

## SITUACIONES DE EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

La base **SITUACIONES DE EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS BASEQUIM** del portal SITUACIONES DE TRABAJO PELIGROSAS, está dedicado a situaciones de trabajo con exposición potencial a agentes químicos peligrosos. Está orientado a ofrecer información útil desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales que facilite la definición de las medidas preventivas adecuadas. Con este fin, para cada situación de trabajo descrita, se proporciona información sobre los agentes químicos que pueden estar presentes en la realización de la tarea, los daños para la salud derivados de la exposición a los agentes químicos considerados, los factores de riesgo y las medidas preventivas.

En la información preventiva que se proporciona para cada situación de trabajo, se tienen en cuenta únicamente los riesgos por exposición a agentes químicos peligrosos y por tanto las medidas preventivas que se indican sólo se refieren a estos riesgos.

Asimismo debe tenerse en cuenta que, dependiendo de la actividad que se desarrolle en el lugar de trabajo, de su organización y de la distribución del local, la realización de tareas iguales o similares a las que se describen, puede comportar riesgos de exposición a otros agentes químicos con origen en otras tareas diferentes que se realicen en el mismo local por el mismo u otro trabajador o del propio lugar de trabajo y sus instalaciones.

En el caso de que un puesto de trabajo involucre (o comporte) la realización de otras tareas que podrían dar lugar a otras situaciones de trabajo peligrosas, este hecho se tendrá en cuenta en la evaluación de los riesgos y la adopción de las medidas preventivas correspondientes.

*La información contenida en esta página proviene de diversas fuentes. Un grupo de expertos en Prevención de Riesgos Laborales la ha seleccionado y ha considerado de utilidad su divulgación. Ni el INSHT ni los autores de los contenidos pueden asumir ninguna responsabilidad derivada de la utilización que terceras personas puedan dar a la información aquí presentada.*

*La aplicación de estos contenidos a situaciones concretas de riesgo laboral debe ser evaluada previamente y llevada a cabo siempre por profesionales competentes en Prevención de Riesgos Laborales.*

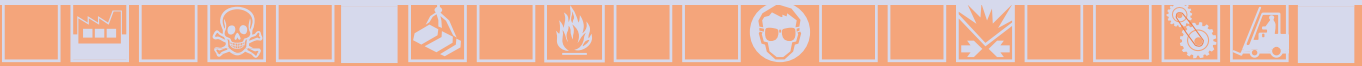
*Uno de los objetivos de esta página es ayudar al cumplimiento de la legislación en Prevención de Riesgos Laborales, pero no debe presuponerse una automática conformidad de los contenidos con la legislación vigente.*

### participan:



Instituto Cántabro DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO





## 007. Soldadura al arco eléctrico con electrodo metálico revestido: exposición a humos metálicos

### DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE TRABAJO

Tareas de soldadura manual al arco eléctrico de acero al carbono, con recubrimiento (galvanizado o pintado con minio) o sin él, utilizando electrodos metálicos revestidos, de tipo ácido, básico o de rutilo.

Así, esta ficha no será de aplicación a trabajos de soldadura manual de aceros inoxidable, aceros de alta aleación (>5% en peso de elementos aleantes) ni otras aleaciones que contengan cromo, níquel, bario, manganeso, cobalto, plomo, cadmio o berilio.



*Soldadura manual al arco*

Las medidas preventivas que se incluyen más adelante son apropiadas para trabajos en interiores, contemplando medidas adicionales para espacios confinados.

Durante la realización de las tareas de soldadura objeto de esta ficha, los trabajadores pueden resultar expuestos a humos metálicos procedentes tanto del metal base como del revestimiento y el alma de los electrodos utilizados.

## AGENTES QUÍMICOS

Los **agentes químicos** que pueden estar presentes en las tareas de soldadura descritas son:

### Procedentes del material base y del alma del electrodo

1. Óxido de hierro (III):  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
2. Óxido de manganeso (IV):  $\text{MnO}_2$

### Procedentes del revestimiento del electrodo

3. Ácido: Sílice amorfa ( $\text{SiO}_2$ )
4. Básico: Fluorita ( $\text{F}_2\text{Ca}$ )
5. Rutilo: Óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ )

### Procedentes del recubrimiento del material base

6. Galvanizado: Óxido de cinc ( $\text{ZnO}$ )
7. Pintado con minio: Monóxido de plomo ( $\text{PbO}$ ) y Tetróxido de plomo ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )

## DAÑOS PARA LA SALUD

Aunque las tareas de soldadura comportan también otros riesgos, aquí sólo se tratarán los que se refieren a los efectos para la salud derivados de la inhalación de los agentes químicos señalados en el apartado anterior, que son los siguientes:

- **Neumoconiosis benigna** (no fibrogénica): Trastorno producido por la deposición en el pulmón de partículas sólidas que, por su naturaleza, no originan una alteración fibrótica del tejido pulmonar y, por tanto, apenas afectan a su capacidad funcional. Es neumoconiótico benigno el óxido de hierro.
- **Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)**: Abarca la bronquitis crónica y el enfisema. En la EPOC los pulmones resultan gradualmente dañados de una forma permanente e irreversible, que empobrece la calidad de vida al dificultar la respiración. Fumar es la mayor causa de EPOC pero actualmente se estima que el 15% de los casos se debe a exposiciones laborales. El polvo de las minas de carbón, la sílice, el polvo de harina, de grano, de madera, los humos metálicos y los gases irritantes, como los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre, pueden causar EPOC.
- **Toxicidad sistémica**: Se agrupan bajo este rótulo efectos patológicos diversos producidos sobre órganos, aparatos o sistemas alejados de la vía de entrada del agente químico que los genera. En las tareas de soldadura que estamos considerando son tóxicos sistémicos el óxido de manganeso (sistema nervioso central y sistema reproductor) y los óxidos de plomo (sistema nervioso central, sistema reproductor, sangre y riñones).
- **Irritación respiratoria**: inflamación de las áreas anatómicas del aparato respiratorio con las que entra en contacto el agente químico irritante. En los casos más graves podría producirse también un aumento de la resistencia al flujo de aire en el tracto respiratorio o una disminución del comportamiento elástico del pulmón. Son irritantes respiratorios los fluoruros y el óxido de titanio.
- **Fiebre de los humos metálicos**: cuadro clínico leve, de sintomatología similar a la de la gripe, producida por exposición respiratoria a ciertos humos metálicos, como los de óxido de cinc y cobre.

El cuadro siguiente resume los principales efectos específicos de los agentes químicos potencialmente asociados a este proceso de soldadura.

Agente Químico	Efecto
Óxido de hierro (III)	Neumoconiosis benigna (siderosis pulmonar)
Óxido de manganeso (IV)	Tóxico del Sistema Nervioso Central Tóxico del sistema reproductor humano ** Irritación respiratoria
Sílice amorfa	Irritación respiratoria
Difluoruro de Calcio [Fluorita]	Irritación respiratoria
Óxido de titanio [Rutilo]	Irritación respiratoria
Óxido de cinc [Cinc blanco]	Fiebre de los humos metálicos
Monóxido de plomo / Tetróxido de plomo	Tóxico del Sistema Nervioso Central Tóxico del sistema reproductor humano Tóxico renal Efectos hematológicos (sangre)

*\*\* La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.*

## FACTORES DE RIESGO MÁS IMPORTANTES

### Factores que contribuyen a incrementar la concentración ambiental de humos metálicos en la zona respiratoria del trabajador

- Ausencia de equipos de ventilación por extracción localizada o deficiencias en el diseño o funcionamiento de éstos.
- Adiestramiento deficiente de los trabajadores en el uso de los equipos de ventilación por extracción localizada.
- Ausencia de formación en el uso de pantalla de soldadura, concretada en la elección de un ocular muy oscuro que obligue al trabajador a acercarse mucho al punto de soldadura.
- Realización del trabajo en posiciones desfavorables: soldadura de suelo, de techo o soldadura horizontal en excesiva proximidad al punto de soldadura.
- Ausencia de protección individual respiratoria en las operaciones en las que resulte necesaria.

### Otros factores a considerar

Como ya se ha indicado anteriormente, el hábito de fumar es la mayor causa de EPOC, que también puede ser producida por la exposición a los humos metálicos de la soldadura.



## MEDIDAS PREVENTIVAS

### MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y CONTROL DEL RIESGO

#### Ventilación por extracción localizada

Para las operaciones de soldadura, con la única posible excepción de las que tengan carácter puntual o excepcional, se utilizará siempre ventilación por extracción localizada en cada puesto. Según los casos pueden resultar apropiados los siguientes equipos:

- Para trabajos en posiciones relativamente fijas: equipo de ventilación centralizado con las tomas necesarias, compuestas, cada una, por conducto flexible y campana de aspiración.
- Para otros trabajos: equipo móvil constituido por un carro con ruedas, que contiene el ventilador y los filtros, el conducto y la campana de aspiración.



*Equipo fijo de ventilación centralizado con varias tomas*

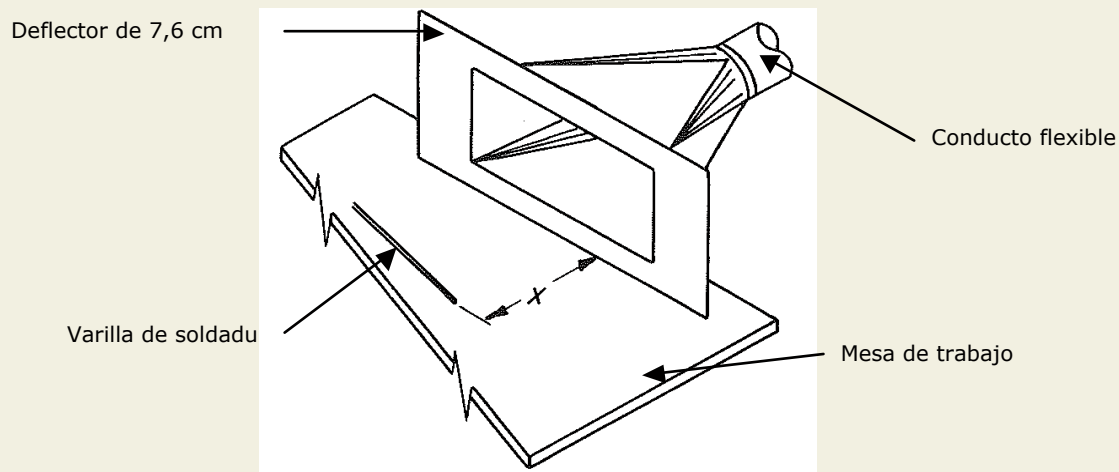


*Equipo móvil de ventilación*

Para los parámetros de funcionamiento de los equipos de ventilación, sean fijos o móviles, se recomiendan los valores siguientes:

- Velocidad de captura : 0,5 m/s
- Velocidad en la cara de la campana: 7,5 m/s
- Velocidad en el conducto: 15 m/s, como mínimo.

Un diseño de campana recomendable es el siguiente:



Para el diseño anterior, la estimación de los caudales necesarios para alcanzar la velocidad de captura recomendada a distintas distancias es:

X (cm)	Caudal sin deflector (m <sup>3</sup> /h)	Caudal con deflector (m <sup>3</sup> /h)
Hasta 15	570	425
15 – 23	1280	950
23 – 31	2270	1670

### Medidas de Mantenimiento del Sistema de control técnico

Se realizará el mantenimiento de los equipos de ventilación por extracción localizada siguiendo las instrucciones del fabricante.

### Medidas de Seguimiento del Sistema de control técnico

Se debería realizar una inspección visual de los equipos de ventilación semanalmente en busca de signos externos de daño, como conductos rotos, campanas deformadas, etc. Cuando se detecten se comunicarán inmediatamente para que puedan ser subsanados.

Es recomendable comprobar periódicamente (al menos cada seis meses) el funcionamiento de los equipos, comparándolo con los parámetros de diseño. Se registrarán los resultados de estas comprobaciones y conviene que se guarden por lo menos durante cinco años.

### Medidas adicionales para espacios confinados

Es necesario proporcionar ventilación general mecánica por impulsión que garantice la reposición del aire aspirado por los equipos de extracción localizada y una aportación de aire limpio que llegue a todos los puestos de trabajo no inferior a 50 m<sup>3</sup> por hora y trabajador. Las medidas de mantenimiento y seguimiento de los dos apartados anteriores se extenderán también a los equipos de impulsión utilizados.

En cualquier caso, en espacios confinados estas tareas deben realizarse siempre con permiso expreso de trabajo tras la verificación por un responsable competente de las condiciones en que van a llevarse a cabo.

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RESPIRATORIA

Salvo en situaciones de exposición excepcionales o de carácter puntual, no resultará aceptable confiar todo el control del riesgo a la utilización por el trabajador de un equipo de protección individual respiratoria.

Si en alguna tarea, pese a utilizar las mejores medidas técnicas y organizativas de control disponibles, no fuera posible conseguir que la exposición de los trabajadores estuviera por debajo del valor límite aplicable, la utilización de protección individual respiratoria será obligatoria y, si hubiera de emplearse por periodos prolongados, se recurrirá preferentemente a equipos de suministro de aire y a medidas organizativas de rotación de los trabajadores.

En resumen, el empleo de equipos de protección respiratoria puede estar indicado en las siguientes situaciones:

- Cuando las medidas de protección colectiva (técnicas y organizativas), pese a su buen diseño e implantación, sean insuficientes, es decir, no puedan asegurar una exposición por vía inhalatoria inferior al valor límite establecido
- Provisionalmente, mientras se adoptan o mejoran las medidas de protección colectiva necesarias.
- En operaciones puntuales o excepcionales en las que no resulte posible o razonable implantar medidas de protección colectiva

Los equipos de protección serán de alta eficacia frente a partículas sólidas, pudiendo elegir entre mascarillas autofiltrantes FFP3 o semimáscaras/máscaras con filtros P3 (Marcado CE y Categoría III), o bien un equipo con suministro de aire. En todo caso, será necesario asegurar que el equipo elegido es compatible con la pantalla de soldadura.

El mal uso de los equipos de protección individual (EPI) puede ocasionar un daño grave a la salud de los trabajadores, por lo que el empresario se asegurará de que estos reciban una información y adiestramiento suficientes sobre su utilización correcta, con especial atención a su ajuste a las vías respiratorias, así como sobre la limpieza, conservación, almacenamiento y necesidad de sustitución. A estos efectos, entre otras fuentes, se tendrán en cuenta las instrucciones del fabricante.

## EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

- Una vez implantadas las medidas preventivas de control técnico se debe llevar a cabo una evaluación de la exposición basada en mediciones que permita la comparación de las exposiciones personales con el **valor límite ambiental aplicable**. Esta evaluación servirá para comprobar la efectividad de las medidas preventivas adoptadas y también para precisar la elección de los EPI, si fueran necesarios.
- La toma de muestras y el análisis de los agentes químicos, se realizará preferentemente por alguno de los procedimientos descritos en los **métodos** del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo o, en su defecto, de **otras instituciones** de reconocido prestigio.
- La estrategia de medición incluyendo el número de muestras, la duración y la oportunidad, tendrá en cuenta lo dispuesto en la **Guía Técnica** del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos.
- Cuando, de acuerdo con los resultados de la evaluación de la exposición y con los criterios de la **Guía Técnica**, sea necesario establecer un programa de mediciones periódicas, éstas se realizarán de forma que puedan ser comparables y permitan establecer tendencias y evaluar la eficacia de las medidas de control. Para ello se fijarán los parámetros de la tarea concreta que se está realizando (p.e. material que se usa, tipo de herramienta, medidas de control, etc) y otras variables como tipo de medición (personal o ambiental).

## FORMACIÓN E INFORMACIÓN

1. El empresario debe **informar** y proporcionar a los trabajadores instrucciones y documentación sobre los siguientes aspectos:
  - Los daños para la salud por inhalación de los humos metálicos y otros aerosoles que se generan durante la realización de las tareas de soldadura.
  - La evaluación de riesgos en los distintos puestos o tareas, las medidas preventivas implantadas y la eficacia de las mismas de acuerdo con las conclusiones de las mediciones realizadas.
  - Las actuaciones que los trabajadores han de poner en práctica para protegerse a sí mismos y a las demás personas situadas en su entorno.
  - Las fichas de datos de seguridad de los suministradores de los diferentes electrodos utilizados. Se recomienda recopilar, conservar y mantener actualizadas estas fichas. Esta información será transmitida de forma que sea comprensible por cuantos trabajan con estos productos.
  - Instrucciones para comunicar con celeridad cualquier deficiencia que agrave los riesgos por exposición a estos agentes químicos, así como sugerencias para la mejora en el control de estos riesgos.
2. El empresario formará a los trabajadores para adiestrarlos en la utilización correcta y segura de los equipos de soldeo, los sistemas de ventilación por extracción localizada, las pantallas de soldadura y sus oculares filtrantes, los procesos de trabajo y los equipos de protección individual, en especial la respiratoria, así como sobre su limpieza, conservación y sustitución.

Se recomienda que la información, las instrucciones y la formación sean elaboradas e impartida, preferentemente, por personas de la propia empresa. Si no es posible, habrá de serlo por personal ajeno a ésta. Unos y otros han de tener experiencia en las actividades de soldadura y estar capacitados para transmitir buenas prácticas de seguridad y salud en el trabajo.

Para facilitar las actividades de información y formación, se recomienda que el empresario solicite a los fabricantes o suministradores de los equipos de trabajo y EPI que sus técnicos entrenen a los encargados u otros trabajadores sobre cómo trabajar con seguridad y cómo ejecutar las operaciones de mantenimiento de dichos equipos en buenas condiciones de seguridad.
3. El empresario consultará a los trabajadores y sus representantes sobre la implantación y desarrollo de medidas preventivas para reducir y controlar la exposición a humos metálicos.
4. El empresario proporcionará información a los trabajadores sobre medidas de actuación frente a emergencias y para solicitar ayuda exterior (Tel. emergencias: 112, Tel. del Instituto Nacional de Toxicología: 91 56 20 420).

## VIGILANCIA DE LA SALUD

Los trabajadores habitualmente expuestos a la situación descrita deberían ser objeto de una vigilancia específica de su salud, al menos en relación con la EPOC.

El programa de vigilancia tiene que ser diseñado y desarrollado por una unidad médica acreditada para esta tarea. Para que el programa se ajuste a los riesgos reales de los trabajadores, el empresario debe facilitar a la unidad médica encargada la información referida a los agentes químicos a los que están expuestos los trabajadores y los efectos potencialmente asociados a estas exposiciones. También debería proporcionarle datos sobre la entidad de las exposiciones existentes.



## Anexo. Agentes químicos más importantes en soldadura al arco eléctrico con electrodo metálico revestido

NOTA Los VLA y VLB están tomados del documento Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2012

Agente químico	Nº CAS	VLA-ED		VLA-EC		Notas de los LEP	Indicador biológico VLB Momento de muestreo	Frases H (1)	Estado físico (2) Forma de presentación	Propiedades físicas (3)
		ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>					
<b>Óxido de Hierro (III)</b>	1309-37-1		5						Sólido	PF: 1565 °C Insoluble en agua
<b>Dióxido de Titanio</b> <i>Sinónimos:</i> -Rutilo	13463-67-7		10						Sólido	PF: 1830 °C Pe: 2500 °C Insoluble en agua
<b>Óxido de Manganeso</b> <i>Sinónimos:</i> -Pirolusita	7439-96-5		0,2 (4)						Sólido	PF: 535 °C Pe: 1962 °C Insoluble en agua
<b>Fluorita</b> <i>Sinónimos:</i> -Fluoruro de Calcio	7789-75-5		2,5 (5)				<b>Fluoruros en orina</b> 8 mg/l Final de la jornada laboral, o final de la exposición si no coinciden		Sólido	PF: 1403 °C Pe: 2500 °C Insoluble en agua
<b>Óxido de Cinc</b> <i>Sinónimos:</i> -Cinc blanco	1314-13-2		Fracción respirable 2		Fracción respirable 10			H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	Sólido	PF: 1975 °C Soluble en agua: 160 kg/m <sup>3</sup> a 28 °C
<b>Monóxido de plomo</b>	1317-36-8		0,15 (6)				<b>Plomo en sangre</b> 70 µg/dl Momento de muestreo no crítico (7)		Sólido	PF: 888 °C Insoluble en agua
<b>Tetróxido de plomo</b> <i>Sinónimos:</i> -Minio	1314-41-6		0,15 (6)				<b>Plomo en sangre</b> 70 µg/dl Momento de muestreo no crítico (7)		Sólido	PF: 500 °C Insoluble en agua

(1) Frase que describe la naturaleza de los peligros de una sustancia o mezcla peligrosa (Reglamento (CE) Nº 1272/2008)

(2) A temperatura ambiente

(3) PF: Punto de Fusión. Pe: Punto de ebullición.

(4) VLA para "Manganeso elemental y compuestos inorgánicos como Mn" (Nº CAS 7439-96-5).

(5) VLA para "Fluoruros inorgánicos, como F, excepto el hexafluoruro de uranio".

(6) VLA para "Plomo inorgánico y sus derivados, como Pb" (Nº CAS 7439-92-1).

(7) Los indicadores con momentos de muestreo no críticos tienen vidas medias de eliminación muy largas, se acumulan en el organismo durante años y algunos, durante toda la vida. Una vez alcanzado el estado estacionario que depende de cada indicador biológico (semanas, meses) la toma de muestra de éstos se puede realizar en cualquier momento. Es fundamental consultar la documentación específica al respecto.