

# Avaluació del risc higiènic en una indústria metal·lúrgica de transformació

Emilio Castejón Vilella

PID\_00186807



*Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>*

# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>1. Presentació</b> .....	13
<b>2. Descripció del procés</b> .....	14
<b>3. Resultats de la inspecció inicial</b> .....	16
<b>4. Resultats</b> .....	18
4.1. Contaminants químics .....	18
4.2. Soroll .....	19
4.3. Ventilació .....	19
4.4. Entrevistes als treballadors .....	21
<b>Activitats</b> .....	23
<b>Annex</b> .....	33



## Introducció

### Riscos higiènic en la indústria metal·lúrgica

A continuació descriurem breument els principals riscos higiènic que són característics de la indústria siderometal·lúrgica, i ens centrarem en els quatre tipus d'operacions que són més característiques: operacions de conformació i tractament de metalls en calent, operacions de conformació de metalls en fred, operacions de soldadura i tall i operacions de desgreixatge i tractament superficial. Atesa la gran diversitat de processos, en cada tipus en triarem un com a cas d'estudi.

#### 1) Operacions de conformació i tractament de metalls en calent

Com a cas d'estudi triem les operacions de fosa de ferro.

##### a) Tecnologia

Els aspectes més específics de la tecnologia aplicada als processos de fosa de metalls són: el gresol o forn de fosa recobert de ceràmica refractària escalfat per l'aportació d'energia elèctrica a través d'uns elèctrodes de carboni, les culleres de colada, la confecció de caixes d'emmotllament i les eines de desbarbament.

##### b) Matèries primeres

Lingots d'acer. Arena d'emmotllament. Additius tipus resines i fundents.

En el quadre es detallen d'una manera no exhaustiva les matèries primeres involucrades en el procés de fosa.

Sorres	Sorres de noios (mascles)	Pintat de noios (mascles)
Sílice Argila Dextrina Aigua Serradures Carbó en pols Brees de quitrà Fuel Asfaltos	Oli de llinosa Olis vegetals Melasses Dextrina	Grafit Alcohol isopropílic

##### c) Matèries primeres resines

<b>Resines i aglomerants orgànics</b>	
<b>Noios</b>	Oleoresines Urea-formol Fenol-formol Furàniques Poliuretàniques

#### **d) Procés de producció**

El primer pas és fer la fusió del metall i posteriorment separar-ne l'escòria i colar-lo –a vegades, manualment– sobre un motlle d'arena.

- Preparació dels motlles d'arena previs a la colada.
- Confecció i preparació de noios.
- Desemmotllament de la peça una vegada refredada.
- Raig d'arena o granallatge amb granalla d'acer.
- Desbarbament amb mola fixa o mola portàtil.

#### **e) Identificació dels contaminants en funció de les tasques**

En les tasques de fusió i colada els contaminants potencialment presents seran els òxids dels metalls que estan en procés de fusió, a més de la possible presència de resines i/o fundents si aquests s'estan utilitzant. En el cas descrit, òxids de ferro i de carboni.

En les tasques de preparació de motlles d'arena i de desemmotllament, bàsicament seran la pols d'arena, que conté quars (sílice lliure cristal·lina) en proporcions variables que s'hauran de determinar, a causa del trasllat i manipulació d'aquesta substància que es dispersa en l'ambient en forma de pols. Això és especialment important atesa l'elevada proporció de quars que té l'arena en les tasques de fabricació de noios.

En les tasques de granallatge, desbarbament i poliment de peces recentment desemmotllades mitjançant sistemes mecànics que provoquen el desbast i atac de la primera capa de la peça de ferro abundantment recoberta d'arena de l'emmotllament, d'alt contingut en sílice lliure cristal·lina, es produeix una dispersió en l'ambient d'aquesta arena amb quars i de fines partícules del metall –en aquest cas ferro– en forma metàl·lica. No convé oblidar que a vegades la naturalesa del material de granallatge –pot ser pols de sílice– o la naturalesa de la mola de desbarbar –que pot ser també de sílice– afavoreixen i poden determinar la presència d'aquests contaminants en l'ambient.

#### **f) Contaminants químics ambientals potencialment presents**

<b>Operacions</b>	<b>Contaminants que s'han de determinar</b>
<b>Preparació de sorres</b>	Pols de sílice lliure cristal·lina Vapors dels monòmers de les resines
<b>Preparació de motlles i noios</b>	Pols de sílice lliure cristal·lina Vapors dels monòmers de les resines Aldehids Amoníac Hidrocarburs alifàtics Monòxid de carboni Diòxid de carboni Fenols Àcid cianhídric Isocianats Amines
<b>Fusió en cubilot</b>	Monòxid de carboni Diòxid de sofre Òxids de ferro Òxids de calci Òxids de plom Òxids de zinc
<b>Emmotllament i colada</b>	Pols de sílice lliure cristal·lina Vapors de resines Òxids metàl·lics
<b>Desemmotllament</b>	Pols de sílice lliure cristal·lina
<b>Desbarbament, granallatge, raig de sorra</b>	Pols de sílice lliure cristal·lina Pols metàl·lica
<b>Reparació refractari de revestiment</b>	Pols de sílice lliure cristal·lina

El que s'ha dit fins aquí potser no s'ajusta completament a l'estudi d'un determinat procés de fosa, però sens dubte el raonament servirà per a definir-ne els possibles contaminants. Addicionalment, però observable amb facilitat, en aquestes tasques s'aprecia la presència de contaminació per agents físics, entre d'altres, radiació infraroja pròpia dels processos de fusió i colada. També es pot observar la presència d'alts nivells de soroll, sobretot en les tasques de tractament d'arena, confecció i compactació de motlle i granallatge i desbarbament.

En la mateixa línia s'observa que els treballadors d'aquestes operacions de fosa de metalls estan exposats a elevats esforços físics (elevada càrrega de treball) i a un règim de temperatures ambientals de treball també elevat, sobretot en les fases de fusió i colada. Algunes operacions esporàdiques com les de reparació del refractari poden comportar una elevada agressió tèrmica per al treballador.

## 2) Operacions de conformació de metalls en fred

Com a cas d'estudi triem les operacions de poliment, granallament, foradament i raig d'arena.

### a) Matèries primeres

Materials que s'han de tractar	Components de les eines d'abradió
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferro</li> <li>• Acer</li> <li>• Llautó</li> <li>• Bronze</li> <li>• Alumini</li> <li>• Fusta</li> <li>• Plàstic</li> <li>• Pedra</li> <li>• Vidre</li> <li>• Ceràmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esmeril</li> <li>• Pedrenyera</li> <li>• Carborúndum</li> <li>• Sílice lliure cristal·lina</li> <li>• Acer ràpid</li> <li>• Vídia</li> <li>• Corindó</li> <li>• Diamant</li> <li>• Òxid d'alumini</li> <li>• Carbur de silici</li> <li>• Pedra tosca</li> </ul>

## b) Matèries primeres resines

	Resines i aglomerants orgànics
Preparació de les moles abrasives	Resines fenòliques aglutinants Adhesius de cautxú

## c) Procés de producció

Es basa en l'atac de l'eina abrasiva sobre la peça habitualment metàl·lica que s'ha de tractar, o projectant l'element abradiu sobre la peça com és el cas del granallament amb granalla d'acer i del raig d'arena amb arena amb alt contingut en quars (sílice lliure cristal·lina).

## d) Identificació dels contaminants

En les tasques d'abradió de metalls els contaminants potencialment presents seran majoritàriament els components del material que s'està tractant, ja que perquè l'operació tingui sentit físic s'ha de desgastar més el material que la mola o eina, però també es desgasta la superfície d'atac de l'eina i les resines que s'incorporen en el seu procés de fabricació.

Com a conseqüència del procés de desgast mecànic es dispersen en l'ambient els components dels materials en forma de pols metàl·lica o de pols de l'abradiu. Els components de les resines de les moles es dispersen en forma de vapors o gasos d'aquests mateixos components o dels seus productes de semi-descomposició tèrmica. En els processos de raig d'arena és molt important la presència de pols de quars en l'ambient.

## e) Contaminants químics ambientals potencialment presents

Operacions	Contaminants que s'han de determinar
Raig de sorra	Pols de sílice lliure cristal·lina Pols dels components del material que s'ha de tractar
Granallatge	Pols de ferro



Operacions	Contaminants que s'han de determinar
Desbarbament, poliment	Pols de sílice lliure cristal·lina Pols metàl·lica Pols de l'abrasiu Vapors dels monòmers de les resines
Foradament, rectificació	Pols dels components del material que s'ha de tractar Boires d'emulsió detall de refrigeració Boires d'oli de refrigeració

El que s'ha dit fins aquí potser no s'ajusta completament davant un determinat procés de conformació i tractament de metalls en fred, però sens dubte el raonament servirà per a definir-ne els possibles contaminants. Addicionalment, però observable amb facilitat, en aquestes tasques s'aprecia la presència de contaminació per agents físics, entre d'altres el soroll i les vibracions, tant transmises al conjunt mà-braç, per l'eina portàtil o per la vibració que experimenta la peça en ser atacada, com transmises a tot el cos perquè la bancada de la màquina fa vibrar el terra en el qual es recolza el treballador.

### 3) Operacions de soldadura i tall

Com a cas d'estudi triem l'operació de soldadura elèctrica a l'arc.

#### a) Tecnologia

Els aspectes més específics de la tecnologia aplicada a aquests processos són:

- Les màquines de soldadura com a conseqüència de l'arc elèctric que es fa saltar entre un elèctrode i la peça que s'ha de soldar.
- La utilització de gasos d'aportació com l'argó i el diòxid de carboni.
- L'ús d'elèctrodes consumibles i d'elèctrodes no consumibles.

#### b) Matèries primeres

Les peces de metall que s'han de soldar, habitualment acer. Elèctrode d'aportació i gasos inerts de cobertura. En el quadre es detallen d'una manera no exhaustiva les matèries primeres involucrades en el procés de soldadura.

Material que s'ha de soldar	Recobriments de les peces	Tipus d'elèctrodes
Acer Acer inoxidable Alumini	Galvanització Cromatge Niquelatge Couratge Cadmiatge Pintat amb mini de plom Recobert d'oli Restes de desgreixador halogenat	Rútil Àcid Bàsic Continu courejat

### c) Procés de producció

Fusió del metall per l'aportació tèrmica de l'arc elèctric, seguida de la deposició del material de farciment que aporta l'elèctrode i que, per tant, ha de ser compatible amb el material de base, tot plegat en una atmosfera respirable, és a dir, amb un 21% d'oxigen i un 78% de nitrogen. Cal destacar que en la peça que s'està soldant es produeix un gradient elevat de temperatures entre zones relativament properes al punt de fusió.

### 4) Operacions de desgreixatge i tractament superficial

Com a cas d'estudi triem l'operació de galvanització electrolítica.

#### a) Tecnologia

Els aspectes més específics de la tecnologia aplicada a aquests processos electroquímics es basen en la deposició d'una capa, habitualment metàl·lica, sobre un material base que actua com a càtode d'un bany que conté una dissolució del metall de recobriment (catió).

#### b) Processos electroquímics

Procés	Tipus de bany
Neteja Activació superficial	Desgreixatge amb dissolvents Desgreixatge alcalí Desgreixatge alcalí cianurat Decapatge àcid Electropoliment
Deposició electroquímica	Niquelatge àcid Couratge alcalí Cromatge decoratiu Cromatge dur

#### c) Matèries primeres

- Peça de metall que s'ha de recobrir, habitualment metàl·lica.
- Bany de recobriment que conté una dissolució en medi aquós del metall de recobriment.
- En el quadre es detallen d'una manera no exhaustiva les matèries primeres involucrades en el procés de tractament electroquímic.

Tipus de bany	Components
Desgreixatge amb dissolvents	Tricloroetilè Percloroetilè Petroli

Tipus de bany	Components
Desgreixatge alcalí	Carbonat sòdic Fosfat trisòdic Hidròxid sòdic
Desgreixatge alcalí cianurat	Cianur sòdic Hidròxid sòdic Carbonat sòdic Fosfat trisòdic
Decapatge àcid	Àcid clorhídric Àcid sulfúric Àcid nítric Àcid fluorhídric
Electropoliment	Àcid sulfúric Àcid perclòric Àcid clorhídric Àcid cròmic
Niquelatge àcid	Níquel Àcid clorhídric
Couratge alcalí	Coure Àcid cianhídric
Cromatge decoratiu i dur	Àcid cròmic

#### d) Procés de producció

Es prepara la superfície dels materials amb processos de poliment mecànic i raspallat, per posteriorment passar al desgreixatge en bany; una vegada desgreixades les peces, passen pels diferents banys de decapatge, couratge, niquelatge i cromatge, segons quin sigui el recobriment preestablert. Són introduïdes en un bany de neteja amb aigua després de cada bany de tractament.

#### e) Identificació dels contaminants

En els processos de recobriments electrolítics, els contaminants potencialment presents a l'aire ambient són els que es poden alliberar dels banys per l'atac químic que experimenta el material pels components de les dissolucions dels banys i els components del bany mateix que poden ser arrossegats a l'exterior, o bé en el càtode, arrossegats per l'hidrogen que s'hi produeix, o per l'efecte d'introduir i retirar les peces de l'interior.

Són fonts potencials de contaminació les operacions de reconstitució dels banys, addició de components i les descàrregues accidentals dels banys, sobretot si és possible coincidència en la descàrrega de dos banys químicament incompatibles.

#### f) Contaminants químics ambientals potencialment presents

<b>Tipus de bany</b>	<b>Contaminants que s'han de determinar</b>
<b>Desgreixatge amb dissolvents</b>	Vapors de dissolvents orgànics utilitzats
<b>Desgreixatge alcalí</b>	Aerosols dels àlcals del bany
<b>Desgreixatge alcalí cianurat</b>	Aerosols dels àlcals del bany Cianurs
<b>Decapatge</b>	Àcid clorhídric Àcid sulfúric Àcid nítric Àcid fluorhídric Òxids nitrosos
<b>Electropoliment</b>	Àcid clorhídric (gas) Àcid sulfúric Àcid perclòric Àcid cròmic Àcid fluorhídric
<b>Niquelatge àcid</b>	Àcid clorhídric Níquel
<b>Couratge alcalí</b>	Cianurs Coure
<b>Cromatge decoratiu i dur</b>	Àcid cròmic

El que s'ha dit fins aquí potser no s'ajusta completament a l'estudi d'un determinat procés de tractament electroquímic de metalls, però sens dubte el raonament servirà per a definir-ne els possibles contaminants.

## 1. Presentació

El 12 de setembre de 2012 va entrar a la Inspecció de Treball i Seguretat Social de XXXX una demanda dels representants sindicals de l'empresa Accesoris Elèctrics, SA perquè s'inspeccionessin les condicions de seguretat i salut en relació amb les exposicions a fluid de tall (emulsions de tall), àcids, crom (VI), fums de soldadura i soroll a les línies de producció de l'empresa, ja que les irritacions de gola i els problemes dèrmics experimentats pels treballadors els feien sospitar que no es complia la normativa vigent sobre l'exposició a aquestes substàncies, a més de suportar nivells de soroll molt alts sense que l'empresa recorregués a cap mesura preventiva diferent de la protecció auditiva individual.

La Inspecció de Treball va traslladar la petició a l'òrgan tècnic de la comunitat autònoma perquè realitzés un informe sobre els aspectes als quals feia referència la petició sindical. El que s'exposa a continuació és una síntesi del contingut d'aquest informe.

## 2. Descripció del procés

Accessoris Elèctrics, SA es va fundar el 1973 i es dedica a la fabricació de tubs d'acer per allotjar-hi a l'interior conductors elèctrics, semblants als que es mostren en la figura següent.



La utilització d'aquest tipus de tub en les instal·lacions elèctriques, que abans era molt freqüent quan calia una resistència mecànica important (com succeeix habitualment en la indústria, els ferrocarrils, els aparcaments, etc.), ha disminuït de manera progressiva a causa de l'aparició del tub de plàstic d'alta resistència a l'impacte, per la qual cosa la situació econòmica de l'empresa és molt menys pròspera que en els anys vuitanta i noranta, quan va experimentar una gran expansió.

La planta de producció, construïda el 1985, està situada en un polígon industrial que es troba a trenta quilòmetres de XXXXX. La fàbrica és un edifici d'uns dotze mil metres quadrats en què, en el moment de la visita, treballaven cent seixanta-vuit empleats en feines de producció i trenta-cinc en activitats auxiliars i administratives, vint dels quals s'han incorporat recentment a la plantilla de la fàbrica procedents de la seu social situada a XXXXX, que ha estat clausurada per a reduir despeses.

La matèria primera fonamental són rotllos de xapa d'acer que es tallen en tires l'amplària de les quals correspon a la circumferència del conducte que es vol fabricar. Les tires s'alineen manualment i a continuació se'n solden els extrems, a fi d'obtenir una tira contínua llarga a la qual, en el pas següent, es dona forma de tub. Després se solda longitudinalment, amb la qual cosa s'obté el tub tancat, i es talla a la longitud volguda. Els tubs es fabriquen de diàmetres compresos entre ½" (16 mm de diàmetre exterior) i 6" (155 mm de diàmetre exterior). Per a impedir que el tub s'escalfi massa durant el procés de conformació i soldadura, es refrigera mitjançant un fluid de tall<sup>1</sup> sintètic (94% d'aigua i 6% d'oli sintètic).

Els tubs de diàmetre inferior o igual a 1 ½" (41 mm) se submergeixen posteriorment en un bany de decapatge que conté una barreja d'àcids nítric i sulfúric i després es galvanitzen en fred en un bany electrolític. A continuació se submergeixen en un bany de crom i s'assequen en una estufa. Els banys estan aïllats de l'exterior mitjançant cortines formades per tires de plàstic que penjen del sostre i a la part superior hi ha ventiladors que extreuen les possibles emissions que es produeixin.

Els tubs de diàmetre més gran es decapen per immersió en un tanc d'àcid clorhídric que és tancat i disposa de ventilació localitzada, i després es galvanitzen en calent per immersió en zinc fos. El zinc fos que es consumeix es reposa afegint manualment al bany barres de zinc de vint-i-tres quilos de pes, cosa que requereix que tres treballadors estiguin amb freqüència molt a prop de la boca del bany, que per a eliminar les possibles emanacions disposa d'una campana amb extracció situada a dos metres per damunt de la boca. Posteriorment, l'excés de zinc és eliminat mitjançant un raig de vapor d'aigua a alta pressió i després el conducte és ruixat amb àcid cròmic.

Posteriorment, els tubs són mecanitzats en els extrems, o bé per roscar-los (els que s'uneixen mitjançant maniguets roscats) o bé per fer-hi unes osques especials (en els casos en què s'uneixen a pressió). Els operaris de la zona de mecanització utilitzen esprais per a aplicar un recobriment de zinc en els tubs en què la galvanització no ha estat suficient o s'ha deteriorat en mecanitzar els extrems.

<sup>(1)</sup>En l'apèndix C es mostren diverses imatges en què s'il·lustra la manera com s'empren els fluids de tall per a refrigerar processos de mecanització i la producció d'aerosols durant aquests processos.

### 3. Resultats de la inspecció inicial

El dia 14 de novembre de 2011 es va dur a terme una primera visita a l'empresa i, després d'una inspecció ocular detallada dels llocs de treball i un intercanvi d'impressions amb els representants dels treballadors i els de l'empresa, es va concloure que les condicions de treball eren substancialment les mateixes en tots dos torns de treball (de matí, de 6 a 14 hores i de tarda de 14 a 22 hores), per la qual cosa es va decidir efectuar mesuraments només en el torn del matí.

Així mateix, es va entrevistar tretze dels treballadors de producció per detectar possibles símptomes d'exposicions excessives i es van analitzar les dades registrades per l'empresa sobre accidents i malalties professionals declarades. Es va distribuir també a tot el personal de producció un qüestionari sobre alteracions de la salut, que va ser respost pel 40% dels treballadors.

Es van prendre també tres mostres dels fluids de tall recollides en els dipòsits de les màquines que els utilitzen; en la primera es va analitzar la presència de bacteris gramnegatius, bacteris grampositius i fongs; en la segona, etanolamines i triazina, i en la tercera es van analitzar metalls. Els resultats obtinguts en les anàlisis d'aquestes mostres s'indiquen, respectivament, en les taules A2, A3 i A4 (apèndix A).

En la visita següent, els dies 9 i 10 de gener de 2012, d'acord amb les exposicions potencials de cada lloc de treball deduïdes de la primera visita i dels resultats obtinguts de l'anàlisi dels fluids de tall, es van prendre mostres personals de fums de fluid de tall, fums de soldadura, aerosols àcids (àcids clorhídric, nítric i sulfúric), crom (VI), formaldehid i etanolamina; la distribució de les exposicions potencials s'indica en la taula 1. En la major part dels llocs de treball es van efectuar també mesuraments de soroll.

Es van incloure no solament els llocs de producció, sinó també els de manteniment, que a causa de la funció que tenen estan exposats als mateixos contaminants que els treballadors de producció, si bé durant un temps d'exposició inferior, i el personal de laboratori que, diverses vegades al dia, pren mostres dels banys per verificar que tenen la composició correcta.

Taula 1. Distribució de les exposicions potencials dels diferents llocs de treball

Departament	Lloc	Exposicions
Manteniment	Manteniment	Fluid de tall, etanolamines, formaldehid, àcids, crom (VI), soroll
Soldadura	Col·locador	Fluid de tall, etanolamines, formaldehid, soroll



Departament	Lloc	Exposicions
	Acabador	Fluid de tall, etanolamines, formaldehid, àcids, soroll
	Soldador	Fluid de tall, etanolamines, formaldehid, àcids, fums soldadura
	Peó	Fluid de tall, etanolamines, formaldehid
	Operador	Fluid de tall, etanolamines, formaldehid, àcids, fums soldadura, soroll
	Serveis	Fluid de tall, etanolamines, formaldehid, fums soldadura, soroll
	Soldadura addicional	Fums soldadura
Tractaments àcids	Extractor	Àcids, crom (VI), soroll
	Peó	Àcids, crom (VI), fums soldadura, soroll
	Operador	Àcids, crom (VI), soroll
	Carregador	Soroll
Laboratori	Tècnic de laboratori	Àcids
Galvanització	Operador	Àcids, crom (VI)
	Operador de pistola de pintar	Crom (VI)
	Empaquetador	Soroll
Mecanització	Empaquetador	Fums soldadura, soroll
	Operador	Fluid de tall, etanolamines, formaldehid
	Inspector	Fums soldadura, soroll
	Operador de serra	Soroll, fluid de tall, etanolamines, formaldehid
	Operador de roscadora	Soroll, fluid de tall, etanolamines, formaldehid
Expedicions	Magatzemer	Soroll

## 4. Resultats

Els dies 9 i 10 de gener de 2012 es van efectuar els mesuraments i les preses de mostra previstes. En l'apèndix B es detalla la metodologia emprada en cada cas.

### 4.1. Contaminants químics

Els resultats de les mostres personals d'aerosols de fluid de tall per als diferents llocs mostrejats s'indiquen en la taula A1 (apèndix A). En els dies indicats només funcionava una de les dues línies de conformació i soldadura, a causa d'una avaria en l'altra línia; atès que habitualment funcionen totes dues línies, els resultats obtinguts per a les concentracions d'aerosols de fluid de tall i de fums de soldadura podrien ser inferiors als habituals.

Els resultats obtinguts de les mostres personals per etanolamines i formaldehid s'indiquen, respectivament, en les taules A5 i A6. La concentració de triazina que es va trobar en els fluids de tall va ser del 2,5% tant en les línies de conformació i soldadura com a la zona de mecanització.

Els resultats de les mostres personals de boires àcides es presenten en la taula A7. Es van prendre un total de vint-i-una mostres personals i dues mostres no personals (ambientals).

No s'hi va detectar àcid clorhídric, excepte en una mostra personal i una mostra de durada curta presa en el recinte del tanc de decapatge amb àcid clorhídric. L'àcid sulfúric només es va trobar en traces.

Pel que fa a aquestes exposicions, cal assenyalar que, quan el personal de manteniment hagi de substituir vàlvules o bombes de les canonades d'àcid, les concentracions inhalades poden ser molt superiors. Durant la visita, aquestes operacions no es van efectuar.

Els resultats de les preses de mostres personals de crom (VI) efectuades emprant filtres de PVC s'indiquen en la taula A8. A prop dels tancs de tractament àcid es van prendre també mostres de crom (VI), però es van emprar filtres de fibra de vidre tractada per a impedir que el crom (VI) es reduís a crom (III) per reacció amb els àcids presents. Els resultats s'indiquen en la taula A10.

Els resultats de les preses de mostres per a la resta de metalls potencialment presents en els fums de soldadura es mostren en la taula A5. Es van prendre quinze mostres personals als treballadors els llocs de treball dels quals eren a prop de les zones de conformació i soldadura, mecanització i galvanització en calent. Es van prendre també dues mostres ambientals a les zones de conformació i mecanització. En les mostres es van analitzar trenta-un metalls di-

ferents; només es recullen els resultats dels més abundants. S'hi va detectar també la presència, en concentracions petites, d'alumini, bari, calci, coure, magnesi, manganès, molibdè, plata i titani.

## **4.2. Soroll**

Els resultats de les dosimetries de soroll es recullen en la taula A11. En total es van controlar trenta-cinc llocs de treball. Es va observar que els impactes metàl·lics són una font important de soroll: quan s'apilen i es traslladen els conductes aquests xoquen entre si o amb diferents elements de les màquines i els equips. A això se suma el soroll produït per les mateixes màquines.

Es va observar també que en el departament de tractaments àcids es produeix un nivell de soroll important quan es posa en funcionament el raig de vapor que s'utilitza per a eliminar l'excés de zinc, cosa que comporta un nivell de soroll d'uns 100 dB(A) (vegeu la taula A11). La major part dels treballadors (no pas tots) utilitzen protecció auditiva, en forma d'auriculars o en forma de taps, si bé en aquest últim cas es va observar que un bon nombre d'usuaris no els empraven correctament, ja que no estaven prou inserits en el conducte auditiu.

Quan es va preguntar als treballadors que no empraven protecció auditiva el perquè d'això, van respondre que ja estaven acostumats al soroll i que no els molestava.

El servei de prevenció aliè de l'empresa realitza als nous treballadors una audiometria en el moment de la contractació i després es repeteix anualment. En l'última revisió, l'audiometria de cinc treballadors va mostrar una disminució significativa (25 dB) en la freqüència de 4.000 Hz.

## **4.3. Ventilació**

Els moviments d'aire es van analitzar emprant tubs de fum. El fum alliberat a prop de les portes de la zona administrativa es va dirigir a les àrees de producció, cosa que va posar de manifest que aquestes últimes es trobaven en depressió respecte a les primeres, i això impedeix que els contaminants alliberats en el procés de fabricació puguin arribar fins a la zona administrativa.

El fum alliberat a prop dels tancs de galvanització va ser captat ràpidament per la campana situada al damunt. Va succeir el mateix amb els altres sistemes d'extracció, malgrat que en alguns casos (com el tanc de cromatge) el tancament era millorable.

Es va observar acumulació de pols a l'àrea de mecanització, fet que indicava una possible insuficiència del sistema d'extracció, a causa d'un disseny inadequat o d'un manteniment insuficient.

A la zona on es dobleguen i solden les xapes per a conformar els conductes, s'observa un despreniment apreciable de fums, que no disposen d'extracció localitzada, com s'observa en la fotografia 1. L'empresa va informar que estava previst instal·lar aviat un sistema d'extracció localitzada en aquest punt.

Figura 1. Despreniment de fums a la zona de conformació i soldadura



La major part de les màquines de la zona de mecanització tenien instal·lats equips d'extracció localitzada (fotografia 2) amb l'objectiu de captar les boires produïdes mitjançant l'aspiració creada per un ventilador connectat a la màquina. L'aire és expulsat a l'interior de la nau després de passar per un filtre. Tanmateix, es va observar que en algunes màquines els captadors de boires no estaven engegats. A més a més, algunes conduccions que uneixen la màquina amb el captador estaven trencades o, simplement, no existien (fotografia 3).

L'eficàcia dels captadors de boira es veia addicionalment reduïda en alguns casos perquè els tubs flexibles de connexió estaven en mal estat i perquè els tancaments de les màquines no eren hermètics, o fins i tot eren parcialment inexistents, amb la qual cosa una part de l'aire aspirat procedia de l'exterior i no de l'interior de la màquina. L'ús de tubs de fum va indicar que, a conseqüència d'això anterior, en la major part de les màquines una part dels fums i boires produïts s'escapaven a l'exterior per les obertures que hi havia.

Figura 2. Captador de boires connectat a una màquina mitjançant un conducte flexible

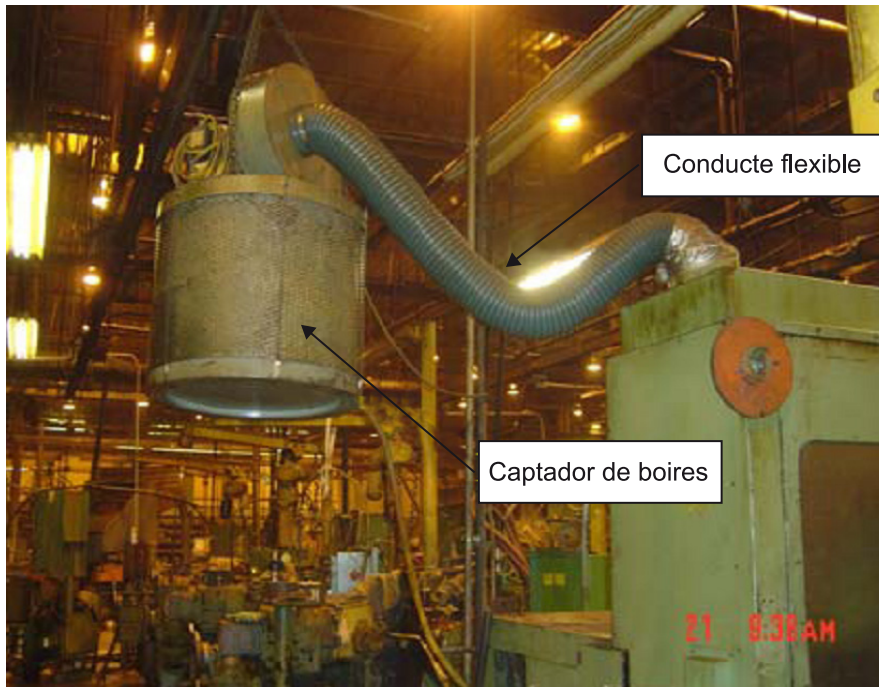
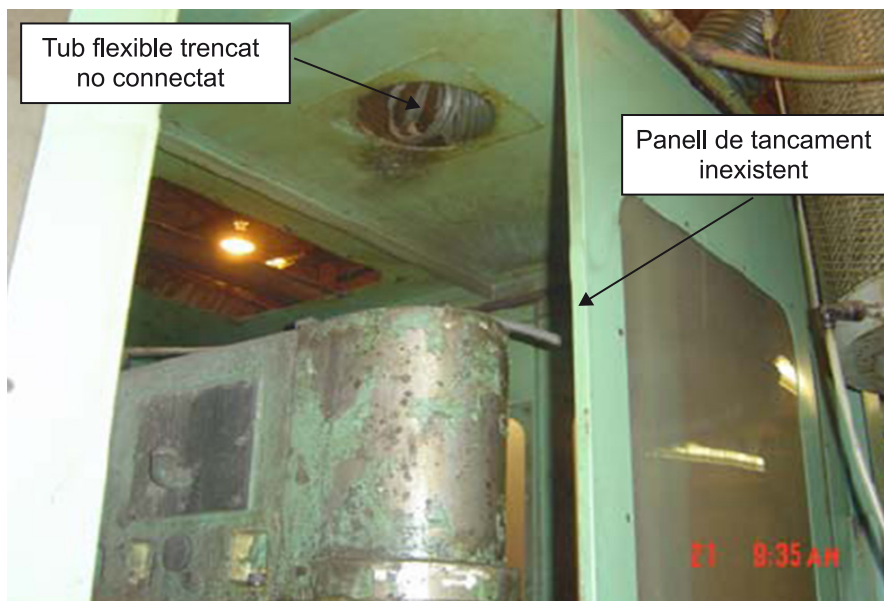


Figura 3. Deficiències en la instal·lació de captació de boires



#### 4.4. Entrevistes als treballadors

Durant la primera visita es va entrevistar tretze dels treballadors de producció amb una antiguitat en l'empresa que va de mesos a un any. Dos d'ells van dir que després d'una exposició intensa a fums àcids a causa d'una fuga havien patit una irritació respiratòria important que va remetre tota sola en un parell de dies. Quatre més van dir que tenien mal d'esquena d'una manera habitual, a més d'irritació de la pell i que sovint es feien talls o cops, especialment en el departament d'expedicions.

Així mateix, es va lliurar a tots els treballadors de producció un qüestionari amb preguntes sobre les exposicions que suportaven, i sobre l'ús d'equips de protecció individual; es van obtenir setanta respostes.

Els treballadors de soldadura van mostrar preocupació per l'exposició que patien a fums de soldadura; els de tractaments àcids i mecanització, per l'exposició a zinc; i els de galvanització, per l'exposició a àcids. Trenta-cinc de les respostes al·ludien al fet que ocasionalment feia olor d'àcid en el seu lloc de treball i setze van dir que havien tingut contacte dèrmic amb àcids. Tots els treballadors que van respondre van afirmar que utilitzaven els equips de protecció individual en les situacions en què estaven prescrits.

Sis dels treballadors de la zona de mecanització van manifestar que recentment havien tingut dermatitis i que el seu metge havia diagnosticat que era d'origen professional a causa del contacte amb substàncies químiques. En tots els casos s'havia produït una curació total després d'uns quants dies de baixa i de tractament farmacològic. Posteriorment, els afectats havien augmentat la freqüència amb què es rentaven les mans (de sis a vuit vegades per torn) i feien servir de manera gairebé permanent els guants de protecció que els proporcionava l'empresa.

Altres aspectes pels quals van manifestar preocupació van ser l'incompliment habitual de les normes sobre consignació de màquines per part del personal de manteniment, els productes químics sense etiquetatge o amb etiquetatge insuficient, i que els conductors de carretons elevadors circulaven massa de pressa. Encara que aquests aspectes no van ser objecte d'estudi, els incloem en aquest informe a fi que la direcció de l'empresa actuï en conseqüència.

## Activitats

### Qüestions per resoldre

1. Per què s'analitza la presència de triazina en els fluids de tall? És normal que n'hi hagi? Quina funció té? Quin risc s'associa a la seva presència?
2. Per què s'analitza la presència d'etanolamines en els fluids de tall? És normal que n'hi hagi? Quina funció tenen? Quin risc s'associa a la seva presència?
3. D'on pot procedir el formaldehid en l'aire? Té una toxicitat elevada? Quins tipus d'efectes presenta? En quines aplicacions s'utilitza?
4. Per què es mesura el contingut de bacteris en el fluid de tall? Hi ha criteris de valoració per a la presència de bacteris en un fluid de tall?
5. Les dades exposades, expliquen raonablement els casos de dermatitis que s'han produït?
6. Quins límits d'exposició seria adequat emprar per a cadascun dels contaminants químics següents la presència dels quals s'ha detectat a la planta: monoetanolamina, dietanolamina, trietanolamina, formaldehid, àcid clorhídric, àcid nítric, àcid sulfúric, crom (VI), fums de coure, fums de ferro, fums de manganès? Indiqueu la font de la dada i les limitacions o els detalls adequats en cada cas.
7. Avalueu el risc higiènic per inhalació d'etanolamines amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?
8. Avalueu el risc higiènic per inhalació de formaldehid amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?
9. Avalueu el risc higiènic per inhalació de boires àcides amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?
10. Avalueu el risc higiènic per inhalació de crom (VI) amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?
11. Avalueu el risc higiènic per inhalació de fums de soldadura amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?
12. Avalueu el risc higiènic per exposició al soroll amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?

## Solucionari

1. Per què s'analitza la presència de triazina en els fluids de tall? És normal que n'hi hagi? Quina funció té? Quin risc s'associa a la seva presència?

La triazina (hexahidro-1,3,5-tris(2-hidroxietil)-s-triazina) és un compost químic molt utilitzat per a controlar el creixement bacterià en els fluids de tall de base aquosa (emulsions de tall).

L'efectivitat de la triazina es basa en el fet que allibera formaldehid, un bactericida reconegut, però que al mateix temps és irritant per a la pell, els ulls i el sistema respiratori i que actualment està classificat com a cancerigen (de categoria 2 en la Unió Europea i de categoria 1 segons l'Agència Internacional de Recerca sobre el Càncer, IARC).

Per aquesta raó se n'ha restringit l'ús de manera progressiva, si bé no està formalment prohibit. És recomanable utilitzar fluids de tall que no continguin triazina.

Informació complementària

[http://www.ilma.org/about/white\\_paper\\_triazine\\_biocide.pdf](http://www.ilma.org/about/white_paper_triazine_biocide.pdf)

[http://www.dow.com/stle/pdfs/presentations/biocide\\_selection\\_for\\_microbial\\_control\\_in\\_Metalworking\\_Fluids.pdf](http://www.dow.com/stle/pdfs/presentations/biocide_selection_for_microbial_control_in_Metalworking_Fluids.pdf)

[http://www.stle.org/assets/document/practical\\_apps\\_10\\_06.pdf](http://www.stle.org/assets/document/practical_apps_10_06.pdf)

<http://www.osha.gov/SLTC/metalworkingfluids/>

<http://www.cdc.gov/niosh/topics/metalworking/>

2. Per què s'analitza la presència d'etanolamines en els fluids de tall? És normal que n'hi hagi? Quina funció tenen? Quin risc s'associa a la seva presència?

Les etanolamines són substàncies que s'utilitzen habitualment com a additius en els fluids de tall, amb la finalitat d'estabilitzar-ne l'acidesa (pH) i inhibir la capacitat corrosiva que tenen. Les etanolamines són irritants moderats de la pell i dels ulls i poden donar lloc a dermatitis al·lèrgiques i de contacte.

Són poc volàtils a temperatura ambient, per la qual cosa és més fàcil que passin a l'ambient en forma d'aerosol que de vapor.

Informació complementària

[http://aaqr.org/vol12\\_no4\\_august2012/10\\_aaqr-12-01-0a-0002\\_553-560.pdf](http://aaqr.org/vol12_no4_august2012/10_aaqr-12-01-0a-0002_553-560.pdf)

<http://synapse.koreamed.org/Synapse/Data/PDFData/0193SHAW/shaw-1-175.pdf>

[http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-951-802-876-8/urn\\_isbn\\_978-951-802-876-8.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-951-802-876-8/urn_isbn_978-951-802-876-8.pdf)

[http://www.lni.wa.gov/safety/research/files/mwf\\_man.pdf](http://www.lni.wa.gov/safety/research/files/mwf_man.pdf)

3. D'on pot procedir el formaldehid en l'aire? Té una toxicitat elevada? Quins tipus d'efectes presenta? En quines aplicacions s'utilitza?

El formaldehid es produeix per descomposició de la triazina. El formaldehid és un gas molt irritant dels ulls i de les vies respiratòries que fa pocs anys ha estat classificat com a cancerigen (de categoria 2 en la Unió Europea i de categoria 1 segons la IARC).

Per les característiques químiques que té s'utilitza en reaccions químiques amb altres substàncies per a produir una gran quantitat de productes industrials, com ara diversos tipus de plàstics, en la fabricació dels taulers aglomerats, com a antiarrugues en la indústria d'acabats tèxtils i en molts altres usos.

La seva solució aquosa, habitualment del 37% al 50% i amb un 10-15% de metanol, és coneguda com a *formol* o *formalina* i s'utilitza com a conservant de teixits en els laboratoris d'anatomia patològica i en la conservació de restes humanes i animals.

Informació complementària

[http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs111.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.pdf)



<http://www.minambiente.gov.co/documentos/guia15.pdf>

4. Per què es mesura el contingut de bacteris en el fluid de tall? Hi ha criteris de valoració per a la presència de bacteris en un fluid de tall?

Els fluids de tall de base aquosa són un medi de cultiu ideal per als bacteris. Per això, i a fi d'evitar-ne la proliferació, s'empren biocides com les etanolamines. El desenvolupament dels bacteris és afavorit per una temperatura elevada i la presència de metalls. Els nivells de contaminació microbiana són un indicador del grau de neteja i de conservació dels fluids de tall, si bé no s'ha d'abusar dels biocides perquè es corre el risc d'afavorir l'aparició de soques bacterianes que hi siguin resistents.

La presència de bacteris és un problema perquè a la membrana existeixen unes substàncies anomenades *endotoxines*; com que habitualment en les operacions de mecanització es generen aerosols de fluid de tall (vegeu les figures de l'apèndix C), la inhalació dels bacteris que contenen, a causa del seu contingut en endotoxines, pot donar lloc a problemes respiratoris com ara la bronquitis crònica o l'asma.

Fins ara no es disposa de criteris sobre quin ha de ser el límit de concentració "segura" de bacteris en el fluid de tall o en l'aire. Una alternativa és mesurar la concentració ambiental d'endotoxines, per a les quals sí que hi ha diverses propostes de valor límit ambiental.

Informació complementària

<http://mwfmag.com/?q=content/contamination-part-5>

<http://aem.asm.org/content/55/10/2681.full.pdf+html>

[https://www.stle.org/assets/document/peer\\_reviewed\\_03-12.pdf](https://www.stle.org/assets/document/peer_reviewed_03-12.pdf)

<http://www.biodeterioration-control.com/Passman-%20TT%2051-1%202008%20MWF-Microbes%20-%20What%20We%20Need%20to%20Know.pdf>

5. Les dades exposades, expliquen raonablement els casos de dermatitis que s'han produït?

El contacte repetit amb fluids de tall sovint dona lloc a diversos tipus de dermatitis. Els factors que influeixen en la seva aparició són molts, però entre aquests destaquen la presència en el fluid de tall de bacteris, valors del pH alts o baixos i la presència de certs metalls que poden desencadenar reaccions al·lèrgiques, com ara el níquel i el crom. També pot originar reaccions al·lèrgiques la presència de monoetanolamina.

El fet que en el fluid de tall s'hagi trobat la presència de crom, níquel, bacteris i monoetanolamina suggereix (encara que no demostra) una possible relació de causa i efecte entre el contacte amb fluid de tall i els casos de dermatitis que s'han trobat. El fet que després d'adoptar certes mesures preventives, com la millora de la higiene personal i l'ús gairebé permanent de guants, desaparegués el problema reforça la hipòtesi que el factor causant de la dermatitis era el contacte amb el fluid de tall.

Informació complementària

<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr577.pdf>

[http://www.ct.gov/dph/lib/dph/MWF\\_FACTSheet.pdf](http://www.ct.gov/dph/lib/dph/MWF_FACTSheet.pdf)

<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/r-745.pdf>

[http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-951-802-876-8/urn\\_isbn\\_978-951-802-876-8.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-951-802-876-8/urn_isbn_978-951-802-876-8.pdf)

6. Quins límits d'exposició seria adequat utilitzar per a cadascun dels contaminants químics següents la presència dels quals s'ha detectat a la planta: monoetanolamina, dietanolamina, trietanolamina, formaldehid, àcid clorhídric, àcid nítric, àcid sulfúric, crom (VI), fums de coure, fums de ferro, fums de manganès? Indiqueu la font de la dada i les limitacions o els detalls adequats en cada cas.

Substància	Límit exposició	Font	Comentaris
Monoetanolamina	VLA-ED = 8 mg/m <sup>3</sup>	<a href="http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0256.html">http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0256.html</a>	No hi ha cap valor LEP de l'INSHT.

Substància	Límit exposició	Font	Comentaris
dietanolamina	VLA-ED = 1 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	
Trietanolamina	VLA-ED = 5 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	
Formaldehid	VLA-EC = 0,37 mg/m <sup>3</sup> = 0,3 ppm	LEP de l'INSHT	Cancerigen classe 1 segons la IARC. Sensibilitzant.
Àcid clorhídric	VLA-ED = 7,6 mg/m <sup>3</sup> VLA-EC = 15 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	
Àcid nítric	VLA-EC = 2,6 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	
Àcid sulfúric	VLA-ED = 0,05 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	Com boira. Fracció toràcica.
Crom (VI)	VLA-ED = 0,01 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	Compostos solubles. És cancerigen i sensibilitzant.
Fums de coure	VLA-ED = 0,2 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	
Fums de ferro	VLA-ED = 5 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	
Fums de manganès	VLA-ED = 0,2 mg/m <sup>3</sup>	LEP de l'INSHT	

7. Avalueu el risc higiènic per inhalació d'etanolamines amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?

Atès que els temps de presa de mostres són en tots els casos superiors als 400 minuts, podem considerar que representen la jornada completa. Els valors calculats de les concentracions es recullen en la taula següent:

Departament	Lloc de treball	Concentració (mg/m <sup>3</sup> )		
		MEA	DEA	TEA
Manteniment	Manteniment	ND	ND	Traces
	Manteniment	ND	0,01	0,87
	Manteniment	0,022	Traces	3,16
Soldadura	Col·locador	0,047	Traces	Traces
	Acabador	ND	Traces	Traces
	Soldador	0,133	0,15	2,32
	Peó	0,067	Traces	Traces
	Peó	ND	ND	Traces
	Operador	Traces	Traces	0,13
	Operador	ND	0,01	1,02
	Serveis	0,023	Traces	3,15
Mecanització	Operador	Fallada de bomba		
	Operador de serra	0,1	0,02	2,44

Departament	Lloc de treball	Concentració (mg/m <sup>3</sup> )		
		MEA	DEA	TEA
	Operador de roscadora	0,075	0,01	2,25
<b>Límits d'exposició per a exposició diària (LEP-ED)</b>		8	1	5

Els valors calculats per a la concentració mitjana el dia de la visita per a la monoetanolamina i la dietanolamina es mostren molt inferiors al 10% dels valors límit en tots els llocs de treball, per la qual cosa segons el que estableix la norma UNE 689, annex C (taula 5 del tema d'estratègia de mostreig), podem admetre que és improbable que se superi el valor LEP-ED, de manera que considerariem el risc acceptable en tots els casos.

En el cas de la trietanolamina s'observa que en diversos casos la concentració mitjana el dia de la visita supera el 10% del valor límit, per la qual cosa la conclusió anterior no és vàlida. Segons la norma esmentada s'haurien de prendre com a mínim dues mostres més en els llocs en què se supera el 10% del valor límit i concloure segons els resultats obtinguts.

En tot cas seria recomanable estudiar novament la situació en els llocs en què s'han trobat les concentracions de trietanolamina més altes, a fi d'intentar localitzar les causes concretes d'aquestes exposicions i, en cas de trobar-les, procedir a corregir-les abans d'efectuar nous mesuraments.

**8. Avalueu el risc higiènic per inhalació de formaldehid amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?**

Atès que els temps de presa de mostres són en tots els casos superiors als 400 minuts, podem considerar que representen la jornada completa. Els valors calculats de les concentracions es recullen en la taula següent:

Departament	Lloc de treball	Concentració (ppm)
Manteniment	Manteniment	0,02
	Manteniment	0,06
	Manteniment	Traces
Soldadura	Col·locador	Traces
	Acabador	ND
	Soldador	ND
	Peó	ND
	Peó	0,02
	Operador	0,01
	Operador	ND
	Serveis	ND
Mecanització	Operador	Traces
	Operador de serra	Traces
	Operador de roscadora	Traces

Departament	Lloc de treball	Concentració (ppm)
Límit d'exposició per a exposició diària (LEP-ED)		0,37 mg/ m <sup>3</sup> = 0,3 ppm

Els valors calculats per a la concentració mitjana el dia de la visita, amb l'única excepció d'un dels llocs de manteniment, es mostren molt inferiors al 10% dels valors límit en tots els llocs de treball, per la qual cosa segons el que estableix la norma UNE 689, annex C (taula 5 del tema d'estratègia de mostreig), podem admetre que és improbable que se superi el valor LEP-ED, de manera que considerariem el risc acceptable en tots els casos.

Tenint en compte que en un dia determinat les tasques que realitzen diferents operaris de manteniment normalment són diferents segons els operaris, caldria esbrinar les tasques que va exercir el dia de la visita l'operari que va estar exposat a 0,06 ppm (un 20% del LEP), per tal de verificar si alguna d'aquestes tasques pot explicar aquesta exposició més elevada que la dels altres companys, amb la finalitat d'introduir-hi mesures correctores.

9. Avalueu el risc higiènic per inhalació de boires àcides amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?

Atès que els temps de presa de mostres són en tots els casos superiors als 400 minuts, podem considerar que representen la jornada completa. Els valors calculats de les concentracions es recullen en la taula següent:

Departament	Lloc de treball	Concentració (mg/m <sup>3</sup> )		
		Àcid clorhídric	Àcid nítric	Àcid sulfúric
Tractaments àcids	Extractor	ND	0,025	ND
	Peó	ND	0,054	Traces
	Peó	Fallada de bomba		
	Operador	0,29	Traces	Traces
	Operador	ND	0,032	Traces
Laboratori	Tècnic de laboratori	ND	0,054	Traces
	Tècnic de laboratori	ND	0,052	Traces
Galvanització	Operador	ND	0,032	Traces
	Operador	ND	Traces	Traces
	Operador	ND	Traces	Traces
	Operador	ND	ND	Traces
	Operador	ND	Traces	Traces
	Operador	ND	Traces	Traces
	Operador	ND	Traces	Traces
	Operador	ND	Traces	Traces
Manteniment	Manteniment	Fallada de bomba		

Departament	Lloc de treball	Concentració (mg/m <sup>3</sup> )		
		Àcid clorhídric	Àcid nítric	Àcid sulfúric
	Manteniment	ND	ND	ND
	Manteniment	ND	0,038	Traces
	Manteniment	ND	0,028	ND
	Manteniment	ND	Traces	ND
	Manteniment	ND	Traces	Traces
<b>Tractaments àcids</b>	Ambiental 1	ND	ND	ND
<b>Tractaments àcids</b>	Ambiental 2	3,1	ND	ND

L'exposició a boires àcides sembla que està controlada, ja que en la major part de les mostres no s'han detectat concentracions mesurables, i en les poques en què s'ha pogut quantificar l'exposició les concentracions que s'han trobat estan molt per sota dels valors límit establerts.

Únicament en un mesurament ambiental d'àcid clorhídric s'ha trobat una concentració propera al 50% del valor límit ambiental, cosa que suggeriria la conveniència d'analitzar les causes d'aquesta concentració, ja que en algun moment el punt on s'ha pres la mostra podria ser un lloc de treball.

10. Avalueu el risc higiènic per inhalació de crom (VI) amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?

Atès que els temps de presa de mostres són en tots els casos superiors als 400 minuts, podem considerar que representen la jornada completa. Els valors calculats de les concentracions es recullen en la taula següent:

Mostres personals de crom (VI) en filtres de PVC

Departament	Lloc de treball	Concentració (mg/m <sup>3</sup> )
Soldadura	Operador	Traces
Soldadura	Operador	Traces
Soldadura	Operador	0,026
Soldadura	Operador	Traces
Soldadura	Acabador	0,04
Soldadura	Acabador	0,026
Soldadura	Soldador	Traces
Soldadura	Soldador	Traces

Mostres personals de crom (VI) en filtres de fibra de vidre

Departament	Lloc de treball	Concentració (mg/m <sup>3</sup> )
Tractaments àcids	Extractor	Traces

Departament	Lloc de treball	Concentració (mg/m <sup>3</sup> )
Tractaments àcids	Extractor	0,047
Tractaments àcids	Extractor	ND
Tractaments àcids	Operador	0,071
Tractaments àcids	Operador	0,039
Tractaments àcids	Peó	0,051
Tractaments àcids	Peó	Traces
Manteniment	Manteniment	ND
Manteniment	Manteniment	ND
Galvanització	Operador	ND
Galvanització	Operador	Traces
Galvanització	Operador	Traces
Galvanització	Operador	Traces
Galvanització	Operador de pistola de pintar	Traces
Galvanització	Operador de pistola de pintar	Traces

En la major part dels llocs de treball no es detecta crom (VI) o si de cas es troba en traces; no obstant això, hi ha alguns llocs en què se supera àmpliament el valor límit de 0,01 mg/m<sup>3</sup>. En aquests llocs s'hauria d'adoptar immediatament l'ús d'equips de protecció individual i al mateix temps engegar un programa destinat a l'adopció de mesures preventives de caràcter col·lectiu, com ara modificacions de procés, instal·lació d'extraccions localitzades o d'altres que asseguressin que les concentracions de crom (VI) són tan baixes com sigui possible i, en tot cas, per sota del valor límit establert.

11. Avalueu el risc higiènic per inhalació de fums de soldadura amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?

Atès que els temps de presa de mostres són en tots els casos superiors als 400 minuts, podem considerar que representen la jornada completa. Els valors calculats de les concentracions es recullen en la taula següent:

Departament	Lloc de treball	Concentració (µg/m <sup>3</sup> )		
		Cu	Fe	Mn
Soldadura	Operador	4,8	11	0,65
Soldadura	Operador	ND	63	0,45
Soldadura	Serveis	5,8	380	5,2
Soldadura	Serveis	ND	140	1,2
Soldadura	Soldador	0,37	180	0,88
Soldadura	Soldador	0,82	220	1,2
Soldadura	Soldador	0,28	67	1,2

Departament	Lloc de treball	Concentració ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		Cu	Fe	Mn
Soldadura	Soldadura addicional	0,22	87	0,48
Soldadura	Soldadura addicional	0,87	10	0,64
Mecanització	Empaquetador	ND	19	0,16
Mecanització	Inspector	ND	56	9,3
Mecanització	Empaquetador	0,47	19	1,1
Tractaments àcids	Peó	ND	23	0,34
Soldadura	Ambiental línia 4	0,42	220	1,4
Soldadura	Ambiental línia 5	Fallada de bomba		
Mecanització	Ambiental	ND	23	0,53

Totes les concentracions que s'han trobat estan molt per sota dels valors límit per a cadascun dels elements analitzats, per la qual cosa s'ha de concloure que el risc per exposició als fums de soldadura es pot considerar adequadament controlat.

12. Avalueu el risc higiènic per exposició al soroll amb les dades subministrades. Quines accions s'haurien d'adoptar?

Els valors registrats en la taula A11 són, en la majoria dels casos, àmpliament superiors al valor límit de 87 dB(A) que estableix el Reial decret 286/2006, de 10 de març, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició al soroll, i que no s'ha de superar en cap jornada laboral, tret que hi sigui aplicable l'article 5, apartat 3, segons el qual "en circumstàncies degudament justificades, i sempre que consti de manera explícita en l'avaluació de riscos, per a les activitats en què l'exposició diària al soroll variï considerablement d'una jornada laboral a una altra, als efectes de l'aplicació dels valors límit i dels valors d'exposició que donen lloc a una acció, es pot utilitzar el nivell d'exposició setmanal al soroll en lloc del nivell d'exposició diària al soroll per a avaluar els nivells de soroll a què els treballadors estan exposats, a condició que:

a) el nivell d'exposició setmanal al soroll, obtingut mitjançant un control apropiat, no sigui superior al valor límit d'exposició de 87 dB(A), i

b) s'adoptin mesures adequades per a reduir al mínim el risc associat a les activitats esmentades".

Per tant, s'hauria de verificar si els alts nivells registrats es registren cada dia o es produeixen variacions significatives que permetrien la mitjana setmanal.

Si el nivell resultant fos superior a 85 dB(A), segons l'article 4.2, l'empresari hauria d'adoptar un programa de mesures tècniques i organitzatives destinades a reduir el soroll i, segons l'article 4.3, s'hauria d'establir senyalització, delimitació i limitació d'accés. A més a més, segons l'article 7, s'hauria d'establir l'ús obligatori d'equips de protecció individual i realitzar la vigilància de la salut que estableix l'article i reavaluar el lloc amb la freqüència que estableix l'article 6.4.

Si el nivell resultant fos superior a 87 dB(A), tenint en compte el que es disposa l'article 5, apartat 2, d'aquest Reial decret, "en aplicar els valors límit d'exposició, en la determinació de l'exposició real del treballador al soroll, s'ha de tenir en compte l'atenuació que proporcionen els protectors auditius individuals utilitzats pels treballadors. Per als valors d'exposició que donen lloc a una acció no es tenen en compte els efectes produïts pels protectors esmentats", la qual cosa significa en la pràctica, tal com explica la Guia tècnica de l'Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball (INSHT), que "a l'efecte de comparació amb el valor límit

aplicable, s'admet que es consideri l'efecte de les proteccions auditives, que s'han d'utilitzar obligatòriament quan se superen els valors superiors d'exposició".

En aquest cas (si el nivell resultant fos superior a 87 dB(A)), a més a més, s'haurien d'adoptar mesures correctores immediates (article 8).



## Annex

### Apèndix A: resultats dels mesuraments i preses de mostra

Taula A1. Resultats de les mostres personals de fluid de tall

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat recollida (fracció total, mg)
Manteniment	Manteniment	418	0,247
	Manteniment	469	0,210
	Manteniment	441	0,212
	Manteniment	475	0,220
	Manteniment	431	0,214
	Manteniment	445	0,121
	Manteniment	464	0,163
	Manteniment	425	0,156
Soldadura	Col·locador	430	0,227
	Col·locador	463	0,230
	Col·locador	490	0,298
	Col·locador	431	0,207
	Acabador	159	0,059
	Acabador	469	0,300
	Acabador	434	0,160
	Soldador	367	0,141
	Peó	496	0,198
	Peó	447	0,157
	Operador	599	0,479
	Operador	561	0,359
	Serveis	489	0,266
Mecanització	Operador	430	0,225
	Operador de serra	450	0,361
	Operador de roscadora	480	0,256

Taula A2. Contingut de bacteris i fongs en les mostres de fluid de tall expressat en unitats formadores de colònies/cm<sup>3</sup>

	<b>Conformació i soldadura</b>	<b>Mecanització</b>
<b>Bacteris gramnegatius</b>	260	30
<b>Bacteris grampositius</b>	170	70
<b>Bacteris totals</b>	430	100
<b>Fongs</b>	0	0

Taula A3. Contingut de metalls en les mostres de fluid de tall expressat en µg/cm<sup>3</sup>

	<b>Conformació i soldadura</b>	<b>Mecanització</b>
<b>Níquel</b>	869	330
<b>Crom</b>	70	440

Taula A4. Contingut d'etanolamines en les mostres de fluid de tall expressat en µg/g

	<b>Conformació i soldadura</b>	<b>Mecanització</b>
<b>Trietanolamina</b>	12.000	2.100
<b>Dietanolamina</b>	440	150
<b>Monoetanolamina</b>	3,9	3.300

Taula A5. Resultats de les mostres personals d'etanolamines

<b>Departament</b>	<b>Lloc de treball</b>	<b>Temps de mostreig (min)</b>	<b>Quantitat recollida (mg)</b>		
			<b>MEA</b>	<b>DEA</b>	<b>TEA</b>
<b>Manteniment</b>	Manteniment	457	ND	ND	Traces
	Manteniment	414	ND	0,0033	0,359
	Manteniment	411	0,009	Traces	1,299
<b>Soldadura</b>	Col·locador	404	0,019	Traces	Traces
	Acabador	401	ND	Traces	Traces
	Soldador	332	0,0442	0,0481	0,77
	Peó	410	0,0275	Traces	Traces
	Peó	418	ND	ND	Traces
	Operador	423	Traces	Traces	0,054
	Operador	418	ND	0,0038	0,424
	Serveis	417	0,0096	Traces	1,313

MEA: monoetanolamin  
 DEA: dietanolamina  
 TEA: trietanolamina

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat recollida (mg)		
			MEA	DEA	TEA
Mecanització	Operador	Fallada de bomba	Fallada de bomba		
	Operador de serra	418	0,0418	0,0067	1,021
	Operador de rosca-dora	423	0,0317	0,0042	0,952

MEA: monoetanolamin  
 DEA: dietanolamina  
 TEA: trietanolamina

Taula A6. Resultats de les mostres personals de formaldehid

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat recollida (mg)
Manteniment	Manteniment	483	0,0003
	Manteniment	475	0,001
	Manteniment	479	Traces
Soldadura	Col·locador	469	Traces
	Acabador	472	ND
	Soldador	464	ND
	Peó	455	ND
	Peó	444	0,0003
	Operador	419	0,0001
	Operador	404	ND
	Serveis	408	ND
Mecanització	Operador	355	Traces
	Operador de serra	464	Traces
	Operador de rosca-dora	451	Traces

Taula A7. Resultats de les mostres personals i ambientals de boires àcides

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat d'àcid clorhídric recollida (mg)	Quantitat d'àcid nítric recollida (mg)	Quantitat d'àcid sulfúric recollida (mg)
Tractaments àcids	Extractor	440	ND	0,0022	ND
	Peó	356	ND	0,0038	Traces
	Peó	Fallada de la bomba			
	Operador	308	0,0179	Traces	Traces
	Operador	497	ND	0,0032	Traces
Laboratori	Tècnic de laboratori	460	ND	0,0050	Traces

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat d'àcid clorhídric recollida (mg)	Quantitat d'àcid nítric recollida (mg)	Quantitat d'àcid sulfúric recollida (mg)
	Tècnic de laboratori	431	ND	0,0045	Traces
Galvanització	Operador	498	ND	0,0032	Traces
	Operador	625	ND	Traces	Traces
	Operador	620	ND	Traces	Traces
	Operador	607	ND	ND	Traces
	Operador	523	ND	Traces	Traces
	Operador	640	ND	Traces	Traces
	Operador	649	ND	Traces	Traces
	Operador	456	ND	Traces	Traces
Manteniment	Manteniment	Fallada de la bomba			
	Manteniment	426	ND	ND	ND
	Manteniment	420	ND	0,0032	Traces
	Manteniment	441	ND	0,0025	ND
	Manteniment	405	ND	Traces	ND
	Manteniment	445	ND	Traces	Traces
Tractaments àcids	Ambiental 1	15	ND	ND	ND
Tractaments àcids	Ambiental 2	21	0,0130	ND	ND

Taula A8. Resultats de les mostres personals de crom (VI) en filtres de PVC

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat de crom (VI) recollida (mg)
Soldadura	Operador	500	Traces
Soldadura	Operador	500	Traces
Soldadura	Operador	505	0,026
Soldadura	Operador	562	Traces
Soldadura	Acabador	429	0,034
Soldadura	Acabador	556	0,029
Soldadura	Soldador	615	Traces
Soldadura	Soldador	558	Traces

Taula A9. Resultats de les mostres personals de crom (VI) en filtres de fibra de vidre

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat de crom (VI) recollida (mg)
Tractaments àcids	Extractor	438	Traces
Tractaments àcids	Extractor	415	0,039
Tractaments àcids	Extractor	474	ND
Tractaments àcids	Operador	509	0,072
Tractaments àcids	Operador	496	0,039
Tractaments àcids	Peó	435	0,044
Tractaments àcids	Peó	443	Traces
Manteniment	Manteniment	468	ND
Manteniment	Manteniment	476	ND
Galvanització	Operador	607	ND
Galvanització	Operador	646	Traces
Galvanització	Operador	636	Traces
Galvanització	Operador	616	Traces
Galvanització	Operador de pistola de pintar	498	Traces
Galvanització	Operador de pistola de pintar	639	Traces

Taula A10. Resultats de les mostres personals i ambientals de metalls en fums de soldadura

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat recollida (µg)		
			Cu	Fe	Mn
Soldadura	Operador	500	4,8	11	0,65
Soldadura	Operador	505	ND	63,63	0,455
Soldadura	Serveis	428	4,97	325,3	4,451
Soldadura	Serveis	489	ND	136,9	1,174
Soldadura	Soldador	559	0,4137	201,24	0,984
Soldadura	Soldador	611	1,002	268,84	1,466
Soldadura	Soldador	474	0,2654	63,516	1,138
Soldadura	Soldadura addicional	562	0,2473	97,788	0,54
Soldadura	Soldadura addicional	557	0,9692	11,14	0,713
Mecanització	Empaquetador	391	ND	14,858	0,125

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Quantitat recollida (µg)		
			Cu	Fe	Mn
Mecanització	Inspector	398	ND	44,576	7,403
Mecanització	Empaquetador	441	0,4145	16,578	0,97
Tractaments àcids	Peó	415	ND	19,09	0,282
Soldadura	Ambiental línia 4	502	0,4217	220,88	1,406
Soldadura	Ambiental línia 5	229	Fallada de la bomba		
Mecanització	Ambiental	455	ND	20,93	0,482

Taula A11. Resultats de les dosimetries de soroll

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Nivell equivalent, $L_{eq} A$ (dB A)
Galvanització	Empaquetador	627	94,8
Galvanització	Empaquetador	632	92,9
Tractaments àcids	Extractor	416	102,7
Tractaments àcids	Extractor	474	99,0
Tractaments àcids	Operador	432	101,2
Tractaments àcids	Peó	265	93,1
Tractaments àcids	Carregador	611	90,5
Tractaments àcids	Carregador	662	94,2
Manteniment	Manteniment	477	91,0
Manteniment	Manteniment	475	84,7
Manteniment	Manteniment	476	96,7
Manteniment	Manteniment	464	85,4
Expedicions	Magatzemer	496	89,5
Expedicions	Magatzemer	628	92,5
Expedicions	Magatzemer	408	91,5
Expedicions	Magatzemer	448	88,3
Expedicions	Magatzemer	453	90,5
Expedicions	Magatzemer	448	89,8
Mecanització	Empaquetador	400	94,4
Mecanització	Empaquetador	448	87,3

Departament	Lloc de treball	Temps de mostreig (min)	Nivell equivalent, $L_{eq} A$ (dB A)
Mecanització	Operador de serra	357	92,4
Mecanització	Operador de serra	383	91,2
Mecanització	Operador de roscadora	401	90,5
Mecanització	Operador de roscadora	446	90,7
Mecanització	Inspector	398	89,8
Soldadura	Col·locador	430	92,9
Soldadura	Col·locador	465	92,6
Soldadura	Col·locador	431	97,1
Soldadura	Col·locador	490	93,7
Soldadura	Acabador	163	86,7
Soldadura	Acabador	469	97,3
Soldadura	Acabador	382	89,4
Soldadura	Operador	654	90,0
Soldadura	Operador	561	86,9
Soldadura	Serveis	429	81,7

## Apèndix B: metodologia de mesurament

Les mostres de contaminants químics s'han captat emprant bombes d'aspiració personals cadascuna de les quals es va calibrar abans i després d'haver-la utilitzat. Els sopors de retenció es van mantenir sempre dins la zona respiratòria de la persona a la qual es prenia la mostra.

### Mostreig ambiental d'aerosols de fluid de tall

Es van prendre mostres d'aerosols de fluid de tall utilitzant cassets de boca tancada i emprant com a suport de retenció filtres de PTFE amb una grandària de porus de  $2 \mu$ , a un cabal de 2 l/min, seguint les recomanacions del mètode NIOSH 5524 (2007). Posteriorment, van ser analitzats gravimètricament segons el mètode INSHT MA-014-A11.

### Fluids de tall

En cadascuna de les mostres de fluid de tall preses es va analitzar el contingut de bacteris gramnegatius, grampositius, fongs, níquel, crom i etanolamines.

### **Etanolamines**

Les mostres personals per a la determinació d'etanolamines es van prendre utilitzant flascons rentadors de gasos (*impingers*) emprant 15 cm<sup>3</sup> d'una solució d'àcid hexanosulfònic com a mitjà de retenció. Es va utilitzar un cabal d'1 l/min. El contingut en etanolamines es va determinar per mitjà del mètode NIOSH 3509.2.

### **Formaldehid**

Les mostres per la determinació de formaldehid en l'aire es van captar utilitzant mostrejadors passius SKC UMEx 100 situats al coll de la camisa dels treballadors. Segons el fabricant, el cabal d'aspiració d'aquest mostrejador és de 0,0286 l/min. L'anàlisi es va realitzar mitjançant el mètode NIOSH 2016.2.

### **Crom hexavalent**

Les mostres per a l'avaluació de l'exposició a crom (VI) es van prendre per mitjà de filtres de PVC de 37 mm de diàmetre i 5 µ de grandària de porus o filtres de quars a cabals de 2 l/min. Aquests últims es van utilitzar quan, pel fet que hi podia haver boires àcides, hi havia la possibilitat que el crom (VI) es transformés en crom (III). Les mostres es van analitzar per cromatografia iònica seguint el mètode NIOSH 7605.

### **Aerosols àcids**

Es van prendre mostres personals i ambientals d'aerosols àcids utilitzant com a suports de retenció tubs adsorbents amb farciment de gel de sílice a cabals de 0,2 l/min. Se'n va analitzar el contingut en àcid clorhídric, àcid nítric i àcid sulfúric per cromatografia iònica per mitjà del mètode NIOSH 7903.

### **Metalls**

Es van prendre mostres personals i ambientals de fums metàl·lics utilitzant cassets de 37 mm de diàmetre amb filtres d'èsters de cel·lulosa de 0,8 µ de grandària de porus, a un cabal de 2 l/min. Les mostres es van analitzar per absorció atòmica mitjançant el mètode NIOSH 7300.

### **Soroll**

Es van efectuar mesuraments personals de l'exposició al soroll durant la realització de les feines típiques de cada lloc de treball utilitzant dosímetres calibrats d'acord amb la legislació espanyola. Els dosímetres es van col·locar a la cintura o en una butxaca de cada treballador i per a la captació del soroll es va



utilitzar un micròfon remot col·locat a la solapa del treballador, en un punt aproximadament equidistant entre l'orella i l'extrem de l'espatlla. El micròfon es va equipar amb una pantalla de protecció de vent per minimitzar les conseqüències de qualsevol impacte accidental i dels corrents d'aire.

#### Apèndix C: exemples d'utilització de fluids de tall







