



Exposició laboral a agents cancerígens en operacions de soldadura i tall de metalls

Les operacions de tall i soldadura generen riscos laborals importants, com ara l'exposició a fums i gasos de soldadura, exposició a radiacions òptiques artificials, cremades, explosions, risc elèctric, risc de projecció de partícules, soroll, etc. En aquest document s'estudien els riscos derivats de l'exposició laboral als fums de soldadura i tall, i en particular, l'exposició a les substàncies cancerígenes que es poden generar en aquests processos a l'ambient de treball. També es proposen algunes mesures preventives que poden disminuir aquest risc.

La soldadura és una tècnica emprada en moltes activitats industrials, en processos auxiliars o en operacions de manteniment o d'ús esporàdic que, si bé no constitueixen l'activitat principal de l'empresa, impliquen que els treballadors estiguin exposats als seus riscos.

Hi ha moltes tècniques de soldadura. Totes es basen a aconseguir la unió de dos materials, mitjançant l'aplicació de la temperatura suficient per aconseguir la fusió o el reblaniment dels materials a unir, i crear una massa resistent. Aquesta

mateixa tècnica també es pot fer servir per tallar els metalls.

Principals operacions de soldadura i tall de metalls

- Soldadura i tall amb gas amb bufador d'oxigen-acetilè, propà, butà, hidrogen, etc.
- Soldadura per arc amb aportació de material o sense (elèctrode, vareta, etc.).
 - MIG (Metal Inert Gas / amb gas inert i metall) en atmosfera inert d'heli o argó.
 - MAG (Metal Active Gas / amb gas actiu i metall) en atmosfera de CO_2 i O_2 .
 - TIG (Tungsten Inert Gas / amb gas inert i tungstè).
- Soldadura aluminotèrmica: obté l'energia a partir de la reacció altament exotèrmica entre l'òxid de ferro i l'òxid d'alumini.
- Soldadura amb resistència: l'escalfament s'obté en passar un corrent elèctric entre les peces.
- Soldadura dura: utilitza com a aportació metalls de punts de fusió superiors a 450°C en forma de varetes o filferros de diferents aliatges de coure o de plata:
 - coure-fòsfor.
 - coure-plata-fòsfor.
 - coure-estany-plata-cadmi

- **Soldadura tova:** utilitza com a aportació metalls de baix punt de fusió (fins a 450°C) en forma de varetes o fil de diferents aliatges d'estany:
 - estany-plata.
 - estany-coure.
 - estany-plom.
- **Soldadura per pressió:** soldadura en fred, en què la unió entre els metalls es realitza per pressió, sense aportació de calor.

Riscos higiènics en les operacions de soldadura i tall

Un dels riscos higiènics a què poden estar sotmesos els treballadors com a conseqüència de les operacions de soldadura i tall és l'exposició als diferents contaminants que es generen en l'ambient de treball. Atesa la gran variabilitat d'agents que es poden produir, a la taula següent se'n mostren els més habituals. (Llista no exhaustiva)

- Fums metàl·lics d'òxids:
Alumini, antimoni, arsènic, beril·li, cadmi*, crom*, cobalt, coure, ferro, plom*, manganès, molibdè, níquel*, plata, estany, titani, vanadi, zinz.
- Gasos:
Òxids de nitrogen, anhídrid carbònic, monòxid de carboni, ozó, fosgen.
- Vapors de dissolvents clorats:
Percloroetilè*, tricloroetilè*, clorur de metilè*,
- Vapors de formaldehid*.
- Radiació ultraviolada artificial*.
- Etc.

Composició dels fums de soldadura

Els fums de soldadura són una barreja de partícules i gasos generats per l'escalfament i la descomposició de les substàncies que intervenen en el procés de tall i soldadura. Tal com s'indica en el quadre anterior, algunes d'aquestes substàncies poden ser cancerígenes.

La quantitat i composició dels fums generats dependrà de factors com la tècnica emprada per soldar, el material de les peces, els materials d'aportació emprats (elèctrodes, varetes), els recobriments que puguin tenir les peces, i les possibles impureses que hi pugui haver en el material o, en l'ambient de treball.

Agents cancerígens que es poden trobar en algunes operacions de soldadura i tall

A la taula següent s'enumeren els diferents materials de base, materials d'aportació, tractaments o additius que poden donar lloc a la generació dels alguns agents cancerígens.

* Agents cancerígens que la International Agency for Research on Cancer (IARC) ha classificat en el grup 1 (carcinògens en humans) i 2A (probablement carcinògens en humans).

CONTAMINANT	ORIGEN
Crom VI	<ul style="list-style-type: none"> – En qualsevol soldadura o tall sobre acer inoxidable (aliatge de ferro amb un contingut de crom entre el 16 i el 28%). – En les soldadures MIG/MAG es poden fer servir elèctrodes de fil metàl·lic revestits o bé varetes (soldadura TIG), que es fonen amb el material a soldar. Aquests materials d'aportació poden ser del mateix aliatge del metall base o més elevat, per tant, en soldadures sobre acer inoxidable, contenen una proporció significativa de crom. – Com a recobriment metàl·lic aplicat al metall base en forma de cromat. – Com a recobriment en forma de pintura, amb contingut de pigments metàl·lics (cromats).
Níquel	<ul style="list-style-type: none"> – Qualsevol soldadura o tall sobre acer inoxidable que també conté níquel (entre el 3 i el 20%) que li confereix més resistència a la corrosió i a l'oxidació. – En les soldadures MIG/MAG es poden fer servir elèctrodes de fil metàl·lic revestits o bé varetes (soldadura TIG), que es fonen amb el material a soldar. Aquests materials d'aportació poden ser del mateix aliatge del metall base o més elevat, per tant, en soldadures sobre acer inoxidable, també contenen una proporció significativa de níquel. – Com a recobriment metàl·lic aplicat al metall base en forma de níquelat.
Formaldehid	<ul style="list-style-type: none"> – Els metalls poden estar tractats amb pintures que continguin additius com el clorur de polivinil (PVC), o resines fenol-formaldehid, que en la seva descomposició tèrmica emeten, entre d'altres productes, formaldehid. – En la soldadura tova es fan servir pastes fundents (flux), a base de resines de colònia que, en la seva descomposició tèrmica, emeten formaldehid.
Cadmi	<ul style="list-style-type: none"> – En la soldadura dura amb aliatge s'utilitzen com aportació: metalls de punts de fusió superiors a 450°C, en forma de varetes o fil de diferents aliatges. Es poden trobar aliatges de coure-estany-plata-cadmi. – Determinades sals fundents poden contenir cadmi en la seva composició. – Tot i que actualment està prohibit, es poden trobar peces antigues amb tractament de recobriment amb cadmi (cadmiat). – També poden haver-hi peces antigues amb recobriments de pintura amb pigments a base de cadmi.
Plom	<ul style="list-style-type: none"> – Poden haver-hi peces antigues amb recobriments antioxidants de pintura amb pigments a base de plom (mini de plom, cromat de plom). – En la soldadura tova s'utilitzen com a aportació metalls de baix punt de fusió (fins a 450°C), en forma de varetes o filferros de diferents aliatges. Tot i que l'ús d'aliatges amb plom ha quedat molt restringit, actualment encara es poden trobar varetes d'estany-plom.
Percloroetilè/ tricloroetilè/ metilcloroform	<ul style="list-style-type: none"> – Es fan servir dissolvents clorats per eliminar olis i greixos dels metalls, que es poden emetre a l'ambient de treball en forma de vapors si les peces no s'han assecat totalment abans de soldar-les.
Tori (diòxid de tori)	<ul style="list-style-type: none"> – Els elèctrodes de tungstè en la soldadura TIG poden contenir, entre altres components, petites quantitats de tori. Tot i que aquest elèctrode no es consumeix, l'exposició a pols d'aquest agent radioactiu pot venir donada per la generació de pols en les operacions d'esmolament dels elèctrodes.
Benzè	<ul style="list-style-type: none"> – Els metalls poden estar tractats amb pintures amb additius com ara clorur de polivinil (PVC) o acetat de polivinil, que en la seva descomposició tèrmica emeten, entre d'altres compostos, benzè.
HAP- nitrosamines	<ul style="list-style-type: none"> – Procedents de la descomposició tèrmica dels fluids de tall, com determinats olis minerals, o emulsions de tall que recobreixen la superfície de les peces.
Radiació ultraviolada artificial	<ul style="list-style-type: none"> – L'arc elèctric produït per escalfar els metalls en la soldadura per arc emet quantitats importants de radiació lluminosa, entre la qual hi ha la radiació ultraviolada.

Mesures preventives

Quan en els fums de soldadura hi hagi presència d'agents cancerígens, s'han d'aplicar les mesures preventives més restrictives, amb independència de l'exposició a altres agents químics que s'hi puguin donar. D'acord amb els principis generals establerts a la normativa sobre agents cancerígens, les mesures preventives s'hauran de dissenyar seguint aquest ordre: substitució d'aquests agents, eliminació o reducció al mínim del risc d'exposició dels treballadors i, finalment, mesures sobre el treballador.

Mesures per a l'eliminació o la reducció del risc

Substitució dels materials perillosos, sempre que sigui possible. Una correcta selecció dels elèctrodes, les varetes, els fundents o el material d'aportació poden reduir la presència d'aquests agents perillosos, com per exemple:

- Substituir les varetes o elèctrodes de plom o les que continguin cadmi.
- Evitar soldar sobre materials que continguin pintures o tractaments o base de cadmi, plom, olis minerals, etc.

Triar processos menys contaminants:

En les operacions d'oxitall es produeixen més fums que en el tall amb làser.

Els processos de soldadura robotitzats i d'oxitall en taules automatitzades de control numèric eviten l'exposició del treballador als fums.

Mesures de reducció o control del risc

Ventilació general mecànica: serà necessària per eliminar possibles fums que s'escapin dels punts on es fa la soldadura, però sempre ha d'estar complementada per sistemes de ventilació localitzada i/o equips de protecció individual, si s'escau.

Ventilació localitzada: ha de conduir els fums cap a l'exterior del local i no reciclar-los a l'interior. Els conductes han d'anar acoblats a un ventilador que assegurï una succió suficient i a un sistema de filtratge per retenir els contaminants, que s'haurà de revisar periòdicament per assegurar-ne l'eficàcia.

La selecció del tipus de ventilació localitzada dependrà de les dimensions de les peces a soldar, de la geometria, de la ubicació, del desplaçament del treballador al voltant de la peça, etc.

Les més habituals són:

— Aspiracions

- Situada a sobre del focus emissor, pot ser fixa, mòbil, amb mànega de braç articulada, etc.
- Situada a la cara frontal en forma de campana. S'ha de garantir que el focus emissor estigui ubicat entre el treballador i la campana.
- Ubicada a la taula de treball, amb aspiració frontal o aspiració inferior de tir descendent.
- Integrada a l'eina de treball.

— Cabines de soldadura

- De petites dimensions per a peces petites, on el focus queda dins la cabina.
- Cabines grans de flux horitzontal, on el treballador i el focus queden dins la cabina i el corrent d'aire flueix en sentit contrari al treballador, o de flux vertical, on el focus queda ubicat en un plànol per sota l'operari.
- Cabines de tipus guants, o per control remot, on el focus està confinat i en depressió respecte al treballador.

Protecció circular embolcallant mitjançant l'ús de mampares de separació entre els llocs de treball per protegir la resta de treballadors de les radiacions emeses per la soldadura. S'ha de situar de manera que no hi impedeixi la ventilació.

S'hauran de senyalitzar les zones de soldadura per advertir els altres treballadors.

Mesures sobre el treballador

Posició i distància del treballador respecte al focus d'emissió

- La ubicació del treballador a la mateixa vertical del punt de soldadura, o bé moviments d'aire que arrossequin els contaminants cap al treballador, augmentaran la quantitat de fums inhalats.
- Per a treballs de soldadura en exteriors, o zones amb molta circulació d'aire, el treballador se situarà de manera que els corrents d'aire circulin per darrere seu, tant com sigui possible.
- Un excessiu apropament del treballador al punt de soldadura representa més quantitat de

contaminant inhalada. Aquest apropament pot ser degut a una manca de visió de l'operari, per l'ús de vidres oculars de més protecció que la necessària, o per vidres bruts o ratllats.

Equips de protecció individual

a) Protecció respiratòria

Únicament si el sistema de ventilació localitzada no pot garantir l'eliminació dels fums de la zona respiratòria del treballador, o en operacions de manteniment, avaries o en períodes on s'està instal·lant la ventilació localitzada, s'haurà d'equipar el treballador amb protecció respiratòria que sempre s'haurà de complementar amb un sistema de protecció ocular.

Atenent la perillositat dels contaminants, la protecció mínima respiratòria necessària serà:

Mascaretes amb filtre de partícules tipus P3 per protegir contra pols i fums dels diferents agents cancerígens generats a l'ambient, que es poden combinar amb mascaretes amb filtres específics, en els casos en què hi hagi la presència a l'ambient de compostos volàtils, com ara dissolvents clorats, benzè, etc.

Cal tenir en compte que les màscares autofiltrants estan dissenyades per utilitzar-se durant períodes de temps reduït i per realitzar treballs lleugers. En casos en què sigui necessària la utilització d'aquesta protecció durant llargs períodes de temps, en ambients calorosos, o en tasques d'elevada exigència física, cal emprar màscares autoventilades motoritzades que incorporin aire net a la zona respiratòria del treballador.

b) Protecció ocular

És imprescindible la protecció ocular amb pantalla facial amb visor de vidre amb tipus de pantalla i filtres específics segons la tècnica de soldadura emprada.

c) Protecció dèrmica

Guants i maneguins de protecció resistents tant a la radiació com a la projecció de metalls en fusió.

Protecció sencera del cos que sigui ignífuga i resistent a la radiació i a la projecció de metalls en fusió.

Un ús incorrecte o un manteniment deficient dels equips de protecció poden donar lloc a sobreexposicions al contaminant. És imprescindible una correcta formació del treballador per utilitzar-los, netejar-los i conservar-los. També s'hauran d'establir programes de manteniment adequats.

Bibliografia

- OLEART COMELLAS, Pere; POU SERRA, Ramon; RABASSÓ CAMPI, Jordi; SANZ GALLÉN, Pedro Ramón. Operaciones básicas de soldadura: metodología de evaluación cualitativa de riesgos higiénicos. Barcelona: Foment del Treball Nacional, 2009.
- OSALAN. INSTITUTO VASCO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORALES. El soldador y los humos de soldadura, maig de 2009.
- CAREX-CANADA Welders and Related Machine Operators. Occupational Exposure Summary Package. July 2015
- NTP-494-1998 Soldadura eléctrica al arco: normas de seguridad. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- NTP-495-1998 Soldadura oxiacetilénica y oxicorte: normas de seguridad. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Per a qualsevol observació
o suggeriment sobre aquesta
publicació:

**Institut Català de Seguretat
i Salut Laboral**

**C/ Sepúlveda, 148-150
08011 Barcelona
Tel. 932 285 757**

www.gencat.cat/alafeinacaprisc

L'ICSSL al territori:

Barcelona

Pl. Eusebi Güell, 4-5
08034 Barcelona
Tel. 932 055 001

Girona

Pl. de Pompeu Fabra, 1
(Edifici de la Generalitat)
17002 Girona
Tel. 872 975 430 / 872 975 422

Lleida

Polígon Industrial "El Segre"
C/ J. Segura i Farré, 728-B
25191 Lleida
Tel. 973 200 400

Tarragona

C/ Riu Siurana, 28 B
(Camp Clar)
43006 Tarragona
Tel. 977 541 455



Avís legal

Aquesta obra està subjecta a una
licència Reconeixement-No Comercial-
Sense Obres Derivades 3.0 de Creative
Commons. Se'n permet la reproducció,
distribució i comunicació pública sempre
que se'n citi l'autor i no se'n faci un
ús comercial de l'obra original ni la
generació d'obres derivades. La licència
completa es pot consultar a [http://
creativecommons.org/licenses/by-nc-
nd/3.0/es/legalcode.ca](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca)

