al foso delimitada con barreras.

También se puede cubrir el foso mediante sistemas tales como planchas específicas que pueden ser fijas abatibles, móviles motorizadas, redes, lona de plástico, barandilla desplegable, etc. Ver figura 5a, 5b, 5c y 5d.

Las planchas o sistemas de cubrimiento deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser fáciles de colocar y de quitar.
- Ser suficientemente resistentes para soportar el peso de personas y de cualquier otra carga o vehículo susceptible de situarse sobre la misma. Se recomienda que tenga una resistencia a la ruptura de al menos 1.200 julios.
- Quedar fijadas de forma segura sobre el hueco del foso.
- Ser compatibles con cualquier otro accesorio instalado en el foso.

La forma de montaje y desmontaje de las planchas dependerá del tipo de cubrimiento. Para sistemas de cubrimiento mediante planchas independientes, las operaciones de montaje o desmontaje deben realizarse preferentemente situándose dos operarios sobre la superficie del local de trabajo a cada lado del foso y en su caso estando

a) Cubrimiento desde el interior. b) Foso cubierto mediante planchas. c) Foso cubierto mediante un sistema motorizado. d) Foso cubierto mediante red.

Figura 5. Sistemas de cubrimiento del foso (planchas y redes)

equipados con arneses de seguridad debidamente anclados. También se puede realizar desde el interior del foso por un solo operario dependiendo del tamaño y peso de las piezas. Ver figura 5a.

En caso de sistemas de cubrimiento automáticos, deben existir señales luminosas o sonoras que adviertan de que el sistema se está activando tanto durante el cierre como durante la apertura.

Foso utilizado

Se debe restringir el acceso a la zona del foso al personal ajeno al mismo.

Cubrir las zonas del foso no ocupadas por el vehículo con planchas u otros sistemas similares. Si esto no fuera posible se deberán tener previstas barreras físicas que impidan la aproximación a los bordes del foso de personas ajenas a los trabajos. Ver figuras 4 y 5.

Pasarelas

El paso de un lado a otro del foso debe estar totalmente prohibido. Para casos de fosos muy largos o que deban realizarse trabajos de revisión en la parte delantera o trasera del vehículo, deben habilitarse pasarelas provistas de barandillas resistentes. Ver figura 6.

Complementariamente debe existir una prohibición expresa de depositar sobre los sistemas de cubrimiento del foso objetos pesados de cualquier tipo o de circular sobre los mismos cualquier equipo de trabajo móvil como las carretillas elevadoras. Asimismo deben existir barreras físicas que impidan el acceso o avisos acústicos que adviertan a los conductores de equipos de trabajo de la existencia del foso.

Figura 6. Pasarela de paso o de trabajo sobre el foso.

Los bordes perimetrales del foso deben señalizarse mediante bandas de colores alternados contrastados y antideslizantes. Según determina el Real Decreto 485/1997, Anexo VII, apartado 2, los colores más adecuados deben ser bandas alternadas amarillas y negras con una inclinación de 45°, aunque también puede ser de color blanco y rojo. Ver figura 7.

Figura 7. Bordes perimetrales del foso señalizados con bandas alternadas antideslizantes.

Escaleras de acceso

Las escaleras de acceso al interior del foso deben estar limpias y libres de objetos. Los peldaños deben ser antideslizantes. En su parte superior debe existir una barandilla practicable en al menos uno de sus lados, que sobresalga de la superficie del lugar de trabajo como mínimo 90 cm. Ver figura 2.

Si el acceso existente es desde una escalera lateral, la misma debe estar protegida perimetralmente excepto por el lado de acceso. Ver figura 2.

Caídas al mismo nivel

Mantener la superficie de la base del foso limpia y libre de objetos.

Una vez finalizados los trabajos se deben retirar las piezas cambiadas, herramientas utilizadas y otros objetos del interior y alrededores del foso, pasarelas de trabajo y el resto de residuos producidos.

Las paredes del foso deben estar pintadas de colores claros.

La superficie de la base del foso debe ser antideslizante ya sea mediante pintura antideslizante, superficie rugosa, planchas metálicas antideslizantes perforadas para el caso derrames incontrolados o cualquier otro sistema equivalente. Ver figura 8.

Figura 8. Superficie del foso de plancha perforada antideslizante.

La iluminación en el interior del foso debe ser suficiente para realizar los trabajos con seguridad. En base al Real Decreto 486/1997, en su Anexo IV. Punto 3 sobre niveles mínimos de iluminación, en función de las exigencias visuales se recomienda un nivel lumínico mínimo de 500 lux a lo largo de todo el foso pudiendo ser complementado con equipos portátiles de iluminación. Ver figura 9.

Figura 9. Foso iluminado correctamente

Caída de objetos o de partes del vehículo a revisar al interior del foso

El acceso de los vehículos a la zona del foso, sólo la deberían realizar personas autorizadas y experimentadas, y a una velocidad inferior a 5 km/h. Las maniobras de entrada y salida deben estar dirigidas por un responsable de maniobras que además, debe comprobar la ausencia de personas u objetos en las proximidades del foso.

Los dos laterales del foso deben disponer de perfiles en "L" de 150 mm de altura de resistencia adecuada, fijada a la superficie del local que a la vez de servir de guía de acceso, impida que las ruedas de los vehículos se desvíen hacia el interior del mismo. Además, realizan la función de "rodapiés" evitando la caída de objetos al interior del foso. Los perfiles deben estar señalizados mediante franjas alternas inclinadas de color amarillo y negro con una inclinación de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el Real Decreto 485/1997, sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Anexo VII. Disposiciones mínimas relativas a diversas señalizaciones. Ver figura 10.

Figura 10. Vista de los dos perfiles de protección en "L" laterales.

Antes de entrar en la zona del foso se debe comprobar el inflado correcto de todas las ruedas del vehículo.

Todo el perímetro del foso debe estar libre de objetos, herramientas, etc.

Golpes en la cabeza

- El operario que realiza las revisiones debe ir provisto de casco de seguridad siempre que la evaluación de riesgos así lo determine.
- El operario no debe estar situado en el interior del foso durante la entrada o salida del vehículo a revisar.

Contacto térmico

- Utilizar guantes de protección.

Proyección de partículas en trabajos diversos

- Utilizar gafas de protección.

Exposición a sustancias tóxicas

- Realizar las revisiones con el motor del vehículo parado.
- Utilizar el EPI correspondiente.

Incendio y/o explosión

- Instalar un extintor adecuado en el interior del foso accesible y revisado periódicamente.
- Instalar en las proximidades del foso medios de extinción suplementarios.
- Prohibir o limitar los trabajos susceptibles de provocar chipas o llamas en el interior del foso.
- No utilizar recipìentes portátiles de GLP.
- Los equipos e instalaciones eléctricas deben tener las características específicas para su utilización en atmósferas explosivas.
- Instalar dispositivos de aspiración que renueven el aire del foso de 15 a 20 veces el volumen del mismo por hora.
- Instalar el número adecuado de detectores, cuando la evaluación de riesgos determine la posible existencia de CO en el foso.

Contactos eléctricos

- Utilización de herramientas eléctricas portátiles inalámbricas.
- Las tomas de corriente y los cables eléctricos deben mantenerse en perfecto estado.

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

En toda situación de trabajo o tarea en las que se haya identificado un riesgo, la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, determina que deberán evaluarse aquellos que no hayan podido ser evitados. El resultado de la evaluación de riesgos determinará la necesidad de las medidas preventivas y de protección entre las que destacan los EPI, siendo responsabilidad del empresario proporcionarlos a los trabajadores.

- Protección del cuerpo (ropa de trabajo).
- Protección de los pies (calzado de seguridad).
- Protección auditiva (tapones u orejeras).
- Protección de la cabeza (casco de protección contra impactos).
- Protección ocular (gafas y/o pantalla facial).
- Protección de las manos (guantes impermeables a los hidrocarburos aromáticos o no aromáticos).
- Protección contra caídas a distinto nivel (arnés de seguridad).

Los EPI que se utilicen serán conformes al Real Decreto 1407/1992, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual y el Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Los operarios relacionados con los trabajos desde un foso de inspección, deben estar formados e informados sobre los siguientes aspectos relacionados con la seguridad:

- Correcta colocación del vehículo a inspeccionar sobre el foso.
- Acceso seguro al foso.
- Orden y limpieza de la superficie y zonas perimetrales del foso.
- Utilización de los EPI necesarios para cada riesgo.
- Una vez finalizados los trabajos dejar el foso en modo seguridad (cubrimiento, colocación de barreras físicas, activación de los sistemas de señalización, etc.)

Las instrucciones de utilización segura de los fosos de revisión de vehículos, deben estar a la vista en un lugar accesible y próximo al mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Legislación

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP), modificado por el Real Decreto 604/2006.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas en la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

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

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

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

Normativa técnica

UNE-EN ISO 14122-3:2002/A1:2010. Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 3: Escaleras, escalas de peldaños y guardacuerpos.
AENOR

NF P08-301:1991. Ouvrages verticaux des constructions. Essais de résistance aux chocs. Corps de chocs. Principe et modalités générales des essais de choc.
AFNOR

Recommandations pour l´utilisation, l´aménagement et la renovation des fosses de visite pour véhicules et engins. Comité Technique National des Industries de la Métalurgie. R.468.
INRS 2012

Health and safety in motor vehicle repair and associated industries.

Health and Safety Executive. 2009

Imágenes cedidas por la Empresa**: SPF. System S.L.** Asturias

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.061

Aplicación de los escenarios de exposición del Reglamento REACH en la PRL

Application of the exposure scenarios of the REACH Regulation on the safety and health of workers at work
Application des scénarios d´exposition du Règlement REACH dans la prévention des risques du travail

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:
Fernando Sanz Albert
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSHT

Colaboradores:
Encarnación Sousa Rodríguez
Virginia Gálvez Pérez
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSHT

Enrique Gadea Carrera
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

La presente Nota Técnica de Prevención (NTP) describe la aplicación que tienen los Escenarios de Exposición (ES), que en los términos establecidos en el Reglamento REACH deben acompañar a las Fichas de Datos de Seguridad (FDS), en la evaluación y la prevención de los riegos relacionados con los agentes químicos en los lugares de 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

El *Reglamento (CE) 1907/2006 sobre el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias y preparados químicos* (Reglamento REACH), constituye un nuevo modelo de producción y consumo responsable de los productos químicos, cuyo objetivo es garantizar un elevado nivel de protección de la salud humana y el medio ambiente, así como la libre circulación de sustancias químicas en la Unión Europea.

En el año 2010 el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) publicó una Nota Técnica de Prevención (NTP) con objeto de exponer y divulgar los aspectos más destacables del Reglamento REACH (NTP nº 871). En dicha NTP se señalaba la obligación de los solicitantes de registro (generalmente fabricantes e importadores) de cumplimentar un **informe sobre la seguridad química** (en adelante ISQ) que acompañará a la solicitud de registro de todas las sustancias fabricadas o importadas en **cantidades anuales iguales o superiores a 10 toneladas por solicitante de registro**. Dicho ISQ debe detallar los peligros para la salud humana, e incluirá, además, una evaluación de la exposición y una caracterización del riesgo, desarrollando los correspondientes **escenarios de exposición** (en adelante ES) con la estimación de la exposición para los trabajadores, los consumidores y el medioambiente. Cuando en los términos indicados sea preceptivo el ISQ, los ES se incorporarán, como anexo, a la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) de la sustancia o mezcla, dando lugar a una **FDS ampliada**.

En las actividades en las que se ponga a disposición de los trabajadores sustancias químicas, a la hora de evaluar y prevenir el riesgo laboral por exposición a dichas sustancias, la información recogida en los ES constituye una importantísima ayuda para cumplir con las obligaciones derivadas del *RD 374/2001, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*.

El objetivo principal de esta NTP es aportar orientaciones dirigidas a las empresas usuarias de sustancias químicas (las cuales se consideran *usuarios intermedios* conforme al Reglamento REACH) para aplicar la información recogida en los ES en la evaluación y prevención de riesgos laborales de los trabajadores expuestos a dichas sustancias. De forma particular, esta NTP persigue los siguientes objetivos específicos:

a) Explicar el origen, qué son y cuál es el contenido de los ES.
b) Contribuir a la interpretación de la información aportada por los ES para su utilización en la evaluación del riesgo laboral y en la planificación de la actividad preventiva, conforme al RD 374/2001.
c) Aportar, mediante el desarrollo de un supuesto, orientaciones prácticas para la utilización de la información de los ES en la evaluación y la prevención de los riesgos laborales.

Debe tenerse en cuenta que para cumplir con los citados objetivos se hará mención a ciertas obligaciones de los solicitantes de registro de sustancias químicas. Sin embargo, esto únicamente se hace con el fin de aclarar algunos conceptos relacionados con los ES, principalmente relativos a su origen, definición y finalidad. No entra dentro del alcance de esta NTP aportar orientaciones para el registro de sustancias químicas ni los aspectos medioambientales relacionados con los ES. Para construir los ES

el solicitante de registro puede consultar diversas guías y documentos elaborados por la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA), los cuales se incluyen en el apartado de *Referencias* de esta NTP.

2. ORIGEN, DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA DE LOS ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN

Origen y definición de los ES: obligación del solicitante de registro de evaluar la seguridad química

El artículo 14 del Reglamento REACH determina que se deberá llevar a cabo una evaluación de la seguridad química y se deberá cumplimentar un ISQ para todas las sustancias supeditadas a registro en cantidades anuales iguales o superiores a 10 toneladas por solicitante de registro, considerando siempre las salvedades previstas en el citado artículo y el calendario de aplicación del Reglamento[1]. Esta obligación recae esencialmente en los fabricantes o importadores de sustancias químicas. En el ISQ se documentará la evaluación sobre la seguridad química de la sustancia, que se llevará a cabo conforme al anexo I del Reglamento REACH.

El objetivo del ISQ es evaluar y documentar que los riesgos procedentes de las sustancias químicas que se fabrican o importan están adecuadamente controlados durante su fabricación y su propio uso o usos, y que los agentes en las siguientes fases de la cadena de suministro pueden controlar dichos riesgos. La evaluación de la seguridad química se fundamenta en la comparación de los posibles efectos negativos de una sustancia con la exposición razonablemente previsible o conocida del ser humano y del medio ambiente a dicha sustancia, teniendo en cuenta las medidas de gestión de riesgos aplicadas y recomendadas, así como las condiciones operativas. De esta forma, se está aportando información no sólo sobre la peligrosidad de la sustancia, sino también sobre la exposición y el riesgo que supone su uso considerando las condiciones en que previsiblemente se utilizará.

La evaluación de la seguridad química consta de las siguientes etapas: valoración del peligro, evaluación de la exposición y caracterización del riesgo.

Etapa 1: Valoración del peligro

La valoración del peligro debe incluir la valoración del peligro para la salud humana, la valoración del peligro fisicoquímico, la valoración del peligro para el medio ambiente y la valoración PBT (persistente, bioacumulable y tóxica) y MPMB (muy persistente y muy bioacumulable). Desde el punto de vista de la exposición laboral a sustancias químicas tienen interés las dos primeras valoraciones:

- Valoración del peligro para la salud humana: El objetivo de la valoración del peligro para la salud humana es determinar la clasificación y etiquetado de las sustancias y obtener los niveles máximos de exposición a la sustancia sin efecto para las personas; dichos niveles

	DNEL	VLA
Referencia normativa	REACH	RD 374/2001
Establecimiento	Fabricantes/ importadores a partir de investigaciones científicas	Grupo técnico/ científico con participación del INSHT y CCAA
Criterios	Información toxicológica a partir de estudios publicados o no	Información toxicológica a partir de estudios publicados
Revisión	ECHA	CNSST
Carácter	Privado/ empresarial	Oficial/ institucional
Utilización	Evaluar la seguridad química de la sustancia caracterizando el riesgo de cada escenario de exposición, dando lugar a las condiciones operativas y medidas de gestión del riesgo necesarias	Evaluar el riesgo de los trabajadores expuestos a agentes químicos por comparación con la exposición calculada, dando lugar a las medidas de prevención oportunas
Publicación	ISQ y FDS ampliada	Documento sobre Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España (Publicación anual)
Vías de exposición	Oral, cutánea, inhalatoria	Inhalatoria
Población para la que se determina	Trabajadores, consumidores, población expuesta indirectamente, colectivos sensibles (niños, mujeres embarazadas, etc.)	Trabajadores

Tabla 1. Principales diferencias entre DNEL y VLA

1. *La fecha límite de registro de las sustancias en cantidades entre 1 y 100 toneladas/ año es el 1 de junio de 2018. A partir de dicha fecha, para sustancias fabricadas o importadas en cantidades anuales iguales o superiores a 10 toneladas por solicitante de registro, se deberá elaborar y presentar el ISQ conforme al Reglamento REACH.*

se conocen como *niveles sin efecto derivado* (DNEL). Para ello, se valora la información disponible no relativa a la especie humana y la relativa a la especie humana. En la determinación del DNEL se reflejarán las vías más probables, duración y frecuencia de la exposición. Cuando así lo justifique el o los ES (los cuales se determinan en la siguiente etapa), podrá ser suficiente un único DNEL. No obstante, teniendo en cuenta la información disponible y el o los ES que se determinen, puede resultar necesario identificar diferentes DNEL para cada sector de la población expuesta (trabajadores, consumidores, personas expuestas indirectamente, etc.), así como para diversas vías de exposición (oral, cutánea e inhalatoria).
Aunque el DNEL y los valores límite ambientales (VLA) son conceptualmente comparables, se diferencian en diversos aspectos (Tabla 1). Como se verá más adelante, los valores DNEL son utilizados por los fabricantes / importadores para la caracterización del riesgo asociado a cada ES, lo que permite establecer las medidas de gestión del riesgo para cada uno de ellos; mientras que los VLA son utilizados por los empresarios para evaluar el riesgo laboral por exposición a agentes químicos por vía inhalatoria y, en consecuencia, establecer las medidas preventivas oportunas conforme al RD 374/2001.

- Valoración del peligro fisicoquímico: Se valoran, como mínimo, los efectos potenciales para el ser humano derivados de las propiedades explosivas, inflamables o comburentes de la sustancia. Para cada una de las propiedades fisicoquímicas, se estima la capacidad intrínseca que tiene la sustancia para causar efecto como resultado de la fabricación y usos especificados.

Etapa 2: Evaluación de la exposición

El objetivo de la evaluación de la exposición es realizar el cálculo cuantitativo o la estimación cualitativa de la dosis o concentración de la sustancia a la que las personas están expuestas en relación con los peligros valorados en la etapa anterior. Para ello, se elaboran los ES y posteriormente se calcula la exposición para cada uno de ellos:

- Elaboración de los ES: Se define *escenario de exposición* como el *conjunto de condiciones que describen el modo en que la sustancia se fabrica o se utiliza durante el ciclo de vida, así como el modo en que el fabricante o importador controla o recomienda a los usuarios que controlen la exposición de la población y del medio ambiente.* Este conjunto de condiciones contiene una descripción de las medidas de gestión de riesgos y de las condiciones operativas que el fabricante o importador establece y recomienda aplicar a los usuarios intermedios[2]. Por lo tanto, un ES puede abarcar una gran variedad de procesos o usos.
  La FDS de las sustancias que requieren ISQ, la cual llegará al usuario intermedio a través de la cadena de suministro, estará acompañada de un anexo en el que se incluirán los ES en los que, fruto de la caracterización del riesgo, se ha demostrado que los riesgos para la salud humana están adecuadamente controlados, indicando las condiciones operativas y las medidas de gestión del riesgo necesarias (relativas a los procesos, duración y frecuencia de exposición, instalaciones y equipos de protección individual necesarios, etc.).
- Cálculo de la exposición: Para cada uno de los ES desarrollados, el fabricante o importador calcula la exposición, cuyos resultados se resumen en la FDS ampliada que llegará al usuario intermedio, a través de la cadena de suministro, por medio de su proveedor. Para calcular la exposición se estimarán los niveles de exposición de cada uno de los sectores de población expuesta (trabajadores, consumidores, personas sometidas a exposición indirecta, etc.), contemplando todas las vías de exposición (oral, cutánea e inhalatoria) y considerando aspectos tales como la cantidad de sustancia asociada al uso identificado, las medidas de gestión del riesgo utilizadas o recomendadas, la duración y frecuencia de la exposición, etc.

Etapa 3: Caracterización del riesgo

Para cada ES contemplado en la etapa anterior el fabricante o importador caracteriza el riesgo mediante la comparación de la exposición de cada grupo de población expuesta con los DNEL establecidos y evaluando la probabilidad y la gravedad de un acontecimiento producido como consecuencia de las propiedades fisicoquímicas de la sustancia. Para cada uno de los ES, se considerará que el riego para las personas está controlado cuando los niveles de exposición no superen el DNEL y la probabilidad y gravedad de un acontecimiento producido como consecuencia de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias sean insignificantes. Cuando no haya sido posible determinar un DNEL, se realizará una evaluación cualitativa para estimar la probabilidad de evitar los efectos contra la salud humana al aplicar el ES.

Contenido, estructura y formato de los ES

Es decisión del solicitante de registro elegir el formato de los ES que incluirán en el ISQ, siempre y cuando se ajuste a lo indicado en el Anexo I del Reglamento REACH. Por su parte, la ECHA aporta orientaciones con objeto de facilitar una estructura ordenada de la información relevante de los ES.

La ECHA propone componer los ES a partir de diferentes *escenarios de exposición contributivos*, los cuales describen diversos usos dentro de un mismo ES, es decir determinan condiciones concretas de uso para procesos o actividades concretas dentro de un mismo escenario de exposición (por ejemplo, *un ES de una determinada sustancia se podría referir a la exposición de los trabajadores durante la fabricación de la sustancia, a su vez, dicho escenario puede constar de diversos escenarios contributivos relativos a la exposición en condiciones de uso específicas: fabricación en procesos cerrados sin probabilidad de exposición, fabricación en procesos continuos cerrados con exposición ocasional, transferencias de o hacia grandes contendores, etc.*). En este sentido, la ECHA facilita distintos formatos estándar de ES (que no es obligatorio seguir por parte del solicitante de registro, aunque sí recomendable), relacionados con distintas actividades asociadas con la sustancia. En cualquiera de los formatos estándar recomendados, el contenido de los ES que se incluye en la FDS ampliada es

2. *El REACH define usuario intermedio como toda persona física o jurídica establecida en la Comunidad, distinta del fabricante o el importador, que use una sustancia, como tal o en forma de mezcla, en el transcurso de sus actividades industriales o profesionales. Los distribuidores o los consumidores no son usuarios intermedios. Los usuarios intermedios pueden ser formuladores, usuarios finales, fabricantes de artículos, trasvasadores, etc. Considerando su alcance, la presente NTP se centra en las obligaciones que tienen los empresarios que ponen a disposición de los trabajadores sustancias químicas con fines profesionales o industriales.*

el siguiente (se omiten las partes relativas a la exposición medioambiental):

- Título del ES. Describe los usos previstos de la sustancia que están cubiertos en el ES, para ello se utilizan *descriptores de uso estándar* establecidos por la ECHA, los cuales sirven para armonizar la denominación del uso de las sustancias.
- Condiciones que afectan a la exposición para la salud. Incluyen las medidas operativas y medidas de gestión del riesgo que se han evaluado y se ha considerado que afectan a la exposición de los trabajadores o consumidores. Estas condiciones pueden incluirse en uno o varios ES contributivos. Esta sección incluye varios subepígrafes que indican el tipo de condiciones operativas y medidas de gestión del riesgo. Estas medidas de gestión del riesgo se clasifican siguiendo el orden jerárquico determinado por la *Directiva 98/24/CE, de 9 de abril, relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo* , transpuesta a la legislación española por el RD 374/2001.
- Estimación de la exposición y método de evaluación de la exposición utilizada por el solicitante de registro. Esta sección aporta información relacionada con la estimación de la exposición y la caracterización del riesgo. Esta información puede indicarse con datos numéricos (por ejemplo, nivel de exposición calculado o índice de caracterización del riesgo –siendo este la relación entre la exposición y el DNEL-) o con una referencia a esos datos (por ejemplo, un enlace a Internet). Se recomienda que el solicitante de registro indique también qué métodos o herramientas ha utilizado para obtener las estimaciones de la exposición.
- Orientaciones destinadas a los usuarios intermedios para interpretar los límites del ES[3]. Esta sección aporta información sobre cómo determinar si un usuario intermedio trabaja cumpliendo las condiciones de uso establecidas en el ES (obligación que, como veremos más adelante, tienen los usuarios intermedios en relación con los ES). Esta información puede ser especialmente relevante si las medidas y condiciones que contribuyen al control del riesgo pueden combinarse de varias maneras en un ES y dichas combinaciones se pueden describir mediante alguna herramienta o método específico.

Además de lo anterior, si el solicitante de registro desea realizar recomendaciones adicionales sobre la forma de controlar o evitar riesgos en la práctica, pero estas medidas no son necesarias para demostrar el control del riesgo según define el Reglamento REACH, deberá utilizarse otro campo de información, fuera del ES, en el ISQ y en la FDS ampliada.

3. COMPROBACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN POR EL USUARIO INTERMEDIO

En función del tipo de usuario intermedio de que se trate, estos pueden adquirir distintas obligaciones determinadas en el Reglamento REACH. No obstante, con carácter general, todo usuario intermedio debe identificar y aplicar las medidas adecuadas incluidas en su ES o, en su caso, adoptar alternativas que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores (ver Figura 1).

3. Esta sección no se incluye en el ISQ que elabora el solicitante de registro, únicamente se incluye en la FDS ampliada.

Cuando el usuario intermedio recibe de su proveedor la FDS ampliada debe comprobar si alguno de los ES previstos en el anexo, en los que se demuestre que el riesgo está controlado, cubre su uso propio. Para ello, previamente debe recopilar información sobre las condiciones de uso propias. Si el usuario intermedio comprueba que las condiciones de uso seguro previstas en el ES no incluyen sus condiciones de uso reales dispone, fundamentalmente, de las siguientes opciones:

- **Opción 1**- Sustituir el proceso por otro que no requiera la sustancia o sustituir la sustancia por otra que no presente peligro o que disponga de un ES que cubra sus condiciones de uso.
- **Opción 2**- Encontrar otro proveedor que suministre la sustancia con un ES que cubra el uso propio.
- **Opción 3**- Adaptar las condiciones de uso a las descritas en alguno de los ES previstos que demuestran que el riesgo está controlado.
- **Opción 4**- Notificar su uso a su proveedor para que se incluya como uso identificado en un ES.
- **Opción 5**- Preparar un ISQ para registrar el uso propio. En el anexo XII del Reglamento REACH, se describe el proceso que seguirá el usuario intermedio a la hora de evaluar la seguridad química de las sustancias y elaborar el correspondiente ISQ. En todo caso, el ISQ elaborado por el usuario intermedio incluirá una declaración que indique que dicho usuario aplica las medidas de gestión del riesgo establecidas en los ES pertinentes para su uso propio y que las medidas de gestión descritas en los ES para los usos identificados se transmiten a los agentes posteriores de la cadena de suministro.

Adicionalmente a las opciones descritas, en ocasiones las medidas y condiciones que contribuyen al control del riesgo pueden combinarse de varias maneras en un ES. En este caso, el usuario intermedio deberá verificar si las condiciones que aseguran el control del riesgo se pueden conseguir también con una combinación de otros valores numéricos. En este sentido, las referencias indicadas por el solicitante de registro respecto a las herramientas o métodos utilizados para evaluar la exposición, los factores modificadores aplicables, el escalado lineal, etc. pueden ayudar al usuario intermedio para determinar si opera dentro de los límites del ES o a buscar condiciones compensatorias que aseguren que el riesgo está controlado. Por ejemplo, *el ES de una sustancia cubre su uso en concentración < 10%, sin embargo el uso propio que la empresa hace de la sustancia es en una concentración del 25%. Esta circunstancia podría compensarse si se reduce suficientemente el tiempo de exposición y las herramientas de cálculo que, en su caso, aporte el fabricante de la sustancia demuestran que dichas medidas compensatorias garantizan que la exposición a la sustancia está en niveles seguros cubiertos por el ES*.

4. ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES CONFORME AL REAL DECRETO 374/2001

La evaluación de riesgos laborales por exposición a agentes químicos consiste esencialmente en la obtención de información sobre dos cuestiones: la peligrosidad de la sustancia química y la exposición a la misma. Esta información permite al empresario estimar la magnitud del riesgo y adoptar las medidas preventivas oportunas, conforme se establece en el RD 374/2001. En este sentido, los ES aportan información no sólo respecto a la

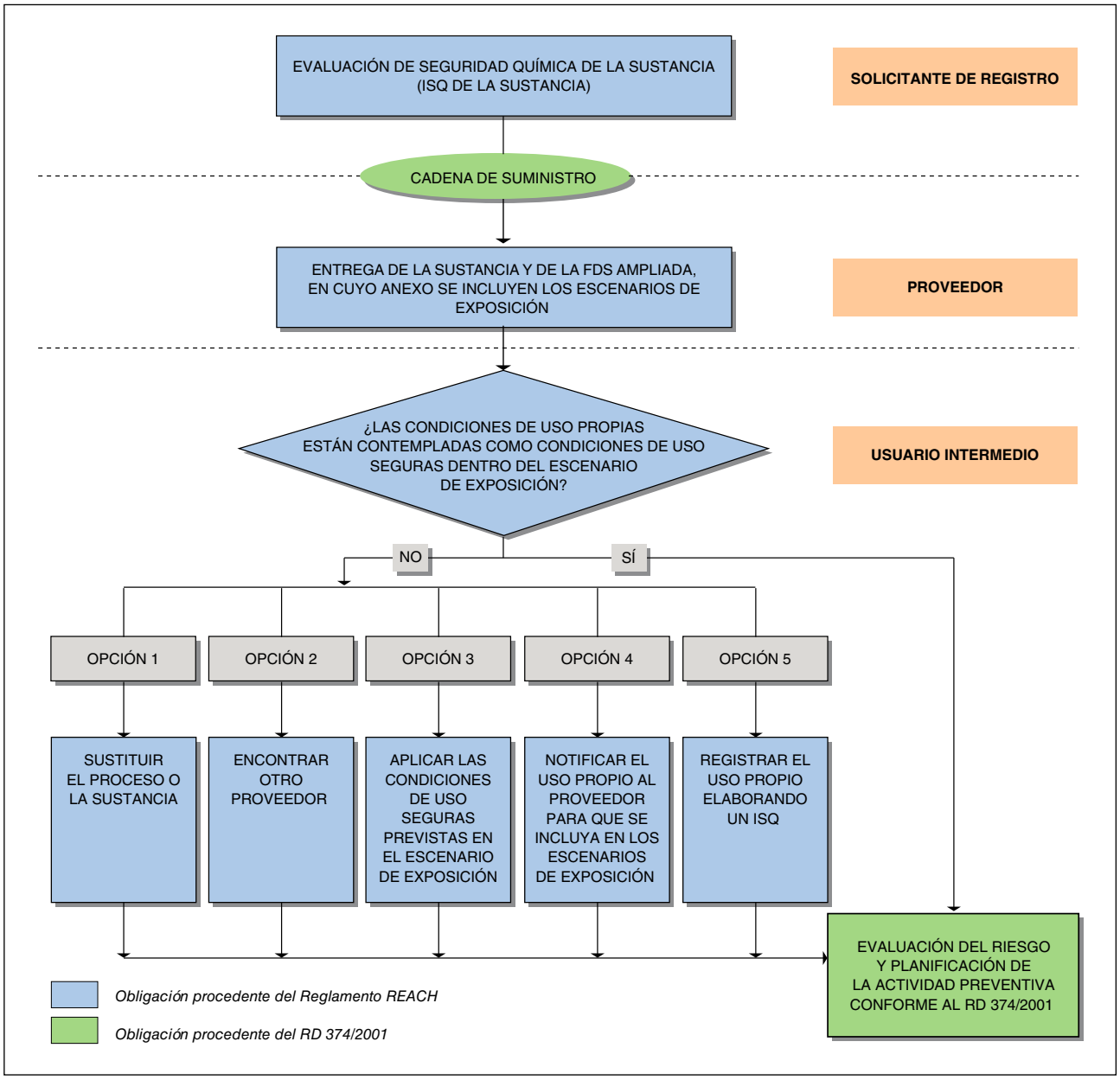


Figura 1. Esquema de comprobación de los escenarios de exposición y opciones a adoptar.

peligrosidad intrínseca de la sustancia, sino también respecto a la exposición esperada. Por lo tanto, a tenor de lo comentado en el apartado anterior, la comprobación de los ES debe entenderse como una etapa que enriquece la información necesaria para realizar la evaluación de riesgos laborales, si bien, dicha evaluación debe contemplar otros métodos de evaluación de la exposición que consideren y analicen, tal como se indica en el artículo 3.1.b) del RD 374/2001, los valores límites ambientales y, en su caso, biológicos. Estos métodos de evaluación son descritos en el apéndice 4 de la *Guía Técnica del INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*, donde se indica en qué casos se requiere realizar mediciones y en cuales se pueden aplicar métodos cualitativos o simplificados.

En dicho apéndice, se señala que la *Norma UNE-EN 689:1996 Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición* propone tres etapas diferenciadas y consecutivas para la evaluación de la exposición: estimación inicial, estudio básico y estudio detallado (véase la NTP 935). La estimación inicial de la exposición utiliza la información sobre la peligrosidad de los agentes químicos y la observación del puesto de trabajo para estimar el nivel de riesgo, pudiéndose utilizar en esta fase los ya mencionados modelos cualitativos. En el estudio básico se realizan valoraciones en las que, como apoyo, el técnico utiliza datos objetivos, como, por ejemplo, mediciones anteriores o mediciones en procesos de trabajo comparables, entre otros. Por lo tanto, dentro de este estudio básico podría incluirse la comprobación de los ES. En la estimación inicial y el estudio básico, cuando se dan la circunstancias adecuadas (véase el citado apéndice 4 de la Guía Técnica del INSHT), ya pueden extraerse conclusiones sobre el riesgo que presenta la exposición en base a estimaciones, mientras que la evaluación detallada comprende la medición de las concentraciones ambientales en el lugar de trabajo a evaluar y

la comparación con el valor límite. Esta etapa requiere una estrategia de medición y tratamiento estadístico para obtener una información válida y fiable de la exposición necesaria; por ejemplo, cuando es esperable que la exposición esté próxima al valor límite.

Por lo tanto, tras el análisis de los ES y, en su caso, tras adoptar las alternativas oportunas de las descritas en el apartado 3 de esta NTP, el empresario continuará la evaluación del riesgo laboral por exposición a agentes químicos conforme al artículo 3 del RD 374/2001, realizando mediciones cuando sea pertinente, y determinará las medidas preventivas, de protección y de vigilancia de la salud conforme a los artículos 4, 5 y 6 de dicho RD

Es preciso destacar que, con carácter adicional a lo indicado en los párrafos anteriores, el empresario debe garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban la formación e información adecuada sobre los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos, conforme se establece en el artículo 9 del RD 374/2001. En este sentido, los trabajadores y sus representantes tendrán acceso a la información contenida en la FDS, relativa a aquellas sustancias o mezclas que utilicen o a los que pueden verse expuestos en el transcurso del trabajo.

5. SUPUESTO PRÁCTICO: APLICACIÓN DE UNA SUSTANCIA QUÍMICA PARA LA IGNIFUGACIÓN DE EDIFICIOS

Observación preliminar: *Este supuesto y los ejemplos que lo desarrollan se han inspirado en experiencias reales y en documentos de la ECHA con el único objetivo de servir de orientación para la aplicación de los criterios expuestos respecto al uso de los ES a la hora de evaluar y prevenir los riesgos laborales. Para una mejor compresión de las actuaciones a realizar, se han simplificado las características de la sustancia, las condiciones de uso y la información que se aporta en los ES. En ningún caso deberán entenderse las acciones descritas en este supuesto como una relación exhaustiva de actuaciones a realizar ni como la única solución posible ante las distintas situaciones que se puedan presentar en cada caso. Ante las situaciones reales que se puedan presentar, los criterios descritos en esta NTP deben complementarse con el criterio técnico- preventivo para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a los productos químicos.*

Descripción del supuesto

La actividad de la empresa IGNIFUGACIÓN, S.L. es aplicar revestimientos resistentes al fuego sobre estructuras de hormigón y acero (tanto en el interior como en el exterior de edificios) mediante una máquina de proyección especial para morteros. Para ello, la SUSTANCIA A se incorpora en la mezcla en la concentración establecida por el fabricante y se aplica durante un tiempo medio de 4 h al día sin utilizar equipo de protección de las vías respiratorias.

*En el apartado 2 de la FDS de la SUSTANCIA A, sobre la identificación del peligro, se clasifica a la sustancia como **toxica aguda por inhalación categoría 3**, y se le asigna la indicación de peligro **H331**. En el anexo a dicha FDS de seguridad se incluye el ES relativo a la "**Aplicación profesional**" de dicha sustancia.*

*Dentro del ES sobre la aplicación profesional de la sustancia **sólo se contempla la aplicación manual al aire libre** mediante equipos de proyección; sin embargo, **el uso en lugares de trabajo cerrados no está cubierto**, por lo que el ES no demuestra que el riesgo asociado a la aplicación en el interior de edificios esté controlado. El responsable de las aplicaciones, asesorado por su servicio de prevención, analiza las condiciones de uso propias de la sustancia para compararlas con la información aportada en el ES.*

Comprobación de los ES: aplicación en el exterior de edificios

Dentro del ES "Aplicación profesional" se encuentra el escenario de ES contributivo "Aplicación por medios manuales al aire libre mediante equipos de proyección", el cual cubre, a priori, uno de los usos habituales de IGNIFUGACIÓN, S.L. Dentro de dicho escenario de exposición contributivo, se aportan los siguientes datos de exposición en la tabla 2.

En principio, el uso que la empresa hace del producto en el exterior de edificios está cubierto por el ES. Sin em-

**ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN:
APLICACIÓN POR MEDIOS MANUALES AL AIRE LIBRE MEDIANTE EQUIPOS DE PROYECCIÓN**

Supuestos de exposición	Concentraciones de exposición (mg/m³)		Relación entre la exposición y los efectos sistémicos agudos a largo plazo (DNEL = 43,7 mg/m³)		Relación entre la exposición y los efectos locales agudos (DNEL = 34,5 mg/m³)		Relación entre la exposición y los efectos locales a largo plazo (DNEL = 12,3 mg/m³)	
DURACIÓN	SIN EPI RESPIRATORIA	CON EPI RESPIRATORIA (media eficacia)	SIN EPI RESPIRATORIA	CON EPI RESPIRATORIA (media eficacia)	SIN EPI RESPIRATORIA	CON EPI RESPIRATORIA (media eficacia)	SIN EPI RESPIRATORIA	CON EPI RESPIRATORIA (media eficacia)
4-8 h	112,43	6,48	2,57	0,14	3,25	0,18	9,14	0,52
0-4 h	65,90	4,12	1,50	0,09	1,91	0,11	5,35	0,33

Tabla 2.

bargo, se deben analizar las condiciones concretas y las medidas de gestión del riesgo indicadas en el ES para comprobar que dichas medidas también están implantadas durante la aplicación de la sustancia por parte de IGNIFUGACIÓN, S.L. En el ES se incluye como medida gestión del riesgo en la aplicación al aire libre, entre otras, la utilización de equipos de protección de las vías respiratorias con filtro de partículas de media eficacia (clase P-2). Hasta la fecha, era habitual aplicar el producto sin ningún tipo de protección. Se observa que, conforme a los datos recogidos en el ES relativo a la aplicación en el exterior de edificios, la aplicación durante 4 h de esta sustancia sin ningún tipo de protección implica una exposición que superan los DNEL por vía inhalatoria de la sustancia (ver datos resaltados en color rojo en la tabla). Los resultados obtenidos de la aplicación de métodos cualitativos es coherente con esta valoración, mostrándose que sin uso de EPI de las vías respiratorias el riesgo es alto. Ante esta situación se decide poner a disposición de los trabajadores los equipos de protección de las vías respiratorias señalados en el ES, en cuyo caso la exposición está por debajo de los DNEL (ver datos resaltados en color verde en la tabla).

Comprobación de los ES: aplicación en el interior de edificios

El uso de la SUSTANCIA A en el interior de locales no está contemplado en el ES recibido por IGNIFUGACIÓN, S.L. Antes de plantearse ninguna acción concreta, IGNIFUGACIÓN, S.L. notifica esta circunstancia a su proveedor y le solicita una versión del ES que cubra la aplicación en lugares de trabajo cerrados. Ante esta solicitud, el proveedor de la SUSTANCIA A remite a IGNIFUGACIÓN, S.L. una nueva versión del ES que contempla, además de la aplicación al aire libre, la aplicación en el interior de locales. Los datos de exposición en la aplicación en el interior de edificios que recoge el nuevo escenario de exposición son los que se muestran en la tabla 3.

En el ES facilitado por el proveedor para la aplicación de la SUSTANCIA A en locales cerrados durante 4 h se observa que, a pesar de utilizar EPI de las vías respiratorias, en el caso de no utilizar sistemas de ventilación forzada adecuados la exposición está muy cercana al DNEL para efectos locales a largo plazo (ver datos resaltados en color amarillo en la tabla). Considerando esta circunstancia, y que la aplicación de métodos cualitativos en dichas condiciones indica que el riesgo es moderado, el servicio de prevención considera que, además de EPI de las vías respiratorias, se deben utilizar sistemas portátiles de extracción forzada, con las características indicadas en el ES, para los trabajos en locales cerrados. Sin embargo, el responsable de estos trabajos indica que, aunque la instalación de estos sistemas es técnicamente viable en la mayoría de los casos y valora muy oportuna dicha medida, en algunas ocasiones la limitación del espacio donde se trabaja no permite utilizar sistemas de extracción (huecos de ascensor, pequeñas buhardillas, etc.). Ante dicha dificultad, se decide que en aquellos locales donde no se puedan instalar los sistemas de extracción forzada se realizarán mediciones para comprobar que no se superan los VLA o, en caso de que se superen, adoptar nuevas medidas que reduzcan la exposición.

Evaluación del riesgo laboral y planificación de la actividad preventiva conforme al Real Decreto 374/2001

Tal como se ha descrito, tras el análisis realizado de los ES, IGNIFUGACIÓN, S.L. ha adoptado las medidas necesarias para que las condiciones reales de aplicación estén cubiertas por dichos ES. Por otra parte, además de facilitarles la información sobre la FDS, se imparte a los trabajadores la formación necesaria para la correcta utilización de los equipos de protección de las vías respiratorias y de los sistemas portátiles de extracción.

Adicionalmente, para aquellos casos en los que, tras la aplicación de métodos cualitativos, la comprobación

ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN: APLICACIÓN POR MEDIOS MANUALES EN INTERIOR MEDIANTE EQUIPOS DE PROYECCIÓN

Supuestos de exposición		Concentraciones de exposición (mg/m³)		Relación entre la exposición y los efectos sistémicos agudos a largo plazo (DNEL = 43,7 mg/m³)		Relación entre la exposición y los efectos locales agudos (DNEL = 34,5 mg/m³)		Relación entre la exposición y los efectos locales a largo plazo (DNEL = 12,3 mg/m³)	
DURACIÓN	VENTILACIÓN FORZADA	SIN EPI RESPIRATORIA	CON EPI RESPIRATORIA (media eficacia)	SIN EPI RESPIRATORIA	CON EPI RESPIRATORIA (media eficacia)	SIN EPI RESPIRATORIA	CON EPI RESPIRATORIA (media eficacia)	SIN EPI RESPIRATORIA	CON EPI RESPIRATORIA (media eficacia)
4-8 h	No	486,5	35,42	11,13	0,81	14,10	1,02	39,55	2,87
	Sí	39,24	2,45	0,89	0,05	1,13	0,07	3,19	0,19
0-4 h	No	187,14	11,7	4,28	0,26	5,42	0,33	15,21	0,95
	Sí	19,02	1,24	0,43	0,02	0,55	0,03	1,54	0,1

Tabla 3.

de los ES y la adopción de medidas de control de riesgo descritas en dichos escenarios, no se tiene la certeza de que la exposición de los trabajadores está por debajo de los VLA, la empresa realiza mediciones y, en su caso, adopta nuevas medidas preventivas para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

6. CONCLUSIONES

Los ES pueden resultar una herramienta de gran utilidad en la evaluación y prevención de los riesgos laborales relacionados con los agentes químicos siempre que se interpreten adecuadamente y se emprendan las acciones necesarias para adaptar el uso propio de la sustancia al uso previsto en dichos ES. A lo largo de esta NTP se han aportado algunas orientaciones para una mejor comprensión e interpretación de los ES, de las que cabe destacar las siguientes:

- Las FSDS ampliadas deben incluir los ES de las sustancias, los cuales aportan información no sólo sobre la peligrosidad de la sustancia, sino también sobre el **nivel de exposición esperable** y sobre las **condiciones de uso y medidas que se deben adoptar para garantizar que dicha exposición se encuentre en niveles tolerables**.
- La obligación de elaborar los ES recae sobre el solicitante de registro de la sustancia, sin embargo, las empresas que utilicen estas sustancias también tienen ciertas obligaciones establecidas por el Reglamento REACH que están muy relacionadas con la evaluación y prevención de riesgos laborales. Dichas obligaciones se sintetizan fundamentalmente en **comprobar que los usos propios de la sustancia están recogidos en los ES**.
- En el caso de que las condiciones de uso seguras previstas en el ES no incluya las condiciones de uso reales, el empresario debe optar por alguna de las siguientes acciones:
  - **Sustituir el proceso o la sustancia**.
  - **Buscar otro proveedor** que incluya en sus ES el uso propio del empresario.
  - **Adaptar las condiciones propias a las condiciones de uso seguras** previstas en el ES.
  - **Comunicar al proveedor de la sustancia el uso propio para que se incluya** en el ES.
  - **Registrar ante la ECHA el uso propio de las sustancia**.
- Desde el punto de vista preventivo, la anterior comprobación se debe entender como **una actividad que mejora la información necesaria para realizar la evaluación de riesgos laborales**, la cual es preceptiva siempre que, conforme a lo establecido en el Reglamento REACH, a la sustancia le acompañe la FDS ampliada en la que se incluyen los ES.
- L**a comprobación de los ES pueden servir para obtener una mayor certeza** sobre los resultados obtenidos de la aplicación de los métodos cualitativos y, en caso, para decidir si se deben realizar mediciones.

BIBLIOGRAFÍA

Reglamento (CE) 1907/2006 sobre el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias y preparados químicos (REACH).

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.

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA).
Documento de orientación sobre los requisitos de información y de valoración de la seguridad química. Formato de escenarios de exposición: Parte D- elaboración de escenarios de exposición- y Parte F –Formato del ISQ.

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA).
Guidance for downstream users.

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA).
Chesar 2. User manual. Complete version.

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA).
Guidance on information requirements and chemicals safety assessment. Chapter R.12: Use descriptor system.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT).
Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo.

AENOR. UNE-EN 689:1996 Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.062

Primeros auxilios: soporte vital básico en el adulto

First aid: Adult basic life support
Premiers secours: Support vital de base chez l'adulte

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

Marina Antúnez Estudillo
ENFERMERA Y TÉCNICO SUPERIOR DE PREVENCIÓN

Mª Dolores Solé Gómez
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSHT

En Europa se produce una parada cardiaca cada 45 segundos. La reanimación cardiopulmonar por parte de los testigos, antes de la llegada del personal sanitario, es un eslabón de gran importancia en la cadena de supervivencia. Esta NTP actualiza la NTP 605, incorporando las novedades 2015 de las recomendaciones del European Resuscitation Council.

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 corazón puede dejar de latir de forma brusca e inesperada tenga o no la persona antecedentes de enfermedad cardiovascular; y esto puede ocurrir en cualquier sitio o situación. Por eso, el conocimiento de las maniobras de Reanimación Cardiopulmonar Básica (RCP) es de vital importancia para aumentar la tasa de supervivencia en paradas cardiorrespiratorias: una actuación precoz y de calidad puede suponer una supervivencia de más del 50%.

Entre la víctima y la atención médica especializada existen una serie de eslabones que deben ser informados, formados y entrenados para asegurar la rapidez y eficacia de la actuación frente a emergencias. En el caso de las paradas cardiorrespiratorias es aconsejable que, en la empresa, la mayoría de trabajadores sepa cómo realizar una RCP.

Concepto de urgencia y emergencia

Para poder prestar una asistencia sanitaria debemos tener claros dos conceptos que a menudo se utilizan como sinónimos: urgencia y emergencia. Una *urgencia* es aquella situación que requiere una asistencia sanitaria pero cuyo retraso hasta las 6 horas no pone en peligro la vida del herido; mientras que una *emergencia* es un suceso o accidente que requiere una actuación inmediata pues existe un riesgo cierto para la vida.

PARADA CARDIORRESPIRATORIA = EMERGENCIA

Primeros auxilios

Podemos definir los primeros auxilios como los primeros cuidados a un accidentado o enfermo repentino, siempre en el lugar de los hechos, hasta la llegada de personal especializado. Estos primeros cuidados son fundamentales para la evolución posterior de la víctima, pues su recuperación dependerá en gran medida de la atención prestada en un primer momento.

Podemos establecer tres objetivos principales:

1. No agravar el estado de la víctima.
2. Mantener las constantes vitales.
3. Asegurar las mejores condiciones para el traslado del paciente.

A la hora de auxiliar a una persona debemos tener en cuenta una serie de consideraciones generales y seguir una conducta que nos ayude a evitar errores y a prestar una atención sanitaria de calidad, evitando así empeorar su estado o incluso poner en peligro su vida. Estas premisas son:

- Conservar la calma.
- No mover al accidentado excepto en casos de peligro inminente.
- Evitar las aglomeraciones.
- No hacer más de lo indispensable.
- Tranquilizar al accidentado.
- Nunca dar medicación.
- No dar alimentos ni bebidas hasta que se haya hecho una valoración médica.
- Asegurar las mejores condiciones para el traslado.
- Alertar a los servicios médicos.

2. SOPORTE VITAL BÁSICO

El soporte vital básico (SVB) es el conjunto de actuaciones que se realizan sin más equipamiento que ciertos dispositivos de protección. Consiste en el soporte de vía aérea, respiración y circulación y corresponde a los tres primeros eslabones de la cadena de supervivencia extrahospitalaria. (Ver fig. 1).

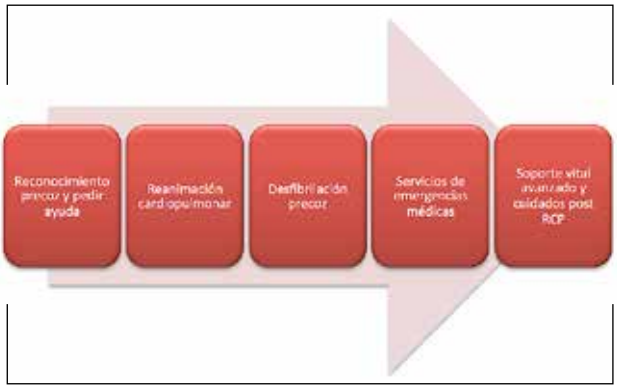


Figura 1: Cadena de supervivencia extrahospitalaria.

Secuencia de actuación. Conducta PAS:

La conducta PAS corresponde a los pasos de Proteger, Alertar y Socorrer.

- PROTEGER: Debemos garantizar la seguridad tanto del accidentado como de la persona que lo auxilia para evitar sobre-accidentes. No podremos acercarnos a una víctima hasta que hayamos analizado la situación (¿qué ha pasado? ¿persiste algún peligro mecánico, eléctrico, térmico, tóxico?) y sepamos que el ambiente es seguro.
- ALERTAR: Avisaremos a los recursos previstos en la empresa para actuar en caso de accidente y llamaremos al Servicio Único de Emergencias 112. Es muy importante detectar en esta fase si estamos ante una emergencia y recabar el máximo número de datos posibles para facilitar la activación de los medios necesarios. Para ello hemos de saber:
  - Lugar exacto del accidente (dirección, taller, dependencia, piso…). Daremos, si es posible, referencias conocidas.
  - Número de víctimas.
  - Estado de las víctimas (conciencia, respiración).
  - Tipo de accidente.
  - Atención sanitaria que están recibiendo.
  - Identificación de la persona que avisa y teléfono de contacto

  Se recomienda que una persona de la empresa espere en la puerta de la misma a los servicios sanitarios externos para organizar y facilitar su acceso a la víctima.
- SOCORRER: Una vez hemos protegido el lugar del accidente y alertado a los servicios de emergencias pasaremos a socorrer a las víctimas en el lugar de los hechos hasta la llegada del personal sanitario.

Evaluación primaria

La evaluación primaria es el paso fundamental de asistencia sanitaria. A través de ella conoceremos los diferentes estados de conciencia y respiración del paciente. No podemos evaluar ningún aspecto más hasta que los dos anteriores no estén claros y estables.

Conciencia

Podemos establecer 4 niveles de conciencia:

A - El paciente no necesita ningún estímulo. Se encuentra en estado de alerta.
V - Responde a estímulos verbales
D - Responde a estímulos dolorosos
N - No responde.

Sólo pasaremos a comprobar respiración si el paciente **no responde**, es decir, está inconsciente.

Para comprobar en qué nivel de conciencia se encuentra el paciente, nos aproximaremos a él hablándole en voz alta. Si no responde a las órdenes verbales, pasaremos a realizar estímulos dolorosos como palmadas en la cara interna de los brazos o en los hombros. No realizaremos pellizcos ni zarandeos, pues podemos agravar la lesión.

Respiración

Un adulto suele respirar de 16 a 20 veces por minuto. Una respiración implica un movimiento de inspiración (entrada de aire) y otro de espiración (salida de aire). Realizaremos una apertura de la vía aérea a través de la maniobra frente – mentón basculando suavemente la cabeza hacia atrás con la palma de una mano sobre la frente y levantando el mentón con la punta de los dedos de la otra mano. (Ver fig. 2).

Figura 2: Maniobra frente-mentón

Para conocer el estado de la respiración utilizaremos la maniobra VOS (Ver Oír Sentir). Nos colocaremos con el oído a la altura de la boca del paciente; observaremos si existen ruidos respiratorios y si percibimos el aire exhalado. Esta maniobra no ha de durar menos de 5 segundos ni más de 10 segundos.

Si respira colocaremos al paciente en Posición Lateral de Seguridad (PLS). (Ver fig. 3). Si no respira, pasaremos a realizar una Reanimación Cardiopulmonar (RCP).

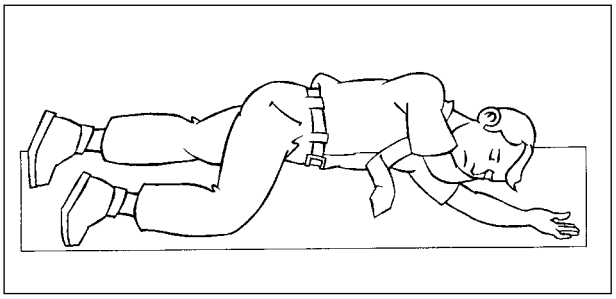


Figura 3: Posición lateral de seguridad

3. REANIMACIÓN CARDIO PULMONAR (RCP)

Ante una persona que no responde y no respira con normalidad se debe sospechar una parada cardiaca y comenzar una RCP. La iniciación inmediata de la RCP puede duplicar o incluso cuadriplicar la supervivencia.

Se define la parada cardiorrespiratoria como el cese brusco e inesperado de la actividad cardíaca y pulmonar. El objetivo de la RCP es que el paciente recupere el ritmo cardíaco. Si no disponemos de un desfibrilador externo o aún no nos lo han traído, estimularemos el corazón manualmente a través de una secuencia de compresiones – ventilaciones de la siguiente manera:

- Iniciaremos la RCP con las compresiones torácicas. El ritmo de compresiones-ventilaciones será 30:2. Es decir, realizaremos 30 compresiones por cada 2 ventilaciones boca a boca. Si no es aconsejable realizar las ventilaciones, por obstrucción de la vía aérea, por existencia de objetos en la cavidad bucal o incluso por presencia de sangre o no nos consideramos suficientemente entrenados, podemos obviar las ventilaciones.
- La RCP debe efectuarse sobre una superficie dura y con la víctima boca arriba. Deberemos colocar el talón de una mano en el centro del pecho con el talón de la otra mano por encima, entrelazando los dedos de las manos y manteniendo los brazos rectos. Se ha de comprimir a una profundidad de aproximadamente 5 cm sin sobrepasar los 6 cm y nunca se debe perder el contacto entre las manos y el esternón. Antes de realizar una nueva compresión debemos permitir que el tórax se reexpanda por completo evitando permanecer apoyado sobre él. (Ver fig. 4)

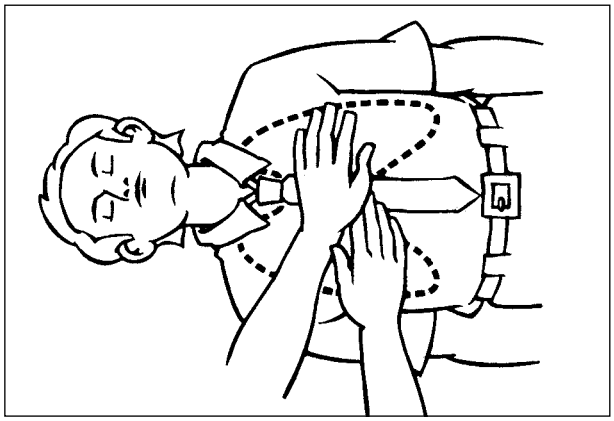


Figura 4: Punto de compresión cardiaca: dos o tres dedos por encima del final del esternón

- El ritmo será de al menos 100 compresiones por minuto.
- Para realizar las ventilaciones boca a boca, realizaremos la maniobra frente mentón y pinzaremos con nuestros dedos la nariz del paciente, para impedir la salida de aire. Se debe intentar una duración de insuflación de alrededor de 1 segundo con un volumen suficiente para que el tórax de la víctima se eleve. Repetiremos la secuencia 30 compresiones 2 ventilaciones durante 2 minutos, pasados los cuales volveremos a comprobar la respiración.
- En cuanto dispongamos de un DEA, lo encendemos, colocamos los electrodos y seguimos las instrucciones que nos da el aparato. La RCP debe continuarse hasta que llegue la asistencia especializada, la víctima empiece a respirar normalmente o la persona que lo auxilia esté agotada.

Desfibrilador Automático (DEA) o Desfibrilador Semi Automático (DESA)

Los desfibriladores externos son dispositivos de fácil manejo con un mínimo de entrenamiento que permiten un análisis automático de la actividad eléctrica del corazón, la carga automática del aparato si el análisis es positivo y la administración de una descarga eléctrica de intensidad apropiada de forma automática (DEA) o por la persona que auxilia a la víctima (DESA). Incorporan mensajes que instruyen en todo momento a la persona que los utiliza sobre lo que debe hace, si debe proceder a administrar la descarga (DESA) o si ha de continuar con las maniobras de RCP. Su utilidad es incuestionable ante una Fibrilación Ventricular (FV), primera causa de parada cardiorrespiratoria, y que se define como una actividad caótica del corazón sin latido eficaz. El uso del DEA o DESA reestablece el latido normal del corazón a través de un choque eléctrico siendo el único tratamiento efectivo en caso de FV. Las posibilidades de obtener una reanimación exitosa se reducen un 10% por cada minuto que tardemos en desfibrilar. (Ver fig. 5 y 6).

Figura 5. Desfribilador externo semiautomático.

Todos los DESAS, independientemente del modelo disponen de 2 o 3 botones: encendido/ apagado, analizar ritmo y descarga. La secuencia de uso es la siguiente:

- Proteger el lugar, garantizando la seguridad de la víctima y del socorrista.
- Alertar al servicio de emergencias 112.
- Comenzar maniobras de RCP hasta la llegada del DESA.
- Encender el DESA.
- Colocar los parches en el torso del paciente, tal y como indican los dibujos de los parches.
- Seguir las instrucciones del DESA.
- Es importante que nadie toque al paciente mientras analiza el ritmo.
- Actuaremos tal y como nos indique el DESA.
- Si indica que hemos de administrar una descarga nos cercioraremos de que nadie toca al paciente antes de dar al botón y reanudaremos RCP.
- Si no está recomendada la descarga continuaremos con maniobras de RCP durante 2 minutos.

Salvo excepciones (en función de la normativa autonómica) las empresas no están obligadas a incorporar un desfibrilador en la organización de los primeros auxilios. Es responsabilidad del empresario el evaluar el interés de la implantación de un DEA, en función de los riesgos inherentes a la actividad que desempeña, del tamaño de la empresa, de las características de la plantilla, etc.

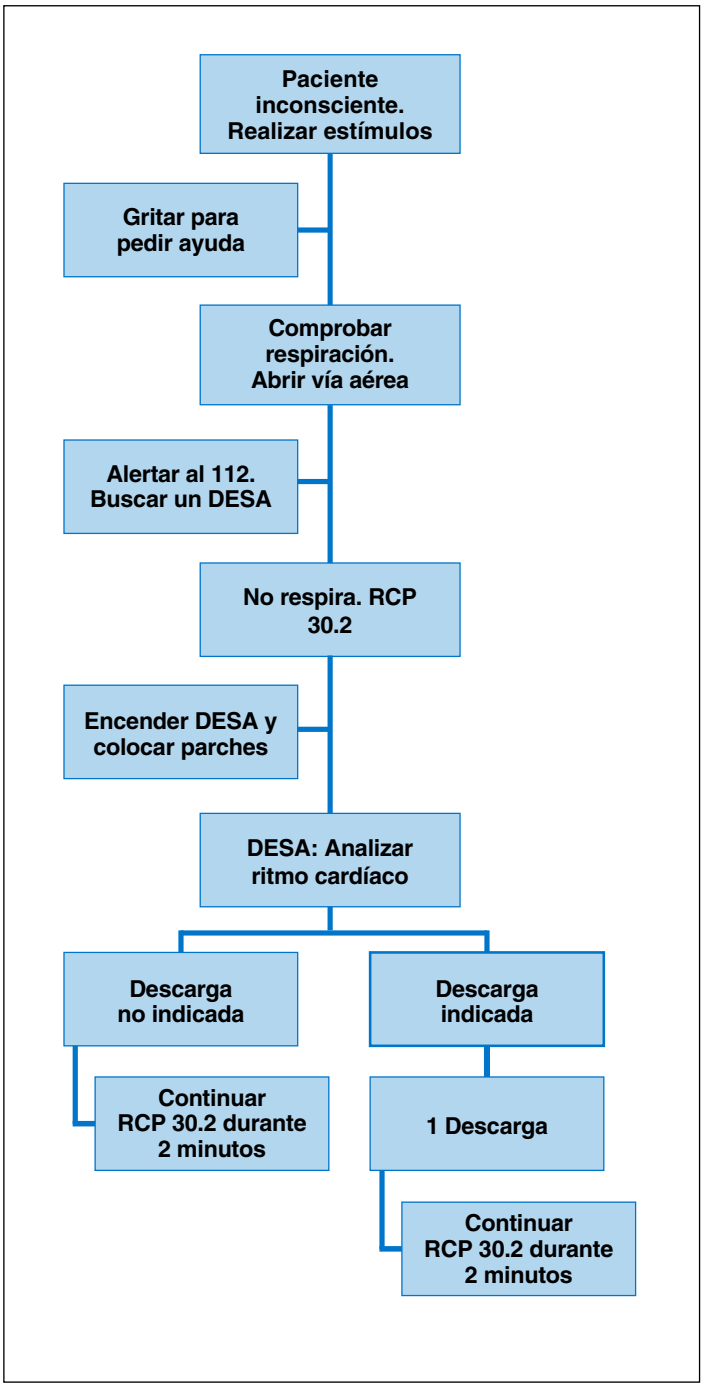


Figura 6: Esquema de actuación RCP y DEA

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Nota técnica de prevención NTP 605 Primeros auxilios: evaluación primaria y soporte vital básico (2001).

EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL (2015) ERC guidelines 2015.
Recuperado de http://www.cprguidelines.eu/ (Último acceso: 14/12/2015)

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA Y SEGURIDAD DEL TRABAJO. Espacios cardioprotegidos.
Recuperado en: http://www.cardioprotegidos.es/ (último acceso: 15/12/2015)

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.063

Imagen mediante Resonancia Magnética (I): técnica, riesgos y medidas preventivas

Magnetic Resonance Imaging (I): technical, risks and preventive measures
L'Imagerie par Resonance Magnetique (I): la technologie, les risques et les mesures préventives

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

María Sánchez Fuentes

Javier Gálvez Cervantes

CENTRO NACIONAL DE
NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSHT

Uno de los usos más extendidos de la resonancia magnética es su aplicación como técnica de diagnóstico en medicina. El objetivo de esta NTP es dar a conocer el funcionamiento de un equipo de resonancia magnética de imagen, lo que permitirá comprender los riesgos laborales que puede implicar así como establecer las medidas preventivas más apropiadas.

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

Para facilitar la evaluación de los riesgos laborales que pueden encontrarse en los lugares de trabajo donde se realizan exploraciones médicas con la técnica de Imagen mediante Resonancia Magnética (IRM), se elaborarán dos notas técnicas de prevención (NTP).

Esta primera NTP describe los principios físicos de esta tecnología, las partes principales de la máquina y las características de las salas de IRM. Incluye el riesgo de proyección de objetos ferromagnéticos, y los riesgos que no están asociados propiamente a la presencia de campos electromagnéticos, como por ejemplo, la fuga de fluidos criogénicos, el ruido o la manipulación de pacientes.

La segunda NTP sobre este campo abordará los efectos de los campos electromagnéticos para la salud, y las disposiciones de la Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos).

Además de los riesgos detallados en estas NTP específicos del trabajo en salas de IRM, la evaluación de riesgos debe incluir los derivados del trabajo en un entorno hospitalario en contacto con pacientes.

2. IRM. PRINCIPIOS FÍSICOS

La resonancia magnética nuclear (RMN) es una técnica no destructiva basada en el hecho de que los núcleos atómicos pueden entrar en resonancia con ondas de radiofrecuencia (RF). Esta técnica permite obtener información estructural y estereoquímica de compuestos en un tiempo asequible por lo que tiene múltiples aplicaciones.

Desde que en 1939 Isidor Isaac Rabi diseñara un aparato capaz de evidenciar el comportamiento de un haz molecular en un campo magnético homogéneo al aplicarle ondas de radio, la técnica y conocimientos científicos han progresado llegando a conseguir en 1984 realizar estudios de imagen mediante resonancia magnética (RM) en humanos, pudiendo en la actualidad proporcionar información antes impensable, como los estudios dinámicos de órganos, estudios de activación cerebral, espectroscopia por RM…

Todos los átomos tienen unas características magnéticas propias ya que las partículas subatómicas cargadas que los componen (electrones y protones) están en movimiento constante. Este movimiento crea corrientes atómicas y con ellas un momento magnético, que es lo que hace que se comporten de forma diferente ante la presencia de campos magnéticos externos (B). Dependiendo de este momento tienen un valor de susceptibilidad magnética χ_m concreto, que es un parámetro utilizado para clasificar los materiales.

En función de su χ_m los materiales se clasifican en:

- *Diamagnéticos* (χ_m<0): Crean un campo magnético interno opuesto al campo externo, siendo **repelidos** por imanes permanentes.
- *Paramagnéticos* (χ_m>0): Crean un pequeño campo magnético interno a favor del campo externo, **no viéndose afectados** a nivel macromolecular por el campo externo, a no ser que tenga χ_m >>0.
  Dentro de este grupo están los materiales *ferromagnéticos,* que tienen una alta χ_m y poseen una imantación residual*;* pueden ser imanes permanentes, viéndose **atraídos** por los campos magnéticos externos.

En presencia de un campo magnético estático B_0, los núcleos atómicos se orientan dependiendo de su χ_m. A mayor campo, mayor es el número de protones capaz de orientarse. La figura 1 es una representación esquemática del efecto de B_0 en un conjunto aleatorio de núcleos atómicos. (Ver fig. 1)

Una aplicación del fenómeno de resonancia magnética es la técnica de IRM que permite componer imágenes de estructuras del cuerpo humano y es de utilidad para el diagnóstico médico.

En IRM se somete lo que se quiere analizar a B_0 y después se aplica una radiofrecuencia. Cuando coincide la frecuencia de esta RF aplicada con la frecuencia de vibración de los protones, éstos absorben energía y entran en resonancia (he aquí la procedencia del térmi-

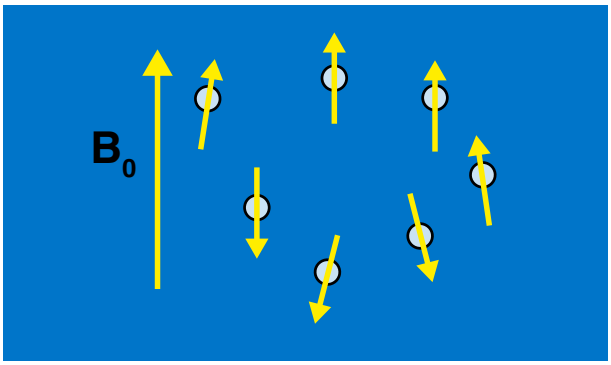


Figura 1. Efecto de un campomagnético sobre núcleos atómicos.

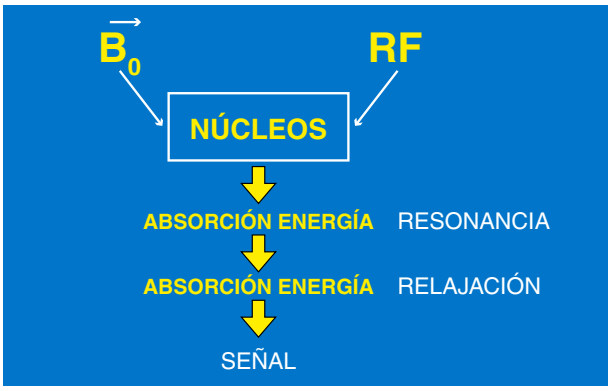


Figura 2. Esquema del proceso de formación de la señal en RM.

no resonancia magnética). Posteriormente, al relajarse, liberan la energía en forma de ondas de RF, permitiendo así la formación de una señal. La figura 2 es un resumen esquemático de este proceso.

En un campo magnético homogéneo, como el creado por el imán principal (B_0), todos los protones oscilan con la misma frecuencia haciendo imposible determinar desde qué punto llega cada señal.

Para transformar la señal obtenida de relajación de los núcleos en una imagen con valor diagnóstico es necesaria la existencia de otro campo magnético.

Se consigue localizar las señales de los distintos tejidos al aplicar campos magnéticos locales que, sumados a B_0, causan distorsiones predecibles de B_0, variando la frecuencia de oscilación de los protones de la zona seleccionada.

Estos campos magnéticos locales son los llamados gradientes de campo magnético (GR).

A continuación se detallan los componentes del equipo de IRM y su descripción permite identificar los riesgos asociados y cómo prevenirlos.

3. COMPONENTES PARA UNA EXPLORACIÓN DE IRM

Imán generador de campo magnético estático:

Consigue la alineación de los protones de algunos átomos según su campo magnético B_0, cuanto mayor es B_0, más protones son capaces de alinearse.

Para cuantificar la fuerza del imán, es decir, la intensidad del campo magnético principal, se emplea la inducción magnética o densidad de flujo magnético (B), que en el SI de unidades se mide en teslas (T), aunque es habitual expresarla en gauss (G) siendo 1T =10.000 G.

Según el origen de su magnetismo se distinguen 3 tipos de imanes:

- **Naturales**, el imán natural más representativo es la tierra, su magnitud en la superficie de la Tierra varía de 25 a 65μT
- **Permanentes**, compuestos por materiales imantados de forma artificial, esta propiedad magnética puede desaparecer al calentarlos o golpearlos.
- **Electroimanes**, crean un campo magnético al pasar corriente eléctrica por un bobinado enrollado alrededor de un núcleo de hierro.

En la actualidad los imanes de los equipos de IRM pueden ser:

- **Permanentes**,
- **Electroimanes resistivos**,
- **Electroimanes superconductivos**, en la actualidad son los más empleados ya que pueden generar campos magnéticos muy intensos (0.5-18T).
  Están basados en la propiedad que tienen determinadas aleaciones metálicas, que al encontrarse a temperaturas próximas al cero absoluto (-273° C) no ofrecen resistencia al paso de la corriente eléctrica, adquiriendo características de superconductividad.
  Para conseguir esta superconductividad los equipos de IRM utilizan un fluido criogénico, habitualmente helio líquido a -269° C (además de agua comprimida o nitrógeno para disminuir la evaporación del helio). Con ello se mantiene el metal superconductor a una temperatura muy baja y se consigue la conducción de altas corrientes, lo que produce un campo magnético extremadamente estable y de intensidad muy alta.

Gradientes de campo magnético (GR)

Para generar los GR se conectan y desconectan unos electroimanes ubicados a lo largo del imán. Las fuerzas electromotrices asociadas a estas conexiones y desconexiones hacen que los ensamblajes de los electroimanes vibren, golpeando la estructura donde están ubicados y produciendo el ruido característico durante la exploración. El nivel de este ruido puede superar los 99 dBA en el túnel de exploración.

Cuanto mayor es la intensidad del campo magnético principal mayor tiene que ser la potencia de los gradientes, por ello el ruido generado en los equipos aumenta con la potencia de la máquina, aunque también depende de otros factores como pueden ser el tipo de secuencia a utilizar o el peso del paciente.

Estos gradientes consumen una gran cantidad de corriente eléctrica trifásica.

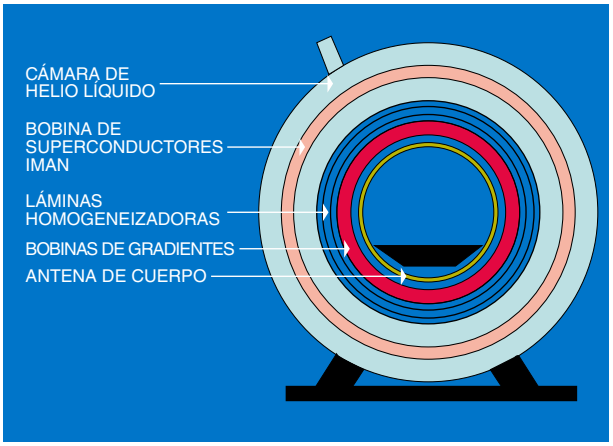


Figura 3. Esquema de un equipo de RMI.

Antenas emisoras y receptoras de RF

Las antenas de RF emiten pulsos que consiguen que los protones absorban energía cuando coinciden sus frecuencias. Cuando finalizan las emisiones los protones tienden a buscar el equilibrio, cediendo la energía absorbida en forma de señal eléctrica (del orden de microvoltios), que es recibida por la antena.

Se utilizan distintos tamaños de antena, dependiendo de lo que se quiera estudiar.

Consola de operaciones

Las señales, tras registrarse en la antena, se digitalizan y mediante cálculos matemáticos se obtienen las imágenes de la zona explorada, que se muestran en la consola de operaciones, ubicada fuera de la sala del imán.

Medios de contraste

En muchas exploraciones es necesario administrar al paciente una sustancia de contraste caracterizada por la presencia de un ión metálico con propiedades magnéticas, consiguiendo con esto una imagen con información adicional a la obtenida sin contraste.

4. RIESGOS ASOCIADOS A LA IRM Y SUS MEDIDAS PREVENTIVAS

La mayoría de los riesgos laborales presentes en las salas de IRM están asociados a la presencia de campos electromagnéticos ya sea de forma directa o indirecta. Como se ha explicado el ruido es debido al movimiento de las bobinas de gradientes o los fluidos criogénicos que son necesarios para mantener el campo magnético.

La permanencia en la sala durante las exploraciones debería limitarse a las situaciones excepcionales en las que alguien del equipo debe permanecer en su interior. Por ejemplo, el caso del anestesista durante los estudios cardíacos con sedación, en los que se necesita someter al paciente a apnea cada vez que se dispara una secuencia.

Riesgos relacionados con los fluidos criogénicos

Rotura del tanque o fuga

La rotura del tanque de fluidos criogénicos es el accidente más grave en salas de IRM, ya que puede producir un incendio o explosión.

En caso de fuga de criógenos hay riesgo de:

- Asfixia y congelación: Ni el helio ni el nitrógeno son tóxicos, pero pueden provocar la muerte por asfixia debida al desplazamiento del oxígeno.
  El helio es menos denso que el aire, en caso de fuga asciende, reemplaza al aire, y, si es respirado, produce asfixia y congelación. El nitrógeno es más pesado que el aire por tanto permanece en el suelo.
- Quemaduras: Causadas por contacto con gas a muy baja temperatura.
- Explosión: La transformación del helio en estado líquido a estado gaseoso supone el aumento de 760 veces su volumen. Los cristales que separan la sala del imán de la sala del operador pueden romperse en este caso.
- Imposibilidad de evacuación de personas: Una deficiente evacuación del helio da lugar al aumento de la presión del interior de la sala que impide abrir las puertas de acceso. Por este hecho, en la actualidad, todas las puertas de las instalaciones nuevas se abren hacia el exterior de la sala.

Situaciones de extinción brusca del campo magnético (Quench)

En todo centro de IRM que contenga equipo superconductivo tiene que estar establecido un protocolo de emergencia para situaciones de extinción de campo magnético. En estas instalaciones existen dos pulsadores a este fin, claramente señalizados y convenientemente protegidos para que no sean accionados involuntariamente.

Para detener el funcionamiento del imán y así bajar el campo se realiza la maniobra conocida como *quench*, en la que se desaloja de forma controlada el fluido criogénico, así la bobina conductora se calienta induciendo resistencia al paso de la corriente eléctrica y disminuyendo el campo magnético. El gas se expande rápidamente siendo conducido por medio de chimeneas al exterior de la instalación.

Los únicos casos en los que se debe provocar el *quench* son:

- Cuando la integridad física de una persona corre peligro, debido a un atrapamiento por un objeto ferromagnético muy pesado.
- Cuando hay un incendio en la sala del imán y se requiere la acción inmediata y el acceso a la sala por parte del servicio de emergencias.

Fuera de estos supuestos, para realizar una reducción de intensidad del campo magnético de forma controlada, se contacta con el servicio técnico. El servicio técnico suele interponer una resistencia eléctrica externa al imán y a temperatura ambiente, que convierte la electricidad usada para generar el campo magnético en calor, forzando la pérdida progresiva y controlada de la intensidad del campo magnético sin prácticamente producir pérdidas del fluido criogénico.

Si lo que se necesita es separar del imán algún objeto atraído por el campo, habitualmente se recurre a procedimientos mecánicos (grúas, polipastos…), evitando el gasto económico y el tiempo de parada que supone el restablecimiento del campo magnético.

Antes de proceder a la extinción brusca del campo magnético debe tenerse en cuenta:

- La extinción del campo magnético se produce cuando el nivel de fluido criogénico decrece lo suficiente como para que el metal que genera el campo magnético pierda la condición de superconductividad debido al incremento de temperatura. **Transcurren más de 30 segundos desde que se activa el pulsador de extinción del campo magnético hasta que se nota una disminución del mismo**.
- El fluido criogénico se reconduce al exterior de la instalación mediante una chimenea, produciendo silbidos o siseos.
- El fluido emerge hacia el exterior y produce una nube de vapor debido a la formación de nubes blancas por condensación del aire.
- Los servicios de emergencia deben ser alertados de la existencia, origen y composición de la misma.
- Si se produce una situación de *quench* y falla el sistema de evacuación del fluido criogénico (ventilación y evacuación de gases…), el fluido criogénico se libera a la sala de exploración, con los mismos riesgos que conlleva la fuga de criogénicos.

El personal debería conocer y diferenciar perfectamente los diferentes interruptores, tanto los de desconexión de

la parte eléctrica: interruptor de apagado del equipo e interruptor de apagado del sistema eléctrico de la sala, como los de bajada del campo magnético *(quench*).

Los equipos de desconexión eléctrica se manejan con los mismos criterios que cualquier aparato eléctrico ante incendios, descargas eléctricas, inundaciones, etc. Se tendrá en cuenta que el equipo está sometido a alta y baja tensión.

Medidas preventivas debidas a los fluidos criogénicos

Muchos fabricantes instalan dentro de la sala del imán un sensor que detecta la cantidad de oxígeno y extractores de aire.

Si se produce una fuga disminuye el O_2 y salta una alarma acústica. Esta alarma es tan sensible que en ocasiones, también salta debido a un aumento de la temperatura en la sala o por avería del propio sistema.

Debería realizarse, para asegurar la instalación, la revisión periódica de todos los sistemas de seguridad, detectores, elementos de extracción de emergencia de la camilla del paciente, sistema de elevación y expulsión de la mesa, equipo de alarma, etc., de forma que contemple el uso habitual que se realiza de ellos..

Los fabricantes recomiendan limpiar el sistema extractor de gases e inspeccionarlo a menos una vez al año para cerciorarse de que cumple con la velocidad de corriente de aire especificada y así asegurar su correcto funcionamiento.

En ningún caso se obstaculizará el funcionamiento de los sistemas anteriores con otros elementos tales como almohadillas, sábanas o mantas. Por la misma razón, la puerta de escape de la sala nunca estará bloqueada por camas, camillas o carros, etc..

El plan de evacuación y actuación para el caso de que se produzca una fuga de fluidos criogénicos se estudia en la segunda NTP sobre IRM.

Riesgo debido a la interacción del campo magnético con objetos ferromagnéticos

Los objetos ferromagnéticos pueden convertirse en proyectiles que dañen al trabajador, paciente o cualquier elemento que haya en su camino. La susceptibilidad magnética de estos objetos es tan alta que experimentan movimientos de torsión para alinearse con las líneas de campo magnético y movimientos de translación, dirigiéndose hacia el imán.

La fuerza de esta atracción depende de la potencia del campo magnético, la masa del objeto, su susceptibilidad magnética, distancia al imán y orientación respecto al campo.

El campo magnético estático puede hacer que los implantes activados eléctrica, magnética o mecánicamente dejen de funcionar correctamente.

Medidas preventivas frente a la atracción por el campo magnético estático

- Formación e información
  Todo el personal adscrito a la sala de IRM debe conocer los riesgos presentes en su lugar de trabajo y cómo prevenirlos. Se recomienda la asistencia periódica a alguna jornada técnica o reunión informativa sobre el uso seguro de equipos de IRM.
  El personal de emergencia externo debe estar capacitado para actuar en estas salas de forma segura, conociendo el porqué de la prohibición de introducir equipos ferromagnéticos y dónde están ubicados los interruptores de apagado de emergencia del imán y de los sistemas eléctricos.

- Señalización
  La señalización de seguridad es una medida preventiva complementaria. En el caso de las salas de IRM debe prevenir de la exposición al campo magnético, tanto de los trabajadores como de objetos que puedan verse atraídos por el imán.
  Es preciso que haya señalización en las zonas colindantes, no solamente en la puerta de acceso a la sala del imán.
  En la entrada a la sala del imán debe estar señalizada la prohibición de introducir objetos que puedan ser atraídos por el campo magnético, con un cartel como el que se muestra en la figura 4.

Figura 4. Ejemplo de cartel de señalización a la entrada de la sala de RMI.

Para que la señalización sea eficaz debe llamar la atención. Por eso, además de los carteles en la puerta y zonas adyacentes, en algunas instalaciones se colocan carteles plastificados en el suelo, ya que, al ser una ubicación inusual para la señalización, llama más la atención.
En muchas máquinas hay dibujada una línea que delimita la zona en la que el campo es superior a 5 gauss, por lo que la ubicación en esa zona interior de equipos compatibles, aunque no sean ferromagnéticos, puede alterar el correcto funcionamiento de los equipos (respiradores, monitorizadores, bombas de infusión, etc.) y producir artefactos en la imagen.
Para los trabajadores es más seguro permanecer fuera de esa línea, y lo apropiado es realizar ahí toda maniobra de tipo sanitario o técnico que no pueda hacerse en el exterior de la sala.

- Acceso restringido
  Los trabajadores de esta instalación deberían haber sido seleccionados cuidadosamente. La exposición al campo magnético puede suponer un riesgo para su

salud si llevan marcapasos, válvulas cardiacas, prótesis auditivas u otro tipo de prótesis no compatible con RM, implantes metálicos, sean o no ferromagnéticos, DIU y algunos tatuajes que contengan tintes férricos.
En la web de MRIsafety.com puede consultarse la compatibilidad electromagnética de un gran número de prótesis.
La ropa de trabajo también debe ser seleccionada. Es imprescindible que no tenga hebillas, pasadores ni refuerzos que puedan ser atraídos por el imán, con el fin de evitar que se desprendan y puedan herir o dañar al paciente o al operador. De igual forma se prohibirá el uso de horquillas, pasadores, pinzas de pelo, relojes o incluso bolígrafos que pudieran tener componentes ferromagnéticos. En ocasiones algunos pendientes causan un aumento de temperatura, aunque estén colocados en zonas ocultas. Además se evitará el uso de fonendoscopios o laringos normales, pinzas, tijeras u otros elementos que se lleven en el bolsillo sin haber supervisado previamente que no contienen elementos ferromagnéticos.
La puerta de acceso a la sala debe estar situada de forma que el operador siempre vea lo que entra a la misma y pueda intervenir si no ha autorizado el acceso, y así evitar accidentes. Debe existir un protocolo normalizado para garantizar la seguridad de todo equipo que entre en la sala.
Para verificar la presencia de partes metálicas, a veces, se recurre a arcos de alta sensibilidad que pueden detectar objetos metálicos de uso tan habitual que el portador no sea consciente de ellos. Su eficacia como medida preventiva no es total ya que tienen sensibilidad variable y dependen de la habilidad de los operadores, pudiendo no detectar fragmentos de metal ferromagnético de 2x3 mm, y no distinguiendo si son objetos o implantes metálicos.
Adicionalmente, un objeto no ferromagnético puede verse afectado por el campo magnético, y esta es la razón por la que se debe prohibir que el personal adscrito a esa sala lleve cualquier elemento metálico en general.
Lo que sí se recomienda es tener un pequeño imán en la sala de operaciones, donde verificar si objetos dudosos van a ser afectados por el campo magnético, como por ejemplo unas gafas.

Riesgo relacionado con los gradientes

Ruido

Aunque ya existen aparatos de IRM silenciosos, en la mayoría de los que funcionan en la actualidad los niveles de ruido dentro de la sala del imán pueden superar los 90 dB(A), y dependiendo de la insonorización de la misma, llegan a ser percibidos, aunque en menor intensidad, en la sala de los operadores.

El artículo 5 del RD 286/06 establece como valor inferior de exposición que da lugar a una acción $L_{Aeq,d}$ = 80 dB(A), valor que se sobrepasa durante las exploraciones de IRM, llegando a superar el valor superior de exposición que da lugar a una acción $L_{Aeq,d}$ = 85 dB(A), por lo que es preciso adoptar medidas preventivas.

Se recuerda que, según el artículo 25 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario garantizará de manera específica la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, sean especialmente sensibles a los riesgos derivados del trabajo, por lo que se recomienda consultar el mencionado RD 286/2006 y su guía técnica.

En el caso de que haya una trabajadora embaraza en la sala de IRM se recomienda consultar además, el RD 289/2009 por el que se modifica el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia.

Medidas preventivas frente al ruido

Es preciso usar los equipos de protección individual adecuados a cada una de las máquinas, que serán elegidos por el técnico de prevención, teniendo en consideración las instrucciones del fabricante sobre el tipo de protección a utilizar para cada instalación concreta.

En todo caso hay que tener mucho cuidado con la compatibilidad electromagnética de los medios de protección, tanto para que no originen artefactos en las imágenes, como para que no causen daños, lo que puede suceder si se calientan o si se ven atraídos por el imán.

Riesgo eléctrico: incendio

Debido a la gran cantidad de corriente trifásica necesaria para el funcionamiento de los GR en algunos casos se han producido pequeños incendios en los equipos de IRM, por lo que, a la hora de hacer la evaluación de riesgos, hay que considerar que existe riesgo eléctrico, como establece el apartado 1, d) del Anexo I del RD 614/2001 ya que son incendios originados por la electricidad cuyo origen puede ser una utilización indebida (en condiciones diferentes a las previstas) o un defecto de las instalaciones o de los receptores.

Medidas preventivas frente al riesgo de incendio

Los equipos de IRM están dotados de un sistema de refrigeración de GR, si aparece algún aviso de alerta en ese sistema debe contactarse con el servicio de mantenimiento para que revisen el sistema.

Debe respetarse el protocolo para la realización de cada exploración para evitar sobrecalentamientos, algunos equipos paran la exploración si detectan un aumento de temperatura en el sistema de GR.

En caso de producirse el incendio debe desconectarse la parte eléctrica de la instalación que pueda verse afectada, y proceder a su extinción utilizando un extintor compatible con RM.

Uso de pantallas de visualización de datos

Los técnicos operadores de las salas de IRM habitualmente y durante una parte relevante de su trabajo normal utilizan un equipo con pantalla de visualización de datos. Al cumplir esas condiciones les es de aplicación el RD 488/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización, ya que según el mismo son usuarios de pantallas de visualización, y es preciso asegurar el cumplimiento de las condiciones que establece.

Administración de contrastes y otras tareas sanitarias

Al administrar contraste intravenoso al paciente, al insertar catéteres o realizar punciones, se produce la manipulación de objetos cortopunzantes. Una buena prevención de riesgos laborales en una sala de IRM debe incluir un

protocolo para realizar esta tarea, cumpliendo todas las especificaciones derivadas de la Directiva 2010/32/UE que aplica el Acuerdo marco para la prevención de las lesiones causadas por instrumentos cortantes y punzantes en el sector hospitalario y sanitario, transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante la Orden ESS/1451/2013.

Frecuentemente hay que manipular a los pacientes al colocarlos para la exploración. Para proteger a los trabajadores de lesiones se les debe proporcionar los conocimientos sobre manipulación manual, ya que así realizarán esta tarea de forma ergonómica.

Cambio de condiciones ambientales

La sala del imán, para el correcto funcionamiento del equipo y proteger la seguridad de los pacientes, debe estar a una temperatura ambiente inferior a 24 ºC y una humedad relativa inferior al 60 %.

Se recomienda a los trabajadores que tengan en cuenta la posible diferencia de condiciones ambientales entre esta sala y el exterior, y si esto supone disconfort térmico para ellos utilicen ropa adecuada para entrar a dicha sala.

En cualquier caso, los trabajadores no deben permanecer en la sala del imán durante periodos prolongados de tiempo y el área que debe estar acondicionada térmicamente para los trabajadores es la sala en la que está la consola de operaciones, zona en la que permanecen la mayor parte de su jornada laboral.

5. CONCLUSIONES

La experiencia en este campo, de más de 30 años de uso clínico, muestra que la mayoría de las incidencias registradas son debidas al desplazamiento de objetos metálicos.

Dada la gravedad de los efectos de un escape de fluidos criogénicos es muy importante controlar esa parte de la instalación.

Si una persona excepcionalmente debe permanecer en la sala durante la exploración, aunque no esté dentro del túnel, deberá utilizar protección auditiva.

Hay que recordar que los trabajadores de las salas de IRM están expuestos a los riesgos del entorno hospitalario y son usuarios de PDV, además de realizar algunas tareas sanitarias.

BIBLIOGRAFÍA

REAL DECRETO 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia.

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

REAL DECRETO 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. BOE nº 97 23-04-1997.

ORDEN ESS/1451/2013, de 29 de julio, por la que se establecen disposiciones para la prevención de lesiones causadas por instrumentos cortantes y punzantes en el sector sanitario y hospitalario.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. RD 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

FUNDACIÓN DIM
Curso teórico-práctico de técnicas de neuroimagen con resonancia magnética. 2013.

GE MEDICAL SYSTEMS
Guía de seguridad para RM, 2003.

J. GÁLVEZ, E. ALFAYATE
Recomendaciones preventivas generales en el uso de equipos de Resonancia Magnética de alto campo (1,5 y 3 Teslas) para aplicaciones clínicas.
Seguridad y Salud en el trabajo 2010, nº 60, p. 20-27.

Á. ALBERICH BAYARRIA, L. MARTÍ BONMATÍA,B, J. LAFUENTEC Y E. GUIBELALDE DEL CASTILLO
Utilización segura de la resonancia magnética. Recomendaciones prácticas para el personal que trabaja con resonancia magnética.
Radiología 2013, 55(2):99-106.

E. KANAL, A. J. BARKOVICH ET AL.,
ACR Guidance Document on MR Safe Practices.
JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING 2013, nº37, p. 501–530.

F.G. SHELLOCK Y E. KANAL
Magnetic Resonante, Safety and Patient Management.
Raven Press. New York 1996 (2ª Ed).

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.064

Calidad del aire interior. Contaminantes biológicos (I): estrategia de muestreo

Indoor air quality. Biological contaminants (I): Sampling strategy
Qualité d'air intérieur. Contaminants biologiques (I): Stratégie d'échantillonnage

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

María de la O Culver González
CENTRO NACIONAL DE
NUEVAS TECNOLOGÍAS (INSHT)

Esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se compone de dos partes y se centra en el muestreo de contaminantes biológicos como parte del proceso de investigación de problemas de calidad del aire interior. En la primera parte se abordan una serie de consideraciones a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo dicha investigación en relación con la presencia o posible presencia de contaminantes biológicos, proporcionándose recomendaciones para realizar el muestreo de los mismos en caso de que éste resulte pertinente. En la segunda parte se describen las principales técnicas y equipos de muestreo existentes para la identificación y/o determinación de dichos contaminantes. La presente NTP supone una actualización y una ampliación de los contenidos de diversas NTP relacionadas con este tema.

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 calidad del ambiente interior de los edificios depende de numerosos factores físicos, químicos y biológicos.

En relación con los contaminantes biológicos, el aire interior puede contener una mezcla compleja y variable de microorganismos, fragmentos y componentes de los mismos entre los que cabe destacar: β-1,3 glucano y ergosterol fúngicos, ácido murámico bacteriano, toxinas (endotoxinas de las bacterias Gram negativo y micotoxinas fúngicas), compuestos orgánicos volátiles microbianos (COVM), polen, ácaros, partes y deyecciones de insectos, pelo y descamaciones de animales, etc. La composición de los bioaerosoles va a depender fundamentalmente de su fuente, del mecanismo de aerosolización y de las condiciones ambientales existentes.

Los bioaerosoles juegan un papel muy importante en la contaminación del aire interior, llegando a contribuir entre un 5 y un 34% a la contaminación total existente. Además de originar molestias en los ocupantes del edificio debidas, por ejemplo, a olores desagradables a causa de la presencia de moho, los bioaerosoles pueden producir efectos en la salud que varían desde infecciones microbianas hasta efectos tóxicos (causados por micotoxinas y endotoxinas) y alérgicos, pudiendo deberse estos últimos a una gran variedad de contaminantes biológicos como antígenos de hongos y bacterias, polen, o alérgenos de ácaros, insectos o animales de compañía. No obstante, en muchos casos, los síntomas son inespecíficos y no pueden atribuirse a un contaminante concreto, pudiendo tener, además, otros orígenes no biológicos. Es por ello que la identificación de un problema de calidad del aire interior resulta compleja, requiriéndose una investigación previa de la situación a fin de poder enfocarlo adecuadamente.

2. CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA DEL AIRE INTERIOR

El aire exterior constituye la principal fuente de contaminación biológica en el interior de los edificios. Las esporas y los fragmentos fúngicos, así como el polen y las bacterias ambientales, pueden introducirse en estos por diversas vías, como el sistema de climatización y ventilación (HVAC, del inglés: *heating, ventilating and air conditioning*), ventanas, grietas existentes en las paredes, sobre la superficie de materiales nuevos, o adheridos a la ropa y al calzado de las personas.

Por otra parte, los ocupantes del edificio también pueden contribuir a la contaminación biológica, ya que son considerados la fuente más importante de bacterias (principalmente Gram positivo como *Staphylococcus o Micrococcus)* y virus en aire interior. Además, pueden transportar otros contaminantes biológicos, como alérgenos de animales de compañía, además de los mencionados anteriormente.

Dentro de los edificios se pueden dar las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y nutrientes para el crecimiento de microorganismos y el desarrollo de otros contaminantes biológicos como ácaros del polvo doméstico y cucarachas, siendo una de las causas asociadas con mayor frecuencia a los problemas de calidad del aire interior el exceso de humedad. Este puede producirse por diversos motivos, tales como: infiltración del agua de lluvia o de agua subterránea, fugas en tuberías, condensación de vapor de agua en superficies frías como ventanas, paredes, mobiliario o tuberías, así como por inundaciones. Además, la humedad puede acumularse en materiales celulósicos como papel, madera, panelados de yeso, azulejos, baldosas de techo que, además, son porosos, al igual que otros como el hormigón, las

CLASIFICACIÓN	EJEMPLOS
Colonizadores primarios (< 80% HRE)	*Aspergillus penicillioides*, *A. restrictus*, *A. versicolor* (a 25°C), *Penicillium chrysogenum*
Colonizadores secundarios (80 - 90% HRE)	*A. versicolor* (a 12°C), *Cladosporium herbarum*, *C. sphaerosphermum*
Colonizadores terciarios (> 90 %HRE)	*Acremonium spp.*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Chaetomium spp.*, *Fusarium moniliforme*, *Stachybotrys chartarum*, *Trichoderma spp.*, *Ulocladium spp.*, *Pseudomonas spp.*, Actinomicetos

Tabla 1. Clasificación de hongos y bacterias en base a sus requerimientos de % HRE

moquetas o los tapizados, constituyendo estos un reservorio apropiado para el crecimiento de microorganismos, principalmente de los mohos.

La presencia de algunos hongos y bacterias puede considerarse indicadora de un exceso de humedad en el interior de los edificios, clasificándose en base a su requerimiento de actividad de agua (a_w) o porcentaje de humedad relativa en equilibrio (% HRE), esto es, del agua disponible en el substrato para su crecimiento, en tres grupos que determinan el orden de aparición en el substrato y se indican en la tabla 1.

En cuanto a los ácaros del polvo doméstico (siendo los más frecuentes en ambientes interiores *Dermatophagoides pteronyssinus* y *D. farinae*), crecen de manera óptima cuando la humedad relativa se encuentra entre el 70 y el 80%, estando presentes fundamentalmente en colchones, moquetas y muebles tapizados.

Por su parte, las cucarachas (siendo las más comunes *Periplaneta americana*, *Blatella germanica* y *Blatta orientalis*), requieren ambientes cálidos y húmedos, con una humedad relativa superior al 50%.

Otros contaminantes biológicos pueden estar presentes en el polvo depositado, que puede contener cantidades variables de polen, esporas y fragmentos fúngicos, bacterias, micotoxinas, endotoxinas, ácaros y alérgenos de animales domésticos o de insectos.

Si este reservorio (sustrato colonizado o polvo depositado) es alterado, por ejemplo por diversas actividades humanas como caminar, correr, aspirar, mover muebles, efectuar reformas en paredes o techos, etc., o por corrientes de aire, puede producirse la aerosolización de dichos contaminantes.

Junto con la humedad, el factor que más influye en el deterioro de la calidad del aire interior es el estado y mantenimiento del sistema HVAC. Los puntos del sistema en los que con mayor frecuencia se pueden dar las condiciones que permiten la proliferación de agentes biológicos son los siguientes:

- La toma de aire exterior puede acumular barro, agua estancada, tierra, materia vegetal, excrementos de aves, etc., que pueden propiciar el crecimiento microbiano y su ingreso al edificio a través del sistema.
- El sistema de filtración y otros materiales porosos (aislamientos de los conductos de ventilación) en los que puede acumularse la suciedad.
- Los elementos del sistema en los que puede acumularse agua y suciedad, por ejemplo: las bandejas de drenaje de los serpentines de enfriamiento, los humidificadores, o la torre de refrigeración, constituyendo un medio adecuado para el crecimiento de microorganismos como hongos, protozoos y bacterias y, a la vez, una fuente potencial de bioaerosoles. Entre los agentes biológicos más importantes relacionados con estos elementos se pueden destacar la bacteria *Legionella pneumophila* o las endotoxinas bacterianas.

3. INVESTIGACIÓN DE UN PROBLEMA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Las intervenciones relacionadas con problemas de calidad del aire interior suelen comenzar cuando se reciben quejas por parte de los ocupantes del edificio, los cuales pueden referir síntomas de muy diversa índole.

En términos generales, salvo que exista una patología diagnosticada médicamente que esté asociada a un microorganismo concreto, o sea exigible legalmente, el muestreo de contaminantes biológicos no debe ser considerado prioritario a la hora de evaluar problemas relacionados con la calidad del aire interior. Esto es debido a diversas razones, entre las cuales se encuentran la multitud de factores (biológicos, químicos, físicos y/o, incluso, psicosociales), que pueden estar originando los síntomas o quejas, la dificultad a la hora de interpretar los resultados obtenidos y la escasa fiabilidad de los mismos, así como el elevado coste y el tiempo requeridos para poder caracterizar la contaminación biológica. Además, en muchas ocasiones, el muestreo resulta innecesario. Por ejemplo, en el caso de contaminación por moho, si éste es visible, será suficiente con llevar a cabo acciones de remediación para eliminar la fuente y controlar las condiciones termohigrométricas y de ventilación, comprobando, posteriormente, que el problema ha sido solucionado.

Como primer paso, se recomienda realizar una investigación del problema, que debe ser llevada a cabo por personal cualificado y comienza recabando toda la información posible en relación con el edificio (incluyendo una copia del plano del mismo si se encuentra disponible), su uso original y actual, los materiales de construcción y decoración empleados, la ocupación actual y si ésta se ha incrementado con respecto a la inicial, las actividades realizadas, la organización del trabajo, las remodelaciones, reparaciones o redecoraciones efectuadas (principalmente si son recientes), la introducción de equipos nuevos (por ejemplo, humidificadores), la historia de problemas previos de humedades, infiltraciones, inundaciones y acciones de reparación llevadas a cabo, el funcionamiento y las condiciones de mantenimiento del sistema de ventilación, el número de ocupantes que manifiestan síntomas, la clase de síntomas, el momento de aparición, la duración de los mismos, así como otros aspectos que puedan resultar de interés. La información debería ser obtenida de las personas que pueden tener un mayor conocimiento de estos aspectos, como el gerente, el jefe del servicio de prevención, el responsable de mantenimiento y los usuarios del edificio.

Lo anterior debe complementarse con una inspección visual o recorrido por el edificio con el fin de identificar "*in situ*" las posibles fuentes de contaminación interna o externa, así como los mecanismos para la propagación

de los bioaerosoles. Es recomendable efectuar entrevistas con los ocupantes del edificio (principalmente los que manifiestan síntomas) y/o aplicar cuestionarios referidos a los síntomas o quejas, características personales y aspectos relacionados con el entorno de trabajo y la actividad que realizan.

Durante la inspección visual se pueden detectar una serie de condiciones que podrían constituir la causa del problema, como acumulaciones de polvo o de residuos (indicadores de una limpieza inadecuada), deficiencias en el sistema HVAC (p.ej. acumulación de agua estancada, suciedad), alteraciones en los patrones de flujo de aire (p.ej. obstrucción de difusores o rejillas de retorno, cercanía entre ambos), crecimiento visible de moho en superficies de paredes, techos, suelos, mobiliario o en el sistema HVAC, y otros indicadores de humedad o de exceso de humedad, como son olores (olor mohoso o terroso), manchas o decoloraciones en materiales, condensaciones en ventanas o tuberías, manchas de agua, áreas húmedas, fugas de agua, infiltraciones, daños estructurales, materiales degradados (p.ej. madera combada, roturas en panelados de yeso, pintura desconchada, papel pintado arrugado, astillamiento y eflorescencias en el hormigón o la mampostería, abultamiento y rotura del estuco), o signos de intrusión de agua.

Además, una inspección del exterior del edificio permite localizar, entre otros, defectos estructurales que pueden dar lugar a la entrada de contaminantes biológicos y por donde puede infiltrarse el agua desde el exterior (lo cual implica una revisión de la fachada, de los cimientos y de los tejados), así como la ubicación de la toma de aire exterior y fuentes potenciales de aerosolización de contaminantes biológicos en el entorno, incluyendo riego por aspersión, siega del césped, soplado de hojas, barrido de calles o excavaciones.

Si tras la investigación inicial se ha identificado el origen del problema, se deben proponer medidas correctoras y verificar la efectividad de las mismas. No obstante, si, a pesar de las medidas adoptadas, el problema persiste o la investigación realizada no permite determinar la causa, será necesaria una evaluación más detallada que puede requerir el establecimiento de un plan de muestreo basado en las hipótesis resultantes de los datos obtenidos.

4. RECOMENDACIONES RELATIVAS A LA ESTRATEGIA DE MUESTREO DE CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Los aspectos a considerar a la hora de planificar una estrategia de muestreo son: el propósito del mismo, los contaminantes biológicos que se van a muestrear (lo cual se habrá determinado durante la inspección realizada previamente), el lugar y el momento durante el cual se va a llevar a cabo, así como su frecuencia, su duración, el equipo o los equipos de muestreo que se van a emplear, las técnicas de análisis que se van a utilizar (esto implica seleccionar el laboratorio de análisis adecuado, que debe disponer de los medios necesarios para el análisis del contaminante en cuestión) y los criterios que se van a utilizar para valorar los resultados obtenidos.

Propósito del muestreo

Tal y como se ha comentado anteriormente, el muestreo de contaminantes biológicos no constituye una práctica habitual a la hora de evaluar la calidad del aire interior. No obstante, puede estar justificado en algunas circunstancias, como son las siguientes:

- Cuando se ha diagnosticado un problema de salud o enfermedad asociada a un contaminante biológico concreto y es necesaria la verificación de su presencia y, en ocasiones, su cuantificación. Este sería el caso de enfermedades relacionadas con el edificio, como legionelosis, aspergilosis, criptococosis o histoplasmosis.
- Cuando es exigido legalmente, o recomendado por una norma técnica. Por ejemplo, en el caso de *Legionella pneumophila*, el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, establece el programa de mediciones a llevar a cabo en instalaciones de riesgo. Otro ejemplo lo constituye la norma UNE 171330 sobre Calidad ambiental en interiores, que consta de tres partes y establece una metodología para realizar la inspección de la calidad ambiental en interiores, la cual incluye la medición de bacterias y hongos en suspensión en el aire. De conformidad con la Instrucción Técnica IT 3 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, la aplicación de esta norma es obligatoria en instalaciones térmicas con una potencia útil nominal mayor a 70 kW [1].
- Cuando, durante o tras una inspección, se establece una hipótesis que es necesario comprobar. Por ejemplo, si se sospecha la existencia de moho en superficies que no puede ser confirmada visualmente, o de moho oculto en zonas como cavidades en la envolvente del edificio, sería recomendable efectuar un muestreo antes de recurrir a medidas invasivas o destructivas para su localización, las cuales podrían comprometer la integridad de la estructura y originar un riesgo para los ocupantes mucho mayor que aquel al que pueden estar expuestos. No obstante, hay que considerar que el moho oculto únicamente puede resultar peligroso cuando existe una vía de entrada en el interior del edificio, la cual debería ser identificada.
- Cuando se pretende comprobar la efectividad de las medidas correctoras aplicadas. Por ejemplo, si se ha llevado a cabo una estrategia de remediación, puede ser útil el muestreo para verificar que se ha eliminado el origen del problema y, además, que no hay fuentes de contaminación adicionales fuera del área de remediación.

Lugar de muestreo

En relación con el lugar de muestreo, se deberían seleccionar el área o las áreas donde se hayan producido los problemas y donde se sospeche, en base a la inspección realizada previamente, que pueda existir contaminación biológica. Además, sería recomendable realizar también el muestreo, si es posible de manera simultánea, en áreas control con el fin de comparar los resultados obtenidos. Estas serán normalmente el aire exterior y, si resulta conveniente, otras zonas del edificio donde no se hayan manifestado síntomas o donde no se hayan producido quejas.

Cuando se vaya a muestrear en aire de una sala, el equipo de muestreo debe colocarse en el centro de la misma, alejado de puertas, ventanas (las cuales deberán permanecer cerradas), escaleras o fuentes de calor que

1. *Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.*

puedan crear corrientes de aire inducidas, y situado sobre un trípode a 0,75 – 1,5 metros por encima del nivel del suelo con el fin de simular la zona de respiración y eliminar cualquier error potencial. No se recomienda su colocación encima de superficies, ya que esto puede dar lugar a la resuspensión de polvo depositado sobre las mismas. La expulsión de aire de las bombas de muestreo debería estar alejada de la entrada de aire de muestreadores adyacentes y otros elementos, como plantas en maceta.

Para realizar mediciones de control en el aire exterior, los equipos se colocan a la citada altura, alejados de fuentes de generación de bioaerosoles, aunque, en edificios equipados con un sistema HVAC, las muestras deberían tomarse lo más cerca posible de la toma de aire exterior, alejadas de la extracción de aire contaminado. Deben tenerse en cuenta las condiciones climáticas, que podrían afectar a los resultados obtenidos, modificando las concentraciones e, incluso, la distribución de los contaminantes presentes en condiciones normales. Por ello, no es recomendable el muestreo, por ejemplo, en situaciones de lluvia, nieve, o elevada velocidad del viento.

Momento y frecuencia del muestreo

Siempre que sea posible, el momento de la toma de muestras debe reflejar las condiciones que se pretenden evaluar, siendo habitual y bastante útil la realización del muestreo en diferentes momentos del día y durante varios días, semanas, o incluso meses, en función de la variabilidad temporal que muestre el contaminante biológico de interés. En general, es recomendable la realización de mediciones antes, durante y después de que el área en cuestión haya sido ocupada, incluyendo, cuando sea preciso, los periodos durante los cuales el sistema HVAC se encuentra encendido o apagado, a fin de valorar la contribución del sistema a la distribución de bioaerosoles. En éste último caso, el mejor momento para comenzar el muestreo es cuando el sistema ha permanecido apagado durante la noche o, mejor aún, durante el fin de semana. Las muestras se tomarían entonces en diferentes localizaciones, incluyendo los difusores de aire y las zonas adyacentes.

Duración del muestreo

En cuanto al tiempo de muestreo, es necesario tener en cuenta que las concentraciones y los componentes de los bioaerosoles presentan una variación temporal considerable, incluso en periodos muy cortos de tiempo. Por ejemplo, se ha visto que las concentraciones de esporas fúngicas pueden variar en un orden de magnitud en menos de 1 minuto. Estas variaciones van a depender fundamentalmente del tipo de actividad realizada, la cual puede dar lugar a la aerosolización de los contaminantes. Debido a esto, las mediciones de corta duración (de 1 a 10 minutos), como las que admiten los equipos que operan por impactación en placa de agar o, en algunos casos, por impactación en portaobjetos o láminas, tienden a reducir la representatividad de las muestras y a aumentar la variabilidad entre ellas, mientras que las mediciones de larga duración (tiempo superior a 30 minutos), como las que se realizan empleando filtros, permiten representar de una manera más fiable las concentraciones realmente existentes. Por tanto, cuando se empleen muestreadores que operan durante cortos periodos de tiempo y, con el fin de cubrir distintos intervalos de concentración, se recomiendan muestreos secuenciales a diferentes tiempos, siendo la duración mínima de 1 minuto, que es la necesaria para producir un flujo de aire constante. Por otro lado, el muestreo de superficies se ve menos afectado por esta variabilidad temporal, pero, en comparación con el muestreo del aire, ofrece una aproximación bastante pobre de las concentraciones aéreas de los contaminantes.

Número de muestras

El hecho de que las concentraciones de contaminantes biológicos sean tan variables hace que el número de muestras a tomar deba ser suficientemente grande con el fin de poder obtener resultados fiables que representen, en la medida de lo posible, la exposición real. Se deben tomar, como mínimo, por duplicado y de manera simultánea, y debería incluirse un blanco para cada cierto número de muestras.

Técnicas y equipos de muestreo a emplear

En cuanto a la selección del equipo de muestreo, entre los factores a considerar se encuentran el tipo de contaminante biológico de interés (incluyendo su viabilidad, su diámetro aerodinámico, d_a, y, si es posible determinarla, la concentración esperada del mismo), la matriz en la que se va a realizar el muestreo, su duración, y la técnica de análisis que se va a emplear.

El muestreo puede realizarse en aire, agua, materiales o superficies. A la hora de llevar a cabo un muestreo del aire, es necesario considerar, entre otros aspectos, el diámetro aerodinámico de los contaminantes biológicos de interés, el cual determina la profundidad de penetración y subsiguiente deposición de las partículas en el sistema respiratorio humano. Se debe prestar especial atención a las partículas con $d_a \leq 10$ µm, considerando además que, cuanto menor es el d_a, mayor es la probabilidad de alcanzar zonas más profundas del sistema respiratorio, pudiendo ser las consecuencias para la salud más graves. En la tabla 2 se indican los d_a aproximados de diversos tipos de partículas.

TIPO DE PARTÍCULA	D_A (µm)
Bacterias individuales	0,5 – 3
Esporas fúngicas	1 - 30
Fragmentos fúngicos	< 1
Granos de polen	10 - 100
Alérgenos de perros	9
Alérgenos de gatos	2,5
Alérgenos de cucarachas	< 5
Alérgenos de ácaros	10 - 20

Tabla 2. Diámetro aerodinámico (d_a) de contaminantes biológicos presentes en el aire interior

Por otro lado, la técnica de muestreo va a depender también de si el objetivo es captar microorganismos cultivables, totales, u otro tipo de contaminantes biológicos. Por ejemplo, en el primer caso, y, puesto que el muestreo del aire se lleva a cabo aspirando aire a través del equipo mediante una bomba de aspiración y, además, el hecho de que la concentración de contaminantes biológicos en el aire interior suela ser baja requiere el empleo de grandes volúmenes de aire, hay que considerar que estos

aspectos crean un estrés en los microorganismos dificultando su crecimiento (salvo en el caso de las esporas fúngicas y otros microorganismos resistentes a la desecación), dando lugar, por tanto, a una infraestimación de su concentración. Debido a esto, el medio de cultivo en el que se capten debería ser el adecuado para preservar su viabilidad, y el tiempo de muestreo debería ser el menor posible para reducir al máximo el efecto de la desecación. Además, hay microorganismos, como *Stachybotrys chartarum* que, si bien pueden crecer en un medio de cultivo, lo hacen lentamente, siendo enmascarados por otros microorganismos de crecimiento más rápido. En estas situaciones, la mejor opción sería emplear una técnica de muestreo no basada en el cultivo. En todo caso, hay que tener en cuenta que la caracterización completa de la contaminación microbiana en el aire interior no se logra muestreando únicamente los microorganismos viables o los no viables, sino los microorganismos totales.

En definitiva, el empleo de varias técnicas minimiza los problemas y limitaciones que presentan cada una por separado, por lo que se suelen emplear, al menos, dos técnicas para el muestreo.

Técnicas de análisis

En la tabla 3 se indican los diversos métodos que pueden emplearse para el análisis de contaminantes biológicos. Para una mayor información, puede consultarse la NTP 611 Agentes biológicos: análisis de las muestras.

Criterios de valoración

El propósito del muestreo determina los criterios que se van a utilizar para valorar los resultados, p.e. identificar la presencia de un contaminante determinado, cumplir un requisito legal o técnico, detectar una fuente o foco de contaminación, o determinar la eficacia de una medida correctora.

TÉCNICA DE ANÁLISIS	CONTAMINANTE(S) BIOLÓGICO(S) A ANALIZAR
Cultivo[A]	Microorganismos cultivables
Microscopía óptica	Hongos, bacterias, polen, esporas y ácaros
Microscopía de fluorescencia	Microorganismos
Microscopía electrónica de barrido	Bacterias (incluso pequeñas esporas de actinomicetos), hongos, esporas fúngicas, polen y ácaros
Microscopía electrónica de transmisión	
Ensayos químicos (CG/MS, HPLC)	Metabolitos y productos microbianos (micotoxinas, ácido murámico, ergosterol, endotoxinas, β-1,3 glucanos)
Ensayos de toxicidad (LAL)	Endotoxinas, β-1,3 glucanos
Inmunoensayos	Micotoxinas, β-1,3 glucanos, alérgenos de bacterias, hongos, ácaros, insectos y animales
PCR	Bacterias
([A]) Los medios de cultivo más utilizados son el Agar Extracto de Malta (MEA) para hongos y el Agar Tripticasa Soya (TSA) para bacterias. No obstante, al haber microorganismos con requerimientos específicos, puede ser necesario emplear medios de cultivo selectivos o diferenciales, como el Diclorán Glicerol Agar (DG18) para hongos xerofílicos, el Rosa de Bengala para mohos y levaduras, o el Agar MacConkey para bacterias Gram negativo.	

Tabla 3. Técnicas de análisis de contaminantes biológicos

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

AEMTEK, INC.
Recommendations for sampling fungi in indoor environments
AEMTEK, INC., Fremont (California: U.S.)

HEALTH CANADA
Indoor Air Quality in Office Buildings: A Technical Guide
Health Canada, Otawa: Canada, 1995

INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL
Bioaerosols in the Workplace: Evaluation, Control and Prevention Guide
IRRST, Montreal: Canada, 2001

INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL
Sampling Guide for Air Contaminants in the Workplace 8th edition
IRRST, Montreal: Canada, 2013

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Notas Técnicas de Prevención (nº 652, 653, 608, 609, 610, 611, 764)

METHAPHASE HEALTH RESEARCH CONSULTING INC.
Mould Assessment In Indoor Environments – Review of Guidelines & Evidence
METAPHASE Health Research Consulting Inc., Vancouver: Canada, May 14, 2010

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
NIOSH Manual of Analytical Methods
Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta (Georgia: U.S.)

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION
Preventing Mold-Related Problems in the Indoor Workplace. A Guide for Building Owners, Managers and Occupants
OSHA, 2006

WORLD ALLERGY ORGANIZATION
Aeroallergen Monitoring Standard for The Asia Pacific Region: A WAO manual for the use of the Burkard Volumetric Spore Trap and Burkard Personal Volumetric Air Sampler
World Allergy Organization, Copenhagen, 2005

WORLD HEALTH ORGANIZATION
WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould
WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2009

CARVALHO, E., SINDT, C., VERDIER, A., GALAN, C., O'DONOGHUE, L., PARKS, S., THIBAUDON, M.
Performance of the Coriolis air sampler, a high-volume aerosol-collection system for quantification of airborne spores and pollen grains
Aerobiologia (2008) 24:191–201

CHENG, Y.S., LU, J.C, CHEN, T.R.
Efficiency of a Portable Indoor Air Cleaner in Removing Pollens and Fungal Spores
Aerosol Science and Technology 1998, 29:2, 92-101

DYBWAD, M., SKOGAN, G., BLATNY, J.M.
Comparative Testing and Evaluation of Nine Different Air Samplers: End-to-End Sampling Efficiencies as Specific Performance Measurements for Bioaerosol Applications
Aerosol Science and Technology 2014, 48:3, 282-295

GRINSHPUN, SA., ADHIKARI, A., CHO, SH., KIM, KY., LEE, T., REPONEN, T.
A small change in the design of a slit bioaerosol impactor significantly improves its collection characteristics
J. Environ.Monit. 2007 Aug; 9(8):855-61

KESAVA, J., SCHEPERS, D., MCFARLAND, A.R.
Sampling and Retention Efficiencies os Batch-Type Liquid-Based Bioaerosols Samplers
Aerosol Science and Technology 2010, 44:10, 817-829

KULKARNI, P., BARON, P.A., WILLEKE, K.
Aerosol Measurement; Principles, Techniques and Applications, 3rd. Edition
2011

LINDSLEY, W.G., SCHMECHEL, D., CHEN, B.T.
A two-stage cyclone using microcentrifuge tubes for personal bioaerosol sampling
J. Environ.Monit. 2006 Nov; 8(11):1136-42

MANDAL, J., BRANDL, H.
Bioaerosols in Indoor Environment - A Review with Special Reference to Residential and Occupational Locations
The Open Environmental & Biological Monitoring Journal 2011, 4, 83-96

MARTINEZ, K., RAO, C., BURTON, N.
Exposure assessment and analysis for biological agents
Grana 2004, 43:4, 193-208. 2004

MEHTA, S. K., MISHRA, S.K., PIERSON, D.L.
Evaluation of Three Portable Samplers for Monitoring Airborne Fungi
Applied And Environmental Microbiology, May 1996, p. 1835–1838

PABA, E., TRANFO, G., CORSETTI, F., MARCELLONI, A.M., IAVICOLI, S.
Indoor Exposure to Airborne Endotoxin: A Review of the Literature on Sampling and Analysis Methods
Industrial Health 2013, 51, 237–255

PREZANT, BRADLEY
Recognition, Evaluation and Control of Indoor Mold
AIHA, Fairfax: U.S., 2008

SANCHEZ-MUÑOZ, M.; MUÑOZ-VICENTE, M., COBAS, G., PORTELA, R., AMILS, R., SÁNCHEZ, B.
Comparison of three high-flow single-stage impaction-based air samplers for bacteria quantification: DUO SAS SUPER 360, SAMPL'AIR and SPIN AIR
Analytical Methods 2012, 4, 399

THERKORN, J.H., MAINELIS, G.
Effect of Agar Plate Volume on Accuracy of Culturable Bioaerosol Impactors
Aerosol Science and Technology 2013, 47:12, 1353-1362

VERREAULT, D., GENDRON, L., ROUSSEAU, G.M., VEILLETTE, M., MASSE, D., LINDSLEY, W.G., MOINEAU, S., DUCHAINE, C.
Detection of Airborne Lactococcal Bacteriophages in Cheese Manufacturing Plants
Applied And Environmental Microbiology, Jan. 2011, p. 491–497

WANG, C-H., CHEN, B.T., HAN, B-C., LIU, A.C-Y., HUNG, P-C., CHEN, C-Y., CHAO, H.J.
Field Evaluation of Personal Sampling Methods for Multiple Bioaerosols
PLoS ONE. 2015 10(3): e0120308

WHYTE, W., GREEN, G., ALBISU, A.
Collection efficiency and design of microbial air samplers
Journal of Aerosol Science 2007, 38 (1). pp. 97-110. ISSN 0021-8502

YAO, M., MAINELIS, G.
Investigation of Cut-Off Sizes and Collection Efficiencies of Portable Microbial Samplers
Aerosol Science and Technology 2006, 40:8, 595-606

YAO, M., MAINELIS, G.
Use of portable microbial samplers for estimating inhalation exposure to viable biological agents
Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology 2007, 17, 31–38

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5

INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Notas Técnicas de Prevención

1.065

Calidad del aire interior. Contaminantes biológicos (II). Tipos de muestreo

Indoor air quality. Biological contaminants (II): Sample collection methods
Qualité d'air intérieur. Contaminants biologiques (II): Types d'échantillonnage

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Elaborado por:

María de la O Culver González
CENTRO NACIONAL DE
NUEVAS TECNOLOGÍAS (INSHT)

Esta NTP es continuación de la NTP 1.064 y ofrece una descripción de las técnicas de muestreo a emplear para la determinación de contaminantes biológicos en el marco de la investigación de problemas asociados a la calidad del aire interior, así como de las características principales de los equipos de muestreo más utilizados para tal fin.

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. MUESTREO DEL AIRE POR IMPACTACIÓN

De los muestreadores que se encuentran disponibles para el muestreo de bioaerosoles, aquellos que basan su funcionamiento en el método de impactación son los más empleados para captar contaminantes biológicos.

El parámetro que representa principalmente la eficacia de captación de un impactador es el diámetro de corte (d_{50}), que se corresponde con el diámetro aerodinámico de la partícula (d_a) para el cual la eficacia de captación será del 50%, asumiéndose que, en el caso de partículas con d_a superior al d_{50}, la eficacia de captación será del 100%. Esto significa que, a la hora de seleccionar el impactador adecuado, es necesario considerar su d_{50}, el cual no debería ser superior al d_a del contaminante biológico que se pretende determinar.

Otros parámetros que determinan la eficacia de captación de un impactador, afectando al d_{50} son:

- El caudal de muestreo, Q: el empleo de caudales elevados requiere tiempos de muestreo muy cortos para evitar la desecación de los microorganismos.
- La distancia entre la entrada de aire y la superficie de impactación, S: debe ser lo suficientemente pequeña para permitir un flujo de aire homogéneo y evitar el rebote de las partículas, siendo el valor recomendado para impactadores con orificios circulares ≥1 mm, y para impactadores con orificios rectangulares >1,5 mm.
- La cantidad de medio de cultivo utilizada: estudios realizados en algunos impactadores sugieren que, cuanto mayor es ésta, menor es el valor de S y d_{50}, y mayor es la eficiencia de captación, reduciéndose, además, el enmascaramiento de las colonias.
- El número de orificios: influyen en el rendimiento del impactador a causa del flujo cruzado originado por orificios adyacentes, originando cambios, p.ej., en la mecánica de flujo en la zona de impactación y en la localización de los puntos de impactación.
- La longitud de los orificios de entrada de aire, W: influye en el perfil de la velocidad del aire, considerándose adecuado si es igual o superior al diámetro del orificio.
- El número de Reynolds, Re: se requiere un valor entre 500 y 3.000 para que el flujo de aire a través de los orificios sea lo más homogéneo posible y la deposición uniforme.

En la tabla 1 se muestran algunas características de diversos impactadores, según los diferentes estudios realizados.

En estos muestreadores de impactación, los contaminantes biológicos son captados o retenidos en placas o tiras con medio de cultivo sólido o semisólido, en un medio líquido o en portaobjetos de vidrio para su posterior análisis microscópico. La impactación en placa para microorganismos viables y cultivables presenta la ventaja de que estos pueden ser captados directamente en el medio de cultivo para su subsiguiente incubación y conteo de las colonias que se han formado sin necesidad de un procesamiento posterior al muestreo, a diferencia de lo que ocurre con el impingement o muestreo en medio líquido. No obstante, el empleo de un medio líquido para la captación preserva mejor la viabilidad de los microorganismos, siendo mayor la eficiencia de captación.

Muestreadores de impactación en placa de agar

Impactador multiorificio

Se trata de muestreadores de un solo nivel en los que la entrada de aire está constituida por múltiples orificios circulares. La mayoría puede colocarse en posición horizontal o en vertical y operan a un caudal elevado que permite el análisis de ambientes con bajo nivel de contaminación, o de aquellos donde se requiera el muestreo de grandes volúmenes de aire durante cortos periodos de tiempo. Además, suelen ser portátiles.

Existen diversos tipos de impactadores multiorificio, describiéndose a continuación las características de algunos de los más utilizados, así como la eficiencia de captación que muestran según estudios realizados: BioCulture, Microbiological Air Sampler (MAS-100), Microflow, Millipore Air Tester (M Air T), Sterilizable Microbial Atrium (SMA) o Surface Air System (SAS).

El muestreador BioCulture aspira aire a través de un cabezal con 380 orificios con forma de cono expandido,

TIPO DE MUESTREADOR	EJEMPLOS	Q (l/min)	Nº DE ORIFICIOS	W o D[A] (mm)	S (mm)	D_{50} (μm)
Impactador multiorificio	BioCulture	120	380	1,25 (ext.) 2,3 (int.)	1,7	7
	MAS-100	100	400	0,7	2,8	1,7
	M Air T	140	1.000	0,46	5,84	2,3
	Microflow	30 - 120	378	1,1 (ext.) 2,5 (int.)	1,89	>10 – 8,8
	SAS Super 90	90	219	0,8	n.d.	2 - 4
	SAS Super 180	180	400	0,8	2,16	≈ 2
	Duo SAS Super 360	360	219	1	n.d.	≈ 1
	SMA	28,3 – 141,5	12	6,3	5	>10 – 4,8
Impactador en cascada	Andersen 1 etapa	28,3	400	0,25	1,5[B]	0,65
	Andersen 2 etapas	28,3	200	1: 1,5 2: 0,4	1,5[B]	1: 8,0 2: 0,95
	Andersen 6 etapas	28,3	400	1: 1,18 2: 0,914 3: 0,711 4: 0,533 5: 0,343 6: 0,254	1,5[B]	1: 7,0 2: 4,7 3: 3,3 4: 2,1 5: 1,1 6: 0,65
Impactador en rendija	Casella MK-II	30-700	1	0,35	2	0,67
	Mattson-Garvin Air Sampler	28	1	0,152	2,5	0,53
Trampa de esporas	Burkard	10	1	2	n.d.	5,2
	Allergenco MK-3	15	1	1,1	n.d.	≈ 2
	Air-O-Cell	10	1	1,1	1	2,3 – 2,5
	Allergenco-D	10	1	1,1	0,89	≈ 1,7
	Micro-5	5	1	2,1	<<1	0,8
Borboteador o impinger	AGI-4, AGI-30	12,5	-	-	-	0,3
	BioSampler	12,6	-	-	-	0,3
Muestreador centrífugo	RCS High Flow	100	n.d.	n.d.	n.d.	1,2
	Ciclón Coriolis μ/δ	100-300	1	n.d.	-	< 1
	Muestreador ciclónico NIOSH de una etapa	2 -4	1	1,99	-	1,5
	Muestreador ciclónico NIOSH de dos etapas	2 3,5	1	n.d.	-	2,6, 1,6 1,8, 1,0

A: D hace referencia a la anchura del orificio
B: valor máximo recomendado
n.d.: no disponible

Tabla 1. Parámetros físicos estudiados de diversos impactadores

con un diámetro externo de 1,25 mm y un diámetro interno de 2,3 mm, operando a un caudal de 120 l/min. Presenta un d_{50} elevado, de 7 μm, mostrando una baja eficiencia de captación para partículas de d_a ≤5,2 μm, siendo ésta <10% para partículas con d_a ≤1 μm.

El muestreador MAS-100 consta de un cabezal con 400 orificios de 0,7 mm de diámetro y su caudal de aspiración es de 100 l/min. Su d_{50} es de 1,7 μm y muestra una eficiencia de captación cercana al 90% para partículas con d_a de 2,5 – 3 μm, mientras que, para partículas con d_a <1 μm, ésta se reduce a ≤30%.

El muestreador Microflow presenta un cabezal con 380 orificios (para placas de 90 mm) o 219 (para placas de 60 mm), los cuales tienen forma de cono expandido con un diámetro externo de 1,1 mm y un diámetro interno de 2,5 mm. Opera a un caudal de 30 a 120 l/min, habiendo mostrado una eficiencia de captación mayor con éste último, ya que se reduce el d_{50} de 10 a 8,8 μm. No obstante, ésta es muy baja a la hora de captar partículas de d_a <3 μm, pudiendo llegar a ser inferior al 10%.

El muestreador M Air T consta de un cabezal con una rejilla microperforada con 1.000 orificios de 0,46 mm de diámetro y emplea secuencialmente dos caudales diferentes, uno de 140 l/min para los primeros 500 litros de aire muestreado y, a continuación, uno de 180 l/min al que cambia automáticamente, durando el ciclo completo aproximadamente unos 6 minutos. Su eficiencia de captación supera el 60% para partículas con d_a ≥3 μm, pero se ha observado una disminución considerable cuando opera a un caudal de 180 l/min, y parece ser debida a la desecación del agar durante la primera etapa de 140 l/min. Para partículas con d_a ≤1 μm, muestra una eficiencia de captación muy pequeña, de aproximadamente el 5%.

El muestreador SMA tiene un cabezal con 12 orificios de 6,3 mm de diámetro y opera a un caudal de 28,3 – 141,5 l/min. Al igual que ocurre con Microflow, la eficiencia de captación aumenta con el caudal más elevado, ya que muestra una disminución del d_{50} de >10 a 4,8 μm. Presenta una eficiencia de captación en torno al 50% para

partículas con d_a de 5 μm, siendo <10% en el caso de partículas con $d_a \leq 1$ μm.

El muestreador SAS presenta uno o dos cabezales con 219 o 401 orificios de unos 0,8 – 1 mm de diámetro. Existen diversos modelos, como el SAS Super 90, el SAS Super 180 y el DUO SAS Super 360 que operan, respectivamente, a unos caudales de 90 l/min, 180 l/min y 360 l/min. El muestreador DUO SAS Super 360 consta de dos cabezales, cada uno de los cuales funciona con un caudal de 180 l/min. Esto permite la realización de duplicados simultáneamente, así como el muestreo de dos tipos distintos de microorganismos. No obstante, estudios realizados han mostrado una desviación de los resultados obtenidos con los dos cabezales, probablemente debida a una distribución desigual del flujo de aire, no consiguiéndose el mismo caudal en ambos. La mayor eficiencia de captación la muestra el muestreador SAS Super 180, siendo >80% para partículas con $d_a \geq 3$ μm, aunque es <10% para partículas con $d_a \leq 1$ μm.

Lo anteriormente indicado permitió concluir en los estudios realizados que este tipo de muestreadores tienden a infravalorar la concentración de partículas de pequeño tamaño, como bacterias individuales, pudiendo resultar más adecuados para partículas más grandes como agregados microbianos o esporas fúngicas de mayor tamaño.

Impactador en cascada: Muestreador Andersen

Se trata de un muestreador multiorificio en cascada que separa automáticamente las partículas en fracciones según su tamaño. Existen modelos de 2 y 6 niveles, que constan de cabezales perforados de 200 y 400 orificios, respectivamente, cuyo diámetro disminuye progresivamente en sentido descendente, y operan a un caudal de 28,3 l/min. Suele utilizarse como muestreador de referencia para valorar la eficacia de otros muestreadores.

También existe la versión de una etapa, adaptada de la última fase del muestreador Andersen de 6 etapas.

Impactador en rendija

En este tipo de muestreadores, el aire pasa a través de una rendija y las partículas impactan en una placa de 15 x 150 mm situada sobre una base rotativa que gira a una velocidad previamente seleccionada. De esta manera, los microorganismos son separados espacialmente y se efectúa un análisis basado en el tiempo.

Existen diversos tipos de impactadores en rendija, como el muestreador Casella MK- II que opera a un caudal de 30 – 700 l/min y tiene un d_{50} de 0,67 μm, mostrando una eficacia de captación elevada para partículas con $d_a > 1$ μm. Otro ejemplo lo constituye el muestreador Mattson-Garvin Air Sampler, que opera a un caudal de 28 l/min y presenta un d_{50} de 0,53 μm.

Muestreadores de impactación en portaobjetos o láminas

En este tipo de muestreadores, se acelera un volumen de aire conocido (normalmente de 50 a 150 litros en ambientes no pulverulentos) a través de un orificio o hendidura estrecha, produciéndose la impactación de las partículas en una superficie impregnada con una sustancia adhesiva. El análisis se realiza empleando técnicas de microscopía.

Se emplean láminas o portaobjetos de vidrio con una sustancia adhesiva transparente (p.ej. aceite de silicona o adhesivos a base de vaselina). La naturaleza adhesiva del medio evita la pérdida de partículas durante el proceso de tinción y reduce el riesgo de pérdida de la muestra por vibraciones durante la manipulación y el transporte. La sustancia adhesiva a emplear debe permitir que la superficie se mantenga lo más húmeda posible para minimizar el rebote de las partículas. Además, debe ser capaz de resistir condiciones climáticas adversas y ser compatible con tinciones y montajes del portaobjetos. Los colorantes más empleados son el naranja de acridina y el azul de lactofenol.

Trampa de esporas Burkard

Es el muestreador estándar para la captación de polen y esporas en el aire exterior. El aire es succionado a 10 l/min hacia el interior de una cámara a través de una hendidura de 2 x 14 mm orientada en la dirección del viento gracias a una veleta de viento que, además, la protege de las inclemencias del tiempo. La corriente de aire impacta sobre la superficie de un tambor que gira a 2 mm/h en el sentido de las agujas del reloj, y las partículas quedan adheridas en una cinta de plástico transparente impregnada con una sustancia adhesiva y colocada alrededor del tambor.

Su principal ventaja es que permite el monitoreo continuo durante 7 días, pudiendo, además, adaptarse para muestreos de 24 horas y para muestreos en aire interior retirando la veleta. Presenta una eficiencia de captación elevada, principalmente para partículas de tamaño inferior a 10 μm.

Trampa de esporas Allergenco MK-3

Se trata de un muestreador portátil en el que el aire es aspirado a 15 l/min a través de un orificio rectangular de 1,1 x 14,5 mm, y es dirigido a un portaobjetos impregnado con una sustancia adhesiva. Tiene un temporizador que se puede programar para captar una muestra durante 10 minutos cada hora, tras la cual el portaobjetos cambia de posición, lo cual permite la captación de muestras secuenciales en un mismo portaobjetos. Puede operar hasta 24 horas.

Impactador en portaobjetos desechable: Air-O-Cell, Allergenco-D, Micro-5.

Estos muestreadores presentan unas dimensiones reducidas, por lo que pueden emplearse en espacios estrechos como cavidades de paredes para investigar la presencia de moho oculto, o en el interior de los conductos del sistema HVAC. Permiten tiempos de muestreo muy cortos, de hasta 10 min.

El muestreador Air-O-Cell presenta un orificio de entrada rectangular de 1,1 x 14,4 mm y opera a un caudal de 15 l/min., siendo el tiempo de muestreo normalmente de 5 a 10 min. La entrada es cónica con las esquinas afiladas, lo cual hace que puedan crearse turbulencias de aire en la zona de impactación y no se depositen las partículas de manera uniforme.

En cuanto al muestreador Allergenco-D, el orificio de entrada también es rectangular, con unas dimensiones de 1,1 x 14,5 y emplea un caudal de 15 l/min. El tiempo de muestreo recomendado es de 1 a 10 minutos. Al igual que el anterior, la entrada es cónica, pero presenta una sección recta de 4 mm, lo cual, según estudios realizados, permite que el flujo de aire sea más homogéneo y la captación de partículas pequeñas más eficiente ya que, además, se reduce la S y el d_{50}.

Por otro lado, el muestreador Micro-5 presenta un orificio de entrada circular de 2,1 mm de diámetro y opera a un caudal de 5 l/min, siendo el tiempo de muestreo recomendado de 1 a 10 min. Si bien presentan un diámetro de corte reducido, de 0,8 μm, la S es muy pequeña, siendo el ratio S/W <<1, lo cual no es recomendable, ya que una distancia demasiado corta potencia el rebote de las partículas, haciendo que la deposición de las mismas en el portaobjetos no resulte homogénea.

Muestreadores de impactación en medio líquido. Borboteo o impigement

En estos equipos, el aire es aspirado a través de una entrada curvada que simula el tracto respiratorio superior y las partículas impactan en un volumen conocido de líquido de captación, empleándose normalmente agua desmineralizada, tampón fosfato salino o agua peptonada. A fin de preservar la viabilidad de los microorganismos, se le añaden aditivos como proteínas, antiespumantes y anticongelantes.

Se trata de uno de los equipos de muestreo más versátiles, ya que el líquido de captación puede analizarse empleando diversas técnicas, como cultivo, microscopía, así como ensayos para determinar componentes, productos, o metabolitos microbianos.

Los borboteadores más empleados son AGI-30 y AGI-4, que operan a un caudal de 12,5 l/min y tienen un diámetro de corte de 0,3 μm. En el interior del vaso contienen una boquilla de aceleración situada, respectivamente, a 30 mm y 4 mm del fondo del mismo. Esta boquilla consiste en un tubo capilar curvado y ha sido diseñada para reducir el daño a las células cuando el aire se dispersa a través del líquido de captación y las partículas son atrapadas en él. No obstante, el movimiento de "burbujeo" generado por el flujo de aire incrementa la posibilidad de que las partículas captadas, principalmente las más pequeñas (con un diámetro inferior a 1 μm), vuelvan a aerosolizarse, lo cual daría lugar a una infravaloración de su concentración. Esto es más acusado en el caso del AGI-4, ya que una distancia de 4 mm genera un mayor estrés físico en los microorganismos, con el consiguiente aumento de la posibilidad de rebote y aerosolización. Además, hay que tener en cuenta que las soluciones acuosas no captan eficientemente los microorganismos menos hidrosolubles (p.ej. *Bacillus*). Estas soluciones se evaporan fácilmente, no recomendándose efectuar el muestreo durante más de 30 minutos. No obstante, presenta una elevada eficacia de captación para partículas de 0,3 a 5,0 μm de diámetro y, en comparación con las técnicas de impactación en placa de agar o en tiras con medio de cultivo, preserva mejor la viabilidad de los microorganismos debido a que se reduce el riesgo de desecación al emplear un medio líquido para efectuar su captación. Además, los borboteadores pueden emplearse para captar elevadas concentraciones de contaminantes, ya que pueden diluirse para su posterior análisis.

Otro ejemplo es el BioSampler, cuya diferencia fundamental con respecto a los anteriores radica en que en el interior del vaso contiene tres boquillas orientadas en ángulo hacia la pared del muestreador y el aire es aspirado a través de cada una de ellas a un caudal de 4,2 l/min, siendo el caudal total de 12,6 l/min. El aire es impulsado tangencialmente y las partículas impactan en las paredes, siendo arrastradas por el líquido de captación, en el que se produce un movimiento de remolino. Por tanto, la captación de partículas tiene lugar por las fuerzas combinadas de impactación tangencial y centrifugación. El movimiento de remolino genera pocas burbujas, reduciéndose la probabilidad de rebote de las partículas y de su reconversión en aerosoles. Además, permite el empleo de líquidos no evaporativos (p.ej. glicerol, aceite mineral) y, por tanto, tiempos de muestreo más largos (hasta 8 horas), manteniendo una eficacia física de captación relativamente constante.

Centrifugación

Muestreador RCS (Reuter Centrifugal Sampler)

Se trata de un muestreador portátil en el que la fuerza centrífuga generada por un rotor de aspa origina la impactación de los microorganismos en el medio de cultivo contenido en una tira de plástico.

Dentro de estos equipos, cabe destacar el RCS High Flow, que opera a un caudal de 100 l/min. Ha mostrado una eficiencia de captación ≥75% para partículas con d_a >2, mientras que, en el caso de partículas de 1 μm, ésta se reduce al 40%.

Ciclón

En estos equipos, el aire es introducido tangencialmente en el interior del equipo y va descendiendo efectuando un movimiento de remolino por la acción de la fuerza centrífuga, haciendo que las partículas más grandes impacten las paredes del ciclón y las más pequeñas se depositen en el fondo del tubo.

Existen dos tipos, de pared húmeda y de pared seca, que captan, respectivamente, muestras líquidas y secas, las cuales pueden ser analizadas empleando diversas técnicas, de igual manera que los borboteadores.

En comparación con los borboteadores AGI y, al igual que ocurre con BioSampler, el movimiento efectuado genera un menor estrés a los microorganismos, reduciéndose el rebote de las partículas y aumentando, por tanto, la eficiencia de captación. De esta manera, se pueden captar grandes concentraciones durante periodos de tiempo más largos. Además, suelen ser equipos portátiles y, en algunos casos, permiten el muestreo personal.

Un ejemplo de ciclón de pared húmeda es el Coriolis. Este muestreador consta de una cámara con forma de cono invertido donde se produce la captación de contaminantes empleando los mismos líquidos de captación que los borboteadores.

Existen diversos modelos, como Coriolis μ y Coriolis δ, empleándose este último para el muestreo en aire exterior. Operan a un caudal de 100 – 300 l/min y el tiempo de muestreo suele ser de 1 a 10 min, aunque, en el caso de Coriolis δ, éste puede extenderse hasta 6 horas si se renueva el líquido de captación.

Estos muestreadores muestran una eficacia de captación relativamente elevada para partículas pequeñas, dado su bajo d_{50} (<1 μm), aunque ésta es inferior a la de BioSampler. No obstante, estudios realizados muestran que su mayor eficacia de captación la consiguen a la hora de muestrear partículas más grandes, llegando a ser del 100% en el caso de partículas con da de 4.4 μm, y del 109% para las de da de 16 μm.

Por otro lado, entre los ciclones de pared seca, cabe destacar los muestreadores NIOSH. Se trata de muestreadores personales que emplean para la captación de partículas tubos de microcentrífuga Eppendorf de 1,5 ml, y disponen de un filtro de respaldo para captar partículas más pequeñas, como, por ejemplo, fragmentos fúngicos.

Existen dos modelos, de una y dos etapas. En el caso

del ciclón de una etapa, el caudal empleado es de 2 a 4 l/min y su d_{50} es de 1,5 μm, presentando una elevada eficiencia de captación para partículas de hasta 16 μm de d_a.

En cuanto al muestreador ciclónico de dos etapas, éste opera a dos caudales distintos, de 2 l/min y de 3,5 l/min., y utiliza dos tubos de microcentrífuga Eppendorf de 1,5 ml. El d_a de las partículas captadas depende del caudal utilizado:

- 2 l/min: en la primera etapa se captan partículas de d_a >2,6 μm, mientras que, en la segunda, se recogen aquellas con d_a entre 1,6 y 2,6 μm. El filtro de respaldo capta partículas de d_a ≤1,6 μm.
- 3,5 l/min: en la primera etapa se captan partículas de d_a >1,8 μm, mientras que, en la segunda, se recogen aquellas con d_a entre 1 y 1,8 μm. El filtro de respaldo capta partículas de d_a ≤1 μm.

Estudios realizados muestran que el ciclón de dos etapas presenta una elevada eficiencia de captación para partículas de d_a ≤3,5 μm a ambos caudales, mientras que, para partículas más grandes, el equipo capta con mayor eficiencia cuando emplea el caudal más alto.

2. MUESTREO DEL AIRE POR FILTRACIÓN

Mediante esta técnica, las partículas son captadas en filtros de un tamaño de poro determinado por diversos mecanismos como la impactación, la interceptación o la difusión, así como por fuerzas eléctricas o gravitacionales. La eficacia de captación depende del tipo de filtro, de su tamaño de poro (normalmente entre 0,01 y 10 μm), y del caudal empleado para el muestreo.

Se emplea para la captación de microorganismos totales (viables y no viables) y otros contaminantes biológicos, permitiendo tiempos de muestreo largos, así como el muestreo personal. La muestra obtenida puede analizarse empleando diversas técnicas, incluyendo el cultivo de los microorganismos captados.

Suelen presentar una mayor eficacia de captación para un mayor rango de tamaños de partículas en comparación con los impactadores, siempre que se empleen con los filtros adecuados.

Los filtros pueden estar fabricados con materiales muy diversos, como politetrafluoroetileno (PTFE), ésteres mixtos de celulosa (MCE), policarbonato, cloruro de polivinilo (PVC), gelatina, o fibra de vidrio. La selección del filtro va a depender, fundamentalmente, del contaminante de interés y de la técnica de análisis que se va a emplear.

Por ejemplo, los filtros de fibra de vidrio y de PVC son higroscópicos, por lo que pueden emplearse para realizar análisis gravimétricos. Los filtros de MCE y de policarbonato pueden hacerse transparentes con acetona y aceite de inmersión, respectivamente, y ser analizados al microscopio óptico, mientras que las membranas de policarbonato de color negro y los filtros de PTFE pueden observarse con el microscopio de epifluorescencia. Además, los filtros de policarbonato y de PTFE se lavan fácilmente, por lo que también son adecuados para su análisis con el microscopio electrónico de transmisión y el microscopio electrónico de barrido. Por último, el análisis de diversos componentes y metabolitos microbianos puede llevarse a cabo empleando filtros de policarbonato, PTFE, MCE y filtros de fibra de vidrio, y el cultivo de microorganismos puede realizarse con filtros de policarbonato y gelatina, siendo éste último, en principio, más adecuado, ya que preserva mejor la viabilidad de los microorganismos, aunque resulta frágil y se seca con facilidad, de manera que no puede emplearse para tiempos de muestreo largos.

Muestreador Button

Consta de un cuerpo de aluminio, siendo la superficie de entrada curvada con numerosos orificios de 381 μm de diámetro. El caudal empleado es de 4 l/min, y se utiliza con filtros de 25 mm.

Permite el muestreo de la fracción inhalable, presentando baja sensibilidad a la velocidad y a la dirección del viento, pudiendo captar partículas grandes, al mismo tiempo que reduce la captación de partículas de d_a >100 μm. Además, con este muestreador se consigue una mayor uniformidad en la captación y en el depósito de partículas.

Muestreador IOM

Consta de un cuerpo de plástico conductor o de acero inoxidable y la entrada de aire se produce a través de un orificio circular de 15 mm de diámetro. Opera a un caudal de 2 l/min y se emplea con filtros de 25 mm.

Permite el muestreo de la fracción inhalable, pudiendo emplearse también para el muestreo de la fracción respirable mediante la incorporación de un disco de una espuma plástica porosa, como la espuma de poliuretano.

Muestreador de cassette de 37 mm

Consiste en un cassette de tres piezas, cerrado o abierto, fabricado en poliestireno y con un orificio de entrada de aire de 4 mm de diámetro. Suele operar a un caudal de 1 a 5 l/min, y se emplea con filtros de 37 mm. Su eficacia de captación se reduce considerablemente en condiciones de elevada humedad, así como a la hora de captar partículas de tamaño superior a 30 μm. Presenta también otros inconvenientes, como pérdidas en las paredes internas y deposición no uniforme en el filtro de captación.

3. MUESTREO DE SUPERFICIES

Este método resulta apropiado para confirmar la presencia de microorganismos, permitiendo detectar el foco de contaminación y el grado de extensión de la misma cuando la inspección visual resulta ambigua (p.ej. en el caso de que se observen manchas o decoloraciones y se desconozca si son debidas a moho). También puede ser empleado para comprobar la eficacia de un procedimiento de limpieza o de desinfección de superficies.

No se trata de un método cuantitativo (salvo el muestreo con placas de contacto), pero es útil para identificar géneros o especies de microorganismos. Por otro lado, debido a la gran variabilidad de los resultados obtenidos y a la escasa correlación mostrada con las mediciones del aire, este tipo de muestreo no puede utilizarse como único método para evaluar el riesgo de exposición, siendo una herramienta complementaria para la evaluación ambiental.

Muestreo con torunda

Se utiliza para el muestreo en materiales lisos, y consiste en el empleo de una torunda de algodón estéril que debe humedecerse en un líquido estéril en caso de que la superficie esté seca, no siendo esto necesario cuando ésta se encuentra húmeda. Se aplica la torunda con un ligero movimiento de vaivén en varias direcciones en un área determinada (normalmente de 100 cm^2) y delimitada por una plantilla. A continuación, se introduce la torunda en un tubo con un líquido estéril apropiado, pudiendo éste ser el mismo tipo de líquido que el empleado para

humedecerla. El análisis se realiza por cultivo mediante siembra del contenido con la torunda, ya sea directamente, o tras diluir el mismo.

Muestreo con esponja

El empleo de esponjas estériles resulta útil para el muestreo de superficies grandes y/o irregulares. Se frota la esponja (la cual puede hidratarse de la misma manera que la torunda) sobre un área determinada de la superficie a muestrear y el contenido es extraído y diluido antes de su análisis, que se realiza por cultivo.

Muestreo con placa de contacto

Este método se emplea en superficies lisas y consiste en la aplicación, mediante una ligera presión, de una placa de contacto (normalmente una placa RODAC) con un medio de cultivo ligeramente en exceso, siendo **ésta** a continuación incubada para la posterior identificación y recuento de las colonias.

La ventaja que presentan estos tres métodos es que permiten la determinación relativa de la concentración de microorganismos, expresándose ésta en ufc/cm^2 (unidades formadoras de colonias por centímetro cuadrado de superficie), aunque los resultados obtenidos no son precisos.

Muestreo con cinta adhesiva

Este método también requiere que la superficie sea lisa y se lleva a cabo presionando ligeramente una cinta impregnada con una sustancia adhesiva sobre la superficie a muestrear y efectuando la identificación de las partículas atrapadas con un microscopio. A diferencia de los anteriores, no puede emplearse para determinar concentraciones de microorganismos y, además, no suele permitir la caracterización a nivel de especie.

4. MUESTREO DE MATERIALES

Este método se emplea para el análisis de porciones de material (p.ej. papel pintado, revestimiento de conductos del sistema HVAC, moquetas), de polvo depositado o de agua, con el fin de determinar si presentan contaminantes biológicos que puedan constituir la causa del problema que se está investigando.

Materiales distintos de polvo o agua

Los materiales pueden encontrarse completamente limpios, mostrar alguna decoloración, o presentar un crecimiento microbiano visible, pudiendo ser requerido su análisis para identificar la contaminación presente. La muestra debe tener un tamaño lo suficientemente pequeño como para poder ser transportada y analizada fácilmente. No obstante, si, por ejemplo, presenta diferentes tonos de decoloración, el tamaño debe ser tal que permita representar el daño del material, o deberían cogerse diversas muestras que puedan proporcionar una representación completa del contaminante o de los contaminantes biológicos presentes en el área dañada. El análisis efectuado confirmará la presencia o ausencia de contaminación, permitiendo, en su caso, la identificación del contaminante.

Polvo depositado

El muestreo y análisis de polvo es un método adecuado para la determinación de diversos contaminantes biológicos, tales como: esporas, fragmentos, alérgenos y metabolitos fúngicos (micotoxinas, β-1,3 glucanos), endotoxinas bacterianas, ácaros, fragmentos de insectos, o descamaciones de animales. Se encuentra menos influenciado por la variación temporal a corto plazo en las concentraciones de contaminantes, y permite la aplicación de diversos análisis a las muestras. No obstante, la interpretación de los resultados obtenidos resulta compleja, ya que la diversidad de contaminación presente va a depender principalmente del movimiento de las personas y del nivel de limpieza.

La muestra se puede coger directamente mediante el empleo de una cuchara o una espátula, o puede efectuarse la captación de polvo con un aspirador convencional provisto de un filtro HEPA *(del inglés, High Efficiency Particulate Air)*, o mediante cassettes con filtro de 37 mm o 25 mm acoplados a una bomba de aspiración, siendo normalmente el caudal empleado de 20 a 25 l/min cuando se utilizan los de 37 mm, y de 10 a 20 l/min cuando se utilizan los de 25 mm. Se delimita el área a muestrear y se aspira a una velocidad determinada (por ejemplo, 1 m^2 cada 1 – 2 min.) en una dirección y, después, en dirección perpendicular a la anterior.

Una vez obtenida la muestra, se procede a la extracción de los contaminantes empleando un medio adecuado y se analiza el líquido resultante mediante la técnica de análisis que resulte más apropiada. Los resultados se suelen expresar en términos de concentración del contaminante de interés por gramo de polvo.

Agua

Este método consiste en introducir un volumen determinado de agua en un recipiente estéril y proceder a su análisis, ya sea mediante cultivo, como por técnicas microscópicas o ensayos, y se emplea para el muestreo de bacterias como *Legionella pneumophila* o de protozoos en el agua de las torres de refrigeración (u otras instalaciones de riesgo), y de otros elementos del sistema HVAC.

5. MUESTREO DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES MICROBIANOS

Aunque algunos pueden detectarse olfativamente, los COVM se encuentran a bajas concentraciones en el aire interior, de manera que su determinación resulta difícil, incluso empleando métodos con una resolución muy elevada. Además, no suele ser común su realización en este tipo de ambientes.

En caso de que resulte conveniente la determinación de este tipo de contaminantes, uno de los métodos recomendados es la captación en un sorbente como carbón activo, seguida de una desorción térmica (para lo cual se emplea calor y un flujo de un has inerte como el helio), en combinación con una cromatografía de gases acoplada a una espectrometría de masas (GC/MS).

BIBLIOGRAFÍA

Se relaciona en la NTP 1.064.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPO: 272-15-025-5