

## NTP 673: La sustitución de agentes químicos peligrosos: aspectos generales



Substitution des agents chimiques dangereux: aspects généraux.  
Substitution of hazardous chemical agents: general issues.

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.

### Redactora:

Nuria Cavallé Oller  
Ingeniero Químico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

*En la presente NTP se examina el estado actual de la sustitución de agentes químicos peligrosos como medida de prevención de riesgos laborales. Se exponen los problemas técnicos y organizativos que su implementación plantea y se describe un procedimiento general de actuación para llevarla a cabo en la práctica. Se hace hincapié en la necesidad de desarrollar guías prácticas de actuación para la pequeña y mediana empresa.*

### La sustitución como medida de prevención de riesgos laborales

La sustitución es una medida preventiva consistente en eliminar un determinado riesgo actuando en el origen, ya sea por utilización de un agente químico alternativo o bien empleando otro proceso. En la mayoría de los casos, ello implicará la aparición de un nuevo riesgo, necesariamente de menor magnitud, que deberá valorarse y controlarse de forma adecuada.

No existe legislación específica en la reglamentación laboral respecto a la sustitución de agentes químicos peligrosos, siendo el Real Decreto 374/2001 sobre la prevención de riesgos derivados de los agentes químicos en el trabajo la normativa de referencia al respecto. En él, y plenamente de acuerdo con el artículo 15 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, se establece la eliminación del riesgo en origen como medida preventiva prioritaria.

Así, el artículo 5 del Real Decreto 374/2001 dispone que *"el empresario garantizará la eliminación o reducción al mínimo del riesgo que entrañe un agente químico peligroso para la salud y seguridad de los trabajadores durante el trabajo. Para ello, el empresario deberá, preferentemente, evitar el uso de dicho agente sustituyéndolo por otro o por un proceso químico que, con arreglo a sus condiciones de uso, no sea peligroso o lo sea en menor grado.*

*Cuando la naturaleza de la actividad no permita la eliminación del riesgo por sustitución, el empresario garantizará la reducción al mínimo de dicho riesgo aplicando medidas de prevención y protección que sean coherentes con la evaluación del riesgo".*

La sustitución, pues, ocupa la posición más alta en la actual estrategia de prevención de riesgos derivados de agentes químicos.

Para los agentes químicos cancerígenos y mutágenos el principio de sustitución se aplica de forma aún más estricta puesto que deja de ser una prioridad en el conjunto de acciones preventivas para convertirse en un imperativo legal *"siempre que sea técnicamente posible"* (artículo 4 del Real Decreto 665/1997 sobre la prevención de riesgos derivados de agentes cancerígenos y mutágenos en el trabajo).

Junto a todos estos requisitos legales, en prevención de riesgos laborales existen importantes razones técnicas (cuadro 1) para plantear la sustitución de los agentes químicos peligrosos. Ésta puede resultar la medida preventiva de mayor eficacia frente a aquellas sustancias para las que es difícil, si no imposible, establecer valores seguros de exposición. En este grupo se incluirían no solamente los cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción sino también sustancias con efectos sensibilizantes y alérgicos. En la práctica la protección del trabajador frente a estas sustancias pasa muchas veces por la separación del puesto de trabajo.

En general, podríamos decir que la estrategia de sustitución ha sido mejor aceptada en el campo de la protección del medio ambiente (sustitución verde) que en el campo de la prevención, donde tradicionalmente se ha confiado más en la ingeniería y se han desarrollado técnicas de control eficaces que no implicaran un cambio en los procesos industriales. Además, la legislación medioambiental ha sido más exigente y punitiva, con la prohibición de algunas sustancias (en el ámbito laboral son muy pocas las

sustancia prohibidas) y la existencia y aceptación de protocolos internacionales por parte de los gobiernos.

Así, en España, la IV Encuesta Nacional sobre Condiciones de Trabajo muestra que la sustitución, pese a ser prioritaria, es una medida preventiva todavía poco empleada (la aplicaron un 12 % de las empresas encuestadas del sector industrial, un 5.2 % del sector de los servicios y un 17.7 % del sector de la construcción).

### **CUADRO 1** **Necesidad de plantear la sustitución de agentes químicos peligrosos en prevención de riesgos laborales**

- EXIGENCIA LEGAL:
  - artículo 15 Ley 31/1995
  - artículo 5 RD 374/2001
  - artículo 4 RD 665/1997
- NECESIDAD TÉCNICA: imposibilidad de establecer límites de exposición para sustancias con determinados efectos:
  - cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción
  - sensibilizantes, alergénicos

Finalmente, es de destacar que los compromisos internacionales adquiridos por la industria química (Compromiso de Progreso) en cuanto a la mejora permanente en seguridad, salud y medio ambiente, de acuerdo con los principios de desarrollo sostenible, pueden ser un factor favorecedor para una mayor aplicación de esta medida preventiva.

## **Problemática de la sustitución de agentes químicos**

La sustitución de un agente químico peligroso por otro que entrañe menor peligro requiere afrontar las dificultades citadas en el cuadro 2.

Los dos primeros puntos del cuadro 2 constituyen problemas de tipo técnico, mientras que el tercero incide sobre los aspectos organizativos y de gestión empresarial. Debido a su distinta naturaleza, las actuaciones que exige cada punto son muy diferenciadas pero las tres son igualmente importantes para lograr que el proceso de sustitución de un agente químico se realice con éxito. En el cuadro 3 se muestra un listado de factores técnicos y organizativos involucrados en un proceso de sustitución de sustancias o procesos.

### **CUADRO 2** **Problemática de la sustitución**

- a. La búsqueda de agentes químicos que sean sustitutos viables desde un punto de vista estrictamente técnico.
- b. El estudio y la valoración de la peligrosidad de los nuevos agentes que, aunque debe ser menor que la del agente a sustituir, no podrá considerarse despreciable en la mayor parte de los casos.
- c. La gestión de los cambios que supone la introducción de un nuevo agente en el proceso, y el rechazo que ello puede originar inicialmente en distintos estamentos de la empresa (dirección, trabajadores,...).

### **CUADRO 3** **Factores involucrados en el proceso de sustitución**

- FACTORES TÉCNICOS**
- Búsqueda de un sustituto técnicamente viable
  - Comparación de riesgos (agente/sustituto):
    - seguridad y salud de los trabajadores
    - medio ambiente
- FACTORES ORGANIZATIVOS**
- Adaptación al cambio: formación, nuevos procedimientos,...
  - Costes e inversiones: nuevos equipos, tratamiento de residuos, formación,...
  - Beneficios potenciales: mejora de la calidad de los productos, mejora del ambiente laboral y extralaboral, beneficios financieros directos (reducción costes prevención, costes energéticos, costes de las materias primas,...), mejora de la

## Búsqueda de sustitutos técnicamente adecuados

El proceso de búsqueda de sustitutos técnicamente viables no es en absoluto simple. No se trata únicamente de sustituir un producto por otro con propiedades semejantes, sino que deben tenerse en cuenta las implicaciones que ello puede acarrear también en el proceso productivo, los equipos, el procedimiento de trabajo, etc. Por ello, el desarrollo de actividades de estudio e investigación acerca de sustitutos que ofrezcan un resultado técnico satisfactorio requiere un alto nivel de experiencia y conocimiento acerca del proceso en el que se encuentran incluidas las sustancias. Es útil recurrir a fuentes de información muy especializadas, siendo muy recomendable la consulta a fuentes sectoriales, como asociaciones de fabricantes, en tanto y en cuanto son los mejores conocedores de los aspectos técnicos dentro de un determinado sector.

En esta línea, es de destacar la sustitución de disolventes como la más descrita en la bibliografía y donde se han conseguido mejores resultados. El uso de los disolventes está estrechamente condicionado por sus propiedades físico-químicas, por lo que el proceso de búsqueda de sustitutos pasa por la comparación exhaustiva de dichas propiedades, permitiendo identificar grupos de compuestos alternativos. Las propiedades de interés serán unas u otras según el uso del disolvente (punto de ebullición, calor de vaporización, polaridad, solubilidad, etc). Pueden consultarse en Internet algunas páginas con información sobre disolventes y opciones para su sustitución, como *Solvent Substitution Data Systems* (<http://es.epa.gov/ssds/ssds.html>), de EPA (Environmental Protection Agency) donde existen enlaces a distintas bases de datos.

## Evaluación de los nuevos riesgos

Una vez identificadas las alternativas deben evaluarse los riesgos que generan y compararlos con los generados por el empleo de la sustancia a sustituir. Esto requiere comparar la peligrosidad de las distintas sustancias en una primera fase y posteriormente valorar los riesgos reales dentro del proceso. Se incluirán aquí riesgos de toda índole, como los ergonómicos o físicos (ruido, vibraciones,...) derivados de posibles cambios en el proceso por exigencia de la nueva sustancia. Para ello puede ser necesario la realización de pruebas piloto antes de la implementación del sustituto (ver cuadro 4, etapa 5ª).

Existen ejemplos de sustituciones realizadas en el pasado que posteriormente se han considerado inadecuadas. Así, los clorofluorocarbonos, que sustituyeron al amoníaco como gas refrigerante y tuvieron un amplio uso como agentes propelentes mostrando una baja toxicidad, tienen actualmente muy limitada su fabricación, comercialización y uso en virtud de sus efectos perjudiciales sobre la capa de ozono. Algo similar ha sucedido con las fibras minerales alternativas al amianto, relacionadas actualmente con determinadas enfermedades.

Todos los aspectos relativos a la dimensión técnica de la sustitución, salud, seguridad y medio ambiente deben estar integrados y valorarse conjuntamente para evitar la transferencia del riesgo de un compartimento a otro. Las fuentes de la que se recogerá información sobre la peligrosidad en cada caso son las propiedades físico-químicas, las propiedades toxicológicas y los efectos sobre el medio ambiente:

- La información sobre las *propiedades físico-químicas* está básicamente contenida en las fichas de seguridad del producto (FDS), puesto que se requiere un número limitado de parámetros para determinar el riesgo que puede suponer un determinado producto. En general, no es un aspecto problemático.
- Sobre las *propiedades toxicológicas* existe mucha información disponible pero a menudo dispersa y no siempre bien sintetizada, cosa que dificulta la comparación entre sustancias. La etiqueta y la FDS ofrecen la primera información disponible, pero en muchos casos esto no será suficiente, o al menos, se plantearán dudas razonables sobre otros posibles efectos, en especial los de largo plazo. Este es el punto donde radica el principal problema para la comparación de la peligrosidad entre el sustituto y el agente a sustituir.
- Sobre los *efectos sobre el medio ambiente*, además de consultar la FDS (apartado 12) y parámetros asociados a la toxicidad medioambiental como la toxicidad en distintas especies, solubilidad en agua, demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno, etc., debe consultarse la legislación ambiental aplicable en cada caso, teniendo en cuenta que las disposiciones van desde el ámbito local hasta el internacional. En este campo existen numerosas prohibiciones y limitaciones al uso y a la comercialización de determinadas sustancias. La determinación de la idoneidad de un sustituto desde este punto de vista se reduce, en la práctica, a la comprobación del cumplimiento de los requisitos legales.

Existen algunas herramientas simplificadas, especialmente dirigidas a las pequeñas y medianas empresas, que facilitan la comparación de la peligrosidad de una sustancia y sus posibles sustitutos, cuyo contenido será desarrollado en posteriores notas técnicas. Una de las más conocidas es el Modelo de Columnas alemán. Puede consultarse la versión en inglés de este modelo en <http://www.hvba.de/e/bia/pr/spalte/spaitmod.pdf>

Siguiendo con el ejemplo de los disolventes, una fórmula de uso bastante extendido en algunos países europeos (Dinamarca, Suiza, Alemania y Austria) es la denominada *Vapour Hazard Ratio*. En ella se refiere la volatilidad del disolvente (como concentración del vapor saturado) respecto a su valor límite de exposición profesional y se obtiene un valor indicativo de la peligrosidad del disolvente que permite la comparación rápida entre disolventes.

Por último, debe destacarse que una exigencia demasiado elevada respecto a los requisitos de los posibles sustitutos puede conllevar la continuidad en el proceso de un agente de reconocidos efectos negativos. Por ello, es esencial conseguir un equilibrio entre el nivel de información requerido sobre un agente y su consideración como un sustituto adecuado.

## Implementación de los cambios en la empresa

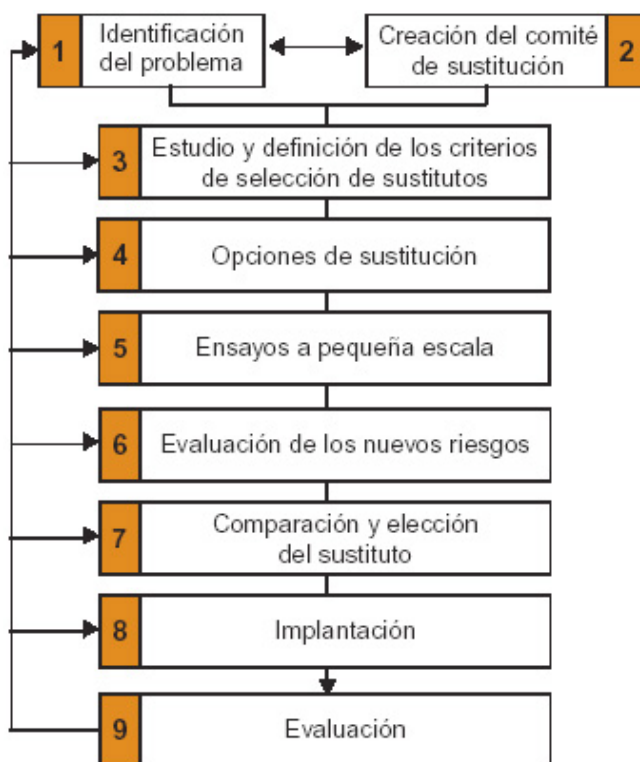
Superadas las dificultades técnicas y aprobado el estudio económico debe afrontarse la puesta en práctica de los cambios. Esto puede constituir un verdadero handicap en organizaciones sin una correcta política de prevención de riesgos laborales (o simplemente sin una correcta gestión empresarial). La sustitución de los agentes químicos en un proceso industrial requiere de una cierta capacidad de innovación por parte de la empresa y de un sentido de mejora continua de los productos y procesos. La sustitución puede entenderse como una oportunidad de mejora de la competitividad empresarial. Al igual que en otras intervenciones en el puesto de trabajo, toda la línea jerárquica debe estar implicada. El impulso inicial corresponde a las instancias con poder de decisión. El apoyo o refuerzo de los técnicos de prevención por parte del personal de distintos estamentos técnico-científicos de la empresa se hace claramente necesario al abordar la sustitución de un producto o proceso. Por otra parte, los trabajadores, que deben ser consultados en aplicación del artículo 33 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los aceptarán mejor cuanto más involucrados hayan estado en el proceso. Además es conveniente que puedan sugerir propuestas de sustitución y que estén involucrados en todo el proceso de sustitución. Algunos estudios y publicaciones destacan la importancia dentro de la empresa del denominado Comité de Sustitución, como un órgano integrado por distintas partes implicadas en el proceso de sustitución. Su existencia debe compatibilizarse con la de otros órganos con competencias en prevención dentro de la empresa (técnicos de prevención, delegados de prevención y/o comité de seguridad y salud, trabajadores, empresario, etc.) y proporciona una base administrativa sólida (ver cuadro 4, etapa 2ª).

A nivel supraempresarial se hace necesaria la existencia de políticas para fomentar la verdadera implementación del principio de sustitución por parte del empresario, en las cuales la innovación y la creación de redes de información y colaboración deben ocupar un lugar destacado.

## Procedimiento general para abordar la sustitución

La resolución práctica de las tres cuestiones que han sido comentadas en el apartado anterior se subdivide en una serie de acciones concretas. Se han publicado diversos procedimientos, de mayor o menor grado de exhaustividad sobre cómo proceder, de una forma sistemática al iniciar un proyecto de sustitución. A continuación se reproduce uno de ellos, el procedimiento propuesto por Gérin et al (5), basado en 9 etapas, y que considera la intervención de una empresa externa para llevar a cabo el proceso de sustitución.

**CUADRO 4**  
**Procedimiento para abordar la sustitución de un agente químico peligroso**  
**Adaptado de Gérin et al (5)**



El contenido de cada etapa es el siguiente:

### 1. Identificación del problema

- Estudio de los motivos para plantear la sustitución de una sustancia: seguridad, salud, medioambiente, reglamentación específica, costes, u otros.
- Identificación de la sustancia, forma y estado en que se manipula, cantidades y descripción del proceso o procesos en los que está implicada.
- Identificación del personal involucrado directamente en el trabajo con la sustancia: técnicos, mandos intermedios, trabajadores.

### 2. Establecimiento de un comité de sustitución

El objetivo de esta etapa es proporcionar una base técnico-administrativa sólida para llevar a cabo el proyecto de sustitución.

La composición mínima recomendable del Comité es:

- Responsable/s de la empresa, idealmente con formación técnica y en prevención de riesgos laborales
- Técnico de prevención de riesgos laborales, preferentemente con la especialidades de Higiene Industrial y de Seguridad en el Trabajo.
- Delegado/s de prevención

Puede añadirse personal como: mandos intermedios, trabajadores, departamento de calidad, departamento de compras, departamento financiero, etc.

En la práctica, las etapas 1 y 2 se realizan simultáneamente.

### 3. Estudio del problema y definición de los criterios de selección

Recogida de la toda la información relativa a la sustancia a sustituir y:

- Visitas a la empresa a fin de observar el proceso y los empleados en momentos distintos, así como entrevistarse con ellos.
- Estudio de los informes higiénicos si existen. Pueden realizarse mediciones ambientales a fin de conocer los niveles de exposición.
- Cantidades utilizadas (departamento de compras)

De esta etapa emerge un informe sobre el uso de la sustancia, los métodos de trabajo y la exposición de los trabajadores y/o las emisiones ambientales. Se definen las características que debe tener la nueva sustancia para lograr los mismos objetivos que la anterior.

### 4. Propuesta de varias opciones de sustitución

Esta etapa tiene por objetivo elaborar un listado lo más extenso posible de todas las opciones a considerar. Consistirá en la:

- Revisión de todas las fuentes de información disponibles: especialistas, Internet, bibliografía, proveedores,...

### 5. Ensayos a pequeña escala

El objetivo de esta etapa es elaborar una nueva lista, más reducida, eliminando algunas opciones según los resultados de las pruebas de laboratorio.

Se requiere un protocolo de ensayos elaborado por el comité de sustitución, en colaboración con el departamento de calidad y de I+D. Las opciones se seleccionan de acuerdo con su capacidad de satisfacer las exigencias técnicas de la empresa.

### 6. Evaluación de las consecuencias de las opciones seleccionadas

Se evalúan respecto a los siguientes aspectos:

- Seguridad y salud en el trabajo
- Medio ambiente
- Costes
- Método de trabajo
- Formación de los trabajadores

Ya se dispone de la información bibliográfica para cada una de las posibles soluciones (etapa 4), pero puede ampliarse aquí.

Las etapas 4 y 5 nos servirán para evaluar los riesgos de las nuevas sustancias o procedimientos, de la forma más exhaustiva posible.

### 7. Comparación de las opciones y elección

- Comparación de las distintas opciones entre ellas y con la opción inicial.
- Resumen de la información evidenciando las principales ventajas e inconvenientes de cada opción.
- Elección de la mejor opción en función de los criterios de la etapa 3.

### 8. Implantación

- Debe hacerse de forma gradual, primero en un puesto y después al resto de la empresa, si procede.
- Recogida de comentarios.
- Medición de la exposición laboral al nuevo producto.

- Medición de las emisiones ambientales del nuevo producto.

## 9. Evaluación

- Evaluación de los objetivos iniciales y aporte de eventuales correcciones.
- Difusión de la información sobre las sustituciones llevadas a cabo con éxito para sacar el máximo provecho científico-técnico: creación de redes de información, grupos de trabajo, publicaciones, etc.

El procedimiento descrito requiere de una gran especialización y puede ser aplicado solamente por empresas con extensos recursos técnicos y económicos.

Existe la necesidad de desarrollar modelos simplificados, dirigidos especialmente a las pequeñas y medianas empresas, capaces de recomendar la mejor opción ante la falta de datos sin que ello conlleve la toma de decisiones erróneas. En la actualidad están siendo diseñados y ensayados varios de estos modelos en distintos países europeos, cuyo contenido será objeto de posteriores notas técnicas de prevención (NTP's).

## Estado actual y perspectivas

La sustitución es la medida prioritaria dentro de la legislación en prevención de riesgos laborales derivados de agentes químicos, siempre acompañada del resto de medidas preventivas y considerada de forma integrada dentro del conjunto de la gestión preventiva de la empresa.

Por otra parte, desde el punto de vista técnico es una medida de gran valor, en especial frente a aquellos agentes para los cuales no pueden fijarse límites de exposición seguros.

Su implementación plantea una serie de problemas técnicos y organizativos, por lo que su uso no está tan extendido como podría pensarse dada su importancia.

En el futuro es necesario profundizar en el estudio y desarrollo de modelos simplificados o guías prácticas destinados a las pequeñas y medianas empresas, para facilitar un mayor uso de esta medida preventiva

## Bibliografía

1. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. BOE nº 269, de 10 de noviembre.
2. 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.
3. Real Decreto 665/1997 (modificado por Real Decreto 1124/2000 y Real Decreto 349/2003), de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
4. Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades. BOE de 7.2.2003.
5. GÉRIN, M.  
**Solvants industriels. Santé, Sécurité, Substitution.**  
*Ed. Masson, Paris, 2002.*
6. HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE  
**Seven steps to successful substitution of hazardous substances**  
*HSE, London, 1994.*
7. COMISIONES OBRERAS  
**Riesgo tóxico: sustituir es posible.**  
*Valencia. Gabinet de Salut Laboral, CCOO. PV, 1992.*
8. AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO  
**Eliminación y sustitución de sustancias peligrosas. Facts nº 34**  
*Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2004.*