



Junta de Andalucía

Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente  
Dirección General de Sostenibilidad Ambiental y  
Economía Circular

# Guía de apoyo para la notificación de las emisiones procedentes del tratamiento superficial de piezas metálicas y plásticos

Versión: Diciembre 2024





# ÍNDICE

1. OBJETIVO DE ESTA GUÍA.....	5
2. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y DE LAS EMISIONES ASOCIADAS.....	5
2.1. Galvanotecnia y Anodizado.....	6
2.2. Galvanización.....	8
3. PARÁMETROS CONTAMINANTES A NOTIFICAR.....	10
4. METODOLOGÍA DE NOTIFICACIÓN DE EMISIONES.....	13
4.1. -Datos Calculados.....	13
4.1.1. ATMÓSFERA.....	14
4.1.2. AGUA.....	17
4.2. E-Estimados.....	17
5. FACTORES DE EMISIÓN SELECCIONADOS PARA LA NOTIFICACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	22
5.1. Galvanización.....	22
5.2. Electrodeposición y Anodizado Crómico.....	24
6. ESQUEMA RESUMEN DEL PROCESO DE NOTIFICACIÓN.....	29
7. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	30

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sub-lista de contaminantes E-PRTR correspondientes al epígrafe 2.c.iii y 2.f.....	10
Tabla 2. Contaminantes PRTR incluidos por R.D. 508/2007.....	12
Tabla 3. Códigos de calidad de los factores de emisión EPA.....	14
Tabla 4. Actividades incluidas en el capítulo 2.C.7.c del EMEP/CORINAIR.....	15
Tabla 5. Rango de vertidos asociados con algunas BAT*.....	18
Tabla 6. Rangos de emisión al aire alcanzados por algunas instalaciones.....	19
Tabla 7. Intervalo de valores de emisión asociados al uso de las MTD's en el tratamiento de aguas residuales, excepto para el sub-sector de anodizado de aluminio.....	20
Tabla 8. Intervalo de valores de emisión asociados al uso de las MTD's en el tratamiento de aguas residuales para el sub-sector de anodizado de aluminio.....	21
Tabla 9. Factor de emisión para el HCl.....	23
Tabla 10. Factor de emisión para metales.....	23



Tabla 11. Factor de emisión para PM10.....	23
Tabla 12. Factor de emisión para las dioxinas y furanos.....	24
Tabla 13. Factor de emisión para el NOx.....	24
Tabla 14. Factores de emisión para la electrodeposición de cadmio.....	25
Tabla 15. Factores de emisión para la electrodeposición de cromo.....	25
Tabla 16. Factores de emisión para el anodizado con ácido crómico.....	26
Tabla 17. Factores de emisión para la electrodeposición de cobre.....	26
Tabla 18. Factores de emisión para la electrodeposición de níquel.....	27
Tabla 19. Factores de emisión para la electrodeposición de amoníaco.....	27
Tabla 20. Factores de emisión para las PM10 en la electrodeposición de cromo.....	27
Tabla 21. Factores de emisión para las PM10 en el anodizado crómico.....	28
Tabla 22. Factores de emisión CORINAIR.....	33
Tabla 23. Factores de emisión para la electrodeposición de cianuro.....	33
Tabla 24. Factores de emisión EPA para decapado.....	33
Tabla 25. Factores de emisión Australia.....	33
Tabla 26. Factores de emisión al agua para electrodeposición y anodizado.....	34
Tabla 27. Ejemplo de notificación de emisiones mediante factores de emisión.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general del proceso de galvanotecnia.....	7
Figura 2. Esquema general de galvanizado.....	9
Figura 3. Esquema resumen del proceso de notificación.....	30

## ABREVIATURAS

<b>ATEG</b>	Asociación Técnica Española de Galvanizado
<b>BREF</b>	Best Available Technique Reference
<b>CORINAIR</b>	Atmospheric Emissions Inventory Guidebook (Inventario de emisiones a la atmósfera)



<b>CSMA</b>	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente
<b>EEA</b>	European Environment Agency (Agencia Europea del Medio Ambiente)
<b>EMEP</b>	European Monitoring Evaluation Programme (Programa concertado de vigilancia continua y de evaluación de la transmisión a larga distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa)
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>EPER</b>	European Pollutant Emission Register (Inventario europeo de emisiones contaminantes)
<b>E-PRTR</b>	European Pollutant Release and Transfer Register (Registro Europeo de Emisiones Transferencias de Contaminantes)
<b>F.E.</b>	Factor de Emisión
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático)
<b>IPPC</b>	Integrated Pollution Prevention and Control
<b>MITERD</b>	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
<b>MTD's</b>	Mejores Técnicas Disponibles
<b>NPI</b>	National Pollutant Inventory
<b>R.D.</b>	Real Decreto
<b>RP</b>	Residuo Peligroso



# 1. Objetivo de esta guía

Este documento establece las particularidades para la notificación de las emisiones y transferencia de contaminantes de los complejos incluidos en los epígrafes **2.c.iii.** “Aplicación de capas de protección de metal fundido con una capacidad de tratamiento de 2 toneladas de acero bruto por hora” y **2.f** “Instalaciones para el tratamiento de superficies de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico cuando el volumen de las cubetas destinadas al tratamiento equivalga a 30 m<sup>3</sup>” del Anejo 5, correspondiente al Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, (BOE 251, 19 de octubre de 2013).

# 2. Caracterización del proceso productivo y de las emisiones asociadas

En el presente apartado se procede a describir brevemente las principales etapas que constituyen el proceso de fabricación de este tipo de industrias de tratamiento superficial, así como las emisiones de contaminantes asociadas a cada una de ellas.

La industria del tratamiento de superficies, ya sean metálicas o de plástico, se puede definir como: “aquella parte de la industria cuya actividad productiva consiste en recubrir superficies metálicas o plásticas por diversos métodos y la obtención de contornos o acabados especiales según la utilidad posterior del material tratado”.

La gama de recubrimiento y tratamientos aplicados es muy amplia, y el fin último de la operación consiste en proteger la superficie contra la corrosión o el desgaste, lubricarla, variar la conductividad eléctrica o la reflectividad al calor, a la luz, etc. Entre los tratamientos más habituales se encuentran: Eliminaciones químicas o electroquímicas (decapado, desengrasado, desmetalizados); Revestimientos húmedos o secos; Conversión química o electroquímica; Fosfatación; Sulfuración; Procesos de electrodeposición o también conocidos como Galvanotecnia (procesos de cobreado, niquelado, cromado, zincado, cadmiado, estañado, latonado, etc.).

En la Comunidad Autónoma de Andalucía los sectores más importantes en los que se realizan tratamientos superficiales son:

- **Galvanotecnia y anodizado.** Es el nombre con el que se designan las técnicas de obtención vía electrolítica de depósitos metálicos en la superficie de los metales, aleaciones y cuerpos no metálicos.
- **Galvanización.** Este tratamiento es una de las maneras más eficaces de evitar la formación de óxido en el acero mediante la protección de la superficie del metal con una capa de zinc.



En general, en los tratamientos superficiales se combinan dos tipos de operaciones:

- **Procedimientos electrolíticos.** Mediante un potencial externo se promueve la formación del revestimiento o película de protección. Estos procesos consisten en depositar por vía electrolítica finas capas de metal sobre la superficie de una pieza sumergida en una solución de iones metálicos o electrolito. Dichas capas forman cristales metálicos, y según el tipo de estructura cristalina se derivan unas propiedades u otras. Este recubrimiento se produce casi exclusivamente por inmersión en un baño. Una línea de recubrimientos electrolíticos se compone de numerosas operaciones que se pueden dividir en: tratamientos previos (desengrase, decapado, etc.); tratamiento principal y tratamientos posteriores (recubrimientos químicos para mejorar las propiedades anticorrosivas y funcionales del revestimiento como puede ser el cromado o el lacado).
- **Procedimientos químicos.** En este caso las piezas se introducen en un baño donde tienen lugar reacciones de oxidación-reducción entre la superficie de la pieza a tratar y las sales del metal con el que se va a cubrir. Entre los recubrimientos químicos más utilizados se encuentran: deposición de níquel; deposición de cobre y fosfatado.

## 2.1. Galvanotecnia y Anodizado

Los principales recubrimientos son:

- **Zincado.** Se realiza principalmente con el fin de darle a la pieza propiedades anticorrosivas.
- **Niquelado.** Se emplea como recubrimiento “per-se” y como etapa intermedia para otros recubrimientos. Se usa tanto con fines decorativos como anticorrosivos.
- **Cobreado.** Se emplea como recubrimiento final y como etapa intermedia para otros recubrimientos.
- **Cromado.** Se usa principalmente como recubrimiento final, cuando ha pasado anteriormente por otros recubrimientos.
- **Anodizado.** Mediante este tratamiento se convierte la superficie metálica en un recubrimiento de óxido insoluble, se ofrece protección contra la corrosión, superficies decorativas, base para el pintado y otros procesos de recubrimiento y propiedades eléctricas y mecánicas especiales. El aluminio es el material anodizado con mayor frecuencia.

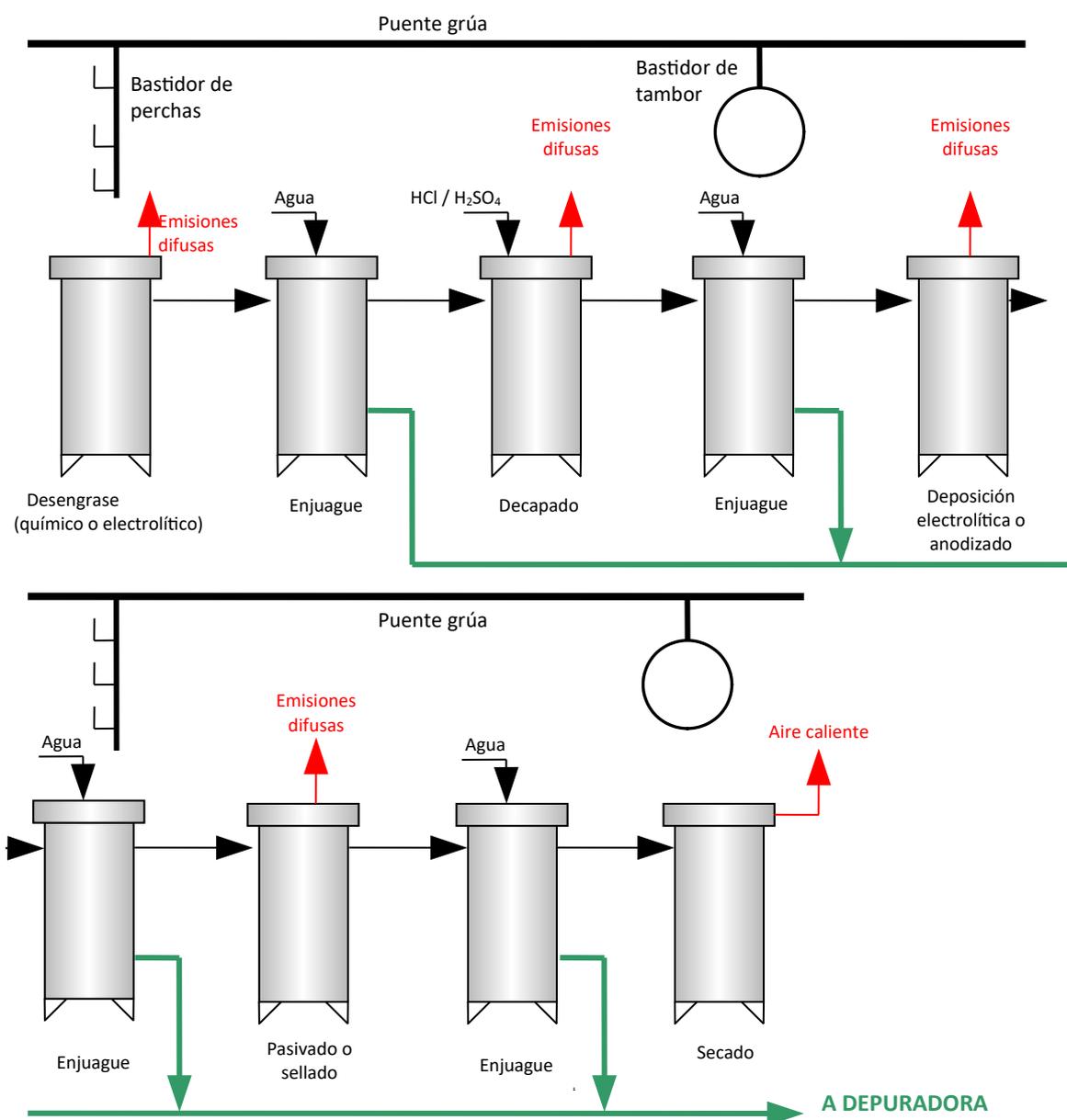
Todos estos procesos requieren unos tratamientos previos o posteriores, que consisten generalmente en:

- **Desengrase,** mediante esta operación se eliminan de la pieza a recubrir cualquier impureza de tipo grasa o aceite.
- **Decapado,** es de gran importancia como acondicionamiento previo, de forma que la pieza cumpla con las especificaciones requeridas para el tratamiento posterior de deposición electrolítica del material. Se eliminan óxidos u otros contaminantes presentes en la superficie.
- **Pasivado,** es de carácter químico para evitar la corrosión de la superficie recubierta. Normalmente se emplean pasivados en base de ácido crómico.



- **Sellado**, se realiza después de un lavado posterior al anodizado, para mejorar la resistencia a la corrosión del recubrimiento.
- **Neutralización**, es una operación anterior al sellado, donde se trata la pieza para eliminar restos de ácidos arrastrados del baño de anodizado.
- **Lavados**, entre cada una de las etapas se suele producir un lavado para eliminar arrastres de sustancias de una cuba a otra.

Se muestra a continuación un esquema general:



**Figura 1. Esquema general del proceso de galvanotecnia**



Las emisiones difusas pueden provocarse debido a que los baños se realicen a temperaturas por encima de la ambiente o que se encuentren abiertos a la atmósfera.

## 2.2. Galvanización

La galvanización es uno de los métodos que se utilizan para mejorar la resistencia del acero y de las aleaciones de hierro a la corrosión. En la galvanización por inmersión en caliente, las piezas a tratar se sumergen en un baño de zinc fundido formándose una serie de capas de aleación sobre la superficie.

Dentro del proceso de galvanizado por inmersión se distingue entre técnicas continuas y discontinuas, dentro de las cuales se diferencian:

- Técnicas discontinuas

*Galvanizado de piezas:* Es la técnica más utilizada y consiste en la inmersión de las piezas previamente tratadas en un baño de zinc fundido.

*Galvanizado de tubos:* También necesitan un pretratamiento de las piezas antes de sumergirlas en el baño de zinc fundido. Las principales diferencias consisten en que esta técnica exige una mayor automatización de toda la operación y en que se realiza un control del espesor del recubrimiento.

- Técnicas continuas

*Galvanizado de alambre:* El pretratamiento por el que pasan los alambres antes de entrar en el baño de zinc es el mismo que en el resto de técnicas, posteriormente tiene lugar un enfriamiento al aire o un templado con agua, para proceder por último al rebobinado.

*Galvanizado de chapa:* Los principales factores que influyen en el proceso de galvanizado de chapa son la preparación de la superficie, el control de la temperatura durante el recubrimiento, la composición del baño y los tratamientos posteriores.

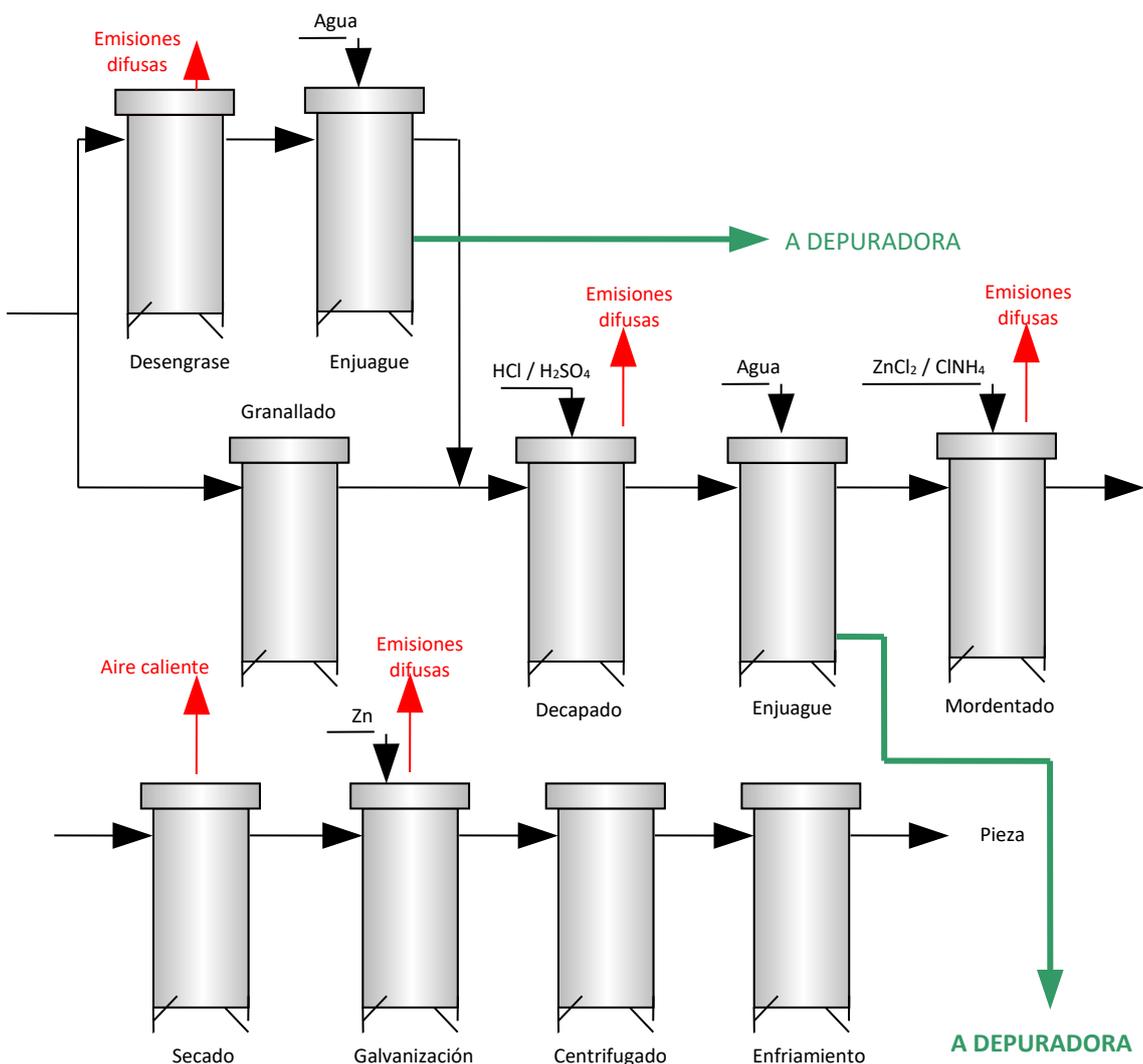
El proceso de galvanización se compone de las siguientes etapas:

- **Desengrase.** La pieza se introduce en baños desengrasantes que contienen agentes tensoactivos.
- **Decapado.** Generalmente se sumergen las piezas en un baño con ácido clorhídrico con el fin de eliminar la capa metálica externa de la pieza. Suelen añadirse inhibidores para que, una vez eliminado el metal (óxido y cascarilla), no se produzca el ataque del ácido a la superficie (sobredcapado) y así evitar un consumo excesivo de ácido. Tras el decapado, es necesario realizar un lavado para evitar que las piezas arrastren ácido y sales metálicas a etapas posteriores.
- **Mordentado.** En una solución acuosa de cloruro de zinc y amonio se disuelven las impurezas (óxidos) que quedan sobre la superficie metálica. El baño debe mantenerse dentro de un rango de temperatura y pH.
- **Secado.** El secado de las piezas tras el mordentado minimiza las salpicaduras de zinc por evaporación del agua adherida a las piezas al ser sumergidas en el baño de zinc fundido. En este caso, es po-



sible el aprovechamiento del calor que se pierde en la calefacción del baño de zinc para calentar las piezas.

- **Galvanización.** El tiempo de inmersión dependerá de factores como el espesor del acero, la temperatura del precalentado o el espesor deseado. La reacción de formación de la capa de zinc es rápida, por lo que las piezas deben introducirse rápidamente.



**Figura 2. Esquema general de galvanizado**

Pueden producirse emisiones difusas si se realizan los tratamientos a temperaturas por encima de la ambiente, y en el caso de realizarse los tratamientos en unos baños abiertos.



## 3. Parámetros contaminantes a notificar

En el apéndice 4 de la “Guía para la implantación del E-PRTR” de la Dirección General del Medio Ambiente de la Comisión Europea se adjuntan unas sub-listas que ilustran, **a título orientativo**, los parámetros contaminantes a notificar en función del tipo de actividad de la instalación para las emisiones al aire y emisiones y transferencias al medio hídrico. Para las afectadas por los epígrafes 2.c.iii y 2.f los contaminantes considerados son:

**Tabla 1. Sub-lista de contaminantes E-PRTR correspondientes al epígrafe 2.c.iii y 2.f**

2.c.iii Aplicación de capas de protección de metal fundido		2.f Tratamiento de superficies de metales y plásticos por procedimiento electrolítico o químico	
Nº PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
1	Metano (CH <sub>4</sub> )	■	--
2	Monóxido de Carbono (CO)	■	--
3	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	■	--
4	Hidrofluorocarburos (HFC)	■	--
5	Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	■	--
6	Amoniac (NH <sub>3</sub> )	■	--
7	Compuesto Orgánicos Volátiles distintos del Metano (COVDM)	■	--
8	Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> )	■	--
9	Carburos Perfluorados (PCFs)	■	--
10	Hexafluoruro de Azufre (SF <sub>6</sub> )	■	--
11	Óxidos de Azufre (SO <sub>x</sub> /SO <sub>2</sub> )	■	--
12	Nitrógeno Total (N <sub>T</sub> )	--	■
13	Fósforo Total (P <sub>T</sub> )	--	■
14	Hidroclorofluorocarburos (HCFCs)	■	--
15	Clorofluorocarburos (CFCs)	■	--
16	Halones	■	--
17	As y sus compuestos	■	■
18	Cd y sus compuestos	■	■
19	Cr y sus compuestos	■	■



### 2.c.iii Aplicación de capas de protección de metal fundido

#### 2.f Tratamiento de superficies de metales y plásticos por procedimiento electrolítico o químico

Nº PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
20	Cu y sus compuestos	■	■
21	Hg y sus compuestos	■	■
22	Ni y sus compuestos	■	■
23	Pb y sus compuestos	■	■
24	Zn y sus compuestos	■	■
35	Diclorometano (DCM)	■	--
40	Compuestos orgánicos halogenados (AOX)	--	■
42	Hexaclorobenceno (HBC)	■	--
47	PCDD + PCDF Dioxinas y Furanos (como T <sub>eq</sub> )	■	--
48	Pentaclorobenceno	■	--
49	Pentaclorofenol (PCP)	■	--
50	Policlorobifenilo (PCB)	■	--
52	Tetracloroetileno (PER)	■	--
57	Tricloroetileno	■	--
62	Benceno	■	--
70	Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP) <sup>1</sup>	■	■
71	Fenoles (como C total)	--	■
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	■	■
76	Carbono Orgánico Total (COT) (como C total o DQO/3)	--	■
79	Cloruros	--	■
80	Cloro y compuestos inorgánicos (como HCl)	■	--
82	Cianuros (como CN total)	--	■
83	Fluoruros (como F total)	--	■
84	Flúor y sus compuestos inorgánicos	■	--
85	Cianuro de Hidrógeno (HCN)	■	--
86	Partículas <sup>2</sup> (PM <sub>10</sub> )	■	--
88	Fluoranteno	--	■
91	Benzo (g,h,i) perileno	--	■

<sup>1</sup> Este parámetro sólo deben notificarlo las instalaciones afectadas por el epígrafe 2.f

<sup>2</sup> Partículas cuyo diámetro medio es inferior a 10 micras



En relación a los contaminantes incluidos en la tabla anterior, se debe realizar las siguientes consideraciones:

- Todos los metales (nº PRTR 17-24) se comunicarán como la masa total del elemento en todas las formas químicas presentes en la emisión.
- Los fenoles (nº PRTR 71) deben expresarse como la masa total de fenol y fenoles simples sustituidos, expresada como carbono total.
- Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP, nº PRTR 72) incluyen: el benzo(a)pireno, el benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno y el indeno(1,2,3-cd)pireno.

Por otro lado, en el R. D. 508/2007 han sido incluidos una serie de contaminantes que deben notificarse, aunque en principio no se incluirán en la información que el MITERD remita a organismos europeos o a cualquier otro organismo de carácter internacional. Además también se incluye como contaminante PRTR al aire el COT (número PRTR 76). Estos contaminantes se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Contaminantes PRTR incluidos por R.D. 508/2007**

<b>Otras sustancias incluidas en el PRTR por el Real Decreto 508/2007</b>			
<b>Nº PRTR</b>	<b>ATMÓSFERA</b>	<b>Nº PRTR</b>	<b>AGUA</b>
76	Carbono Orgánico Total (COT)	98	DQO
92	Partículas totales en suspensión (PST)	200	o,p'-DDT
93	Talio	201	p,p'-DDT
94	Antimonio	202	p,p'-DDE
95	Cobalto	203	p,p'-DD
96	Manganeso	204	Benzo(a)pireno
97	Vanadio	205	Benzo(b)fluoranteno
--	--	206	Benzo(k)fluoranteno
--	--	207	Indeno(1,2,3-cg)pireno
--	--	208	1,2,3-Triclorobenceno
--	--	209	1,2,4-Triclorobenceno
--	--	210	1,3,5-Triclorobenceno
--	--	211	p-xileno
--	--	212	o-xileno
--	--	213	m-xileno
--	--	214	Penta-BDE
--	--	215	Octa-BDE
--	--	216	Deca-BDE



Las sustancias con número PRTR desde el 200 al 216 corresponden a isómeros de otras sustancias incluidas en la lista de contaminantes PRTR (DDT, HAP, Triclorobencenos, Xilenos y Bromodifeniléteres).

Además en el caso de las transferencias de residuos peligrosos y no peligrosos, se debe indicar la cantidad total de cada tipo de residuo, identificándolos con el código LER correspondiente según la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento europeo y del Consejo (Ej. 15 02 02 Trapos de limpieza, contaminados por sustancias peligrosas).

## 4. Metodología de notificación de emisiones

Según el **Reglamento (CE) nº 166/2006, de 18 de enero de 2006**, la notificación de las emisiones puede realizarse de tres formas distintas:

**Datos Medidos (M):** Los datos notificados proceden de mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados.

**Datos Calculados (C):** Los datos notificados proceden de cálculos realizados utilizando métodos de estimación y factores de emisión aceptados en el ámbito nacional e internacional y representativo de los sectores industriales.

**Datos Estimados (E):** Los datos notificados proceden de estimaciones no normalizadas fundamentadas en hipótesis óptimas o en las previsiones de expertos.

La casuística asociada a cada una de las posibilidades citadas queda descrita en el siguiente documento “Notificación de Datos PRTR – Guía de Apoyo”, de diciembre de 2024. No obstante, se detalla de forma explícita la notificación a través de datos calculados puesto que los factores de emisión son específicos según la actividad.

### 4.1. -Datos Calculados

En este caso la notificación de las emisiones se llevará a cabo mediante el empleo de métodos de estimación aceptados nacional o internacionalmente (balances de masa y energía o programas informáticos por poner algún ejemplo) o de factores de emisión representativos del sector.

Dada la existencia de factores de emisión de reconocido prestigio, disponibles a nivel internacional, característicos para la actividad objeto de estudio y de fácil utilización, se consideran éstos como una herramienta útil para la determinación de las emisiones en ausencia de otro tipo de datos de mayor fiabilidad.

Las principales fuentes bibliográficas consultadas para la selección de los F.E. han sido:



- **CORINAIR:** Inventario de emisiones atmosféricas realizado por la European Environmental Agency.
- **EPA:** Environmental Protection Agency U.S.
- **NPI-Australia:** National Pollutant Inventory - Environment Australia.

Para escoger un factor de emisión se debe seguir el siguiente orden de preferencia:

1. En primer lugar sería deseable utilizar factores de emisión propios del proceso productivo y del ámbito geográfico en el que se encuentra la instalación. En la actualidad no se han desarrollado factores de emisión específicos para la industria de tratamiento superficial o galvanización en la comunidad autónoma de Andalucía.
2. Utilización de factores de emisión reconocidos a nivel europeo (CORINAIR).
3. Utilización de factores de emisión desarrollados por otros organismos de reconocido prestigio (EPA, NPI-Australia).

Cada F.E. lleva asociado un índice de calidad que representa la capacidad que posee dicho factor para aproximarse a las tasas medias de emisión de una determinada fuente, estando siempre referido a las condiciones de operación y medida en las que se ha determinado.

**Tabla 3. Códigos de calidad de los factores de emisión EPA**

Tipo de Factor	Calidad del Factor
A	Excelente
B	Medio – Alto
C	Medio
D	Medio – Bajo
E	Bajo
U	Sin datos

Fuente: AP- 42 FAQ

#### 4.1.1. ATMÓSFERA

##### **Factores de emisión del CORINAIR**

En el capítulo de la Guía para inventarios de emisión de EMEP/CORINAIR (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook), dedicado a la industria del metal, se recogen los factores de emisión propuestos expresados en kg/t metal producido. Algunos de estos factores están recogidos en la tabla 22 del anexo 1.

En el capítulo 2.C.7.c “Other metal production”, en el punto 2.C “Metal production” del grupo 2 “Industrial Processes and product use” del Guidebook 2023, dedicado a los procesos de la industria en metales se incluyen una serie de actividades entre las que se encuentran las estudiadas en esta Guía de Notificación:



**Tabla 4. Actividades incluidas en el capítulo 2.C.7.c del EMEP/CORINAIR**

CODIGO SNAP	ACTIVIDAD
04 03 07	Galvanización
04 03 08	Electrodeposición

Fuente: Guidebook 2023

En el CORINAIR, para las instalaciones de Galvanización y Tratamiento Superficial, sólo se dispone de factor de emisión para el HCl en el decapado, extraído del Grupo 4 “Procesos de Producción” en su capítulo B428, en el código SNAP 040208 “Procesos con hierro, industrias del acero y extracción de mineral” del Emission Inventory Guidebook, 2007.

Adicionalmente el CORINAIR proporciona factores de emisión para las calderas, que caracterizan las emisiones debidas a la combustión de combustibles fósiles (ver última versión de la Guía de apoyo para la notificación de las emisiones de centrales térmicas y otras instalaciones de combustión).

La abreviatura que se debe indicar acompañando a estos factores de emisión es **SSC**.

#### **Factores de emisión de la EPA**

Para estos factores se han utilizado el capítulo 12.20 “Electroplating” de la AP-42 “Compilation of Air Pollutant Emission Factor”, y el programa FIRE (Factor Information Retrieval).

En el Programa FIRE se propone un factor de emisión para el sector del procesado del acero en la etapa del decapado para el HCl sin sistemas de control expresado en lb/ton material producido. Este último factor es aplicable a cualquier sector del procesado de acero siempre que utilice ácido clorhídrico en el decapado.

Además de los factores antes mencionados, la EPA proporciona los siguientes factores de emisión específicos descritos a continuación según el proceso y la etapa del mismo:

- **Electrodeposición:** La EPA recoge para este caso una tabla en el capítulo 12.20, donde se indican los factores de emisión para los compuestos del cromo, cobre, cadmio, níquel y las partículas totales.

En el Programa FIRE se propone un **factor de emisión** para la actividad de electrodeposición del contaminante NO<sub>x</sub>.

- **Anodizado con ácido crómico.** Otros factores de emisión existentes en la bibliografía consultada de la EPA son los correspondientes al anodizado con ácido crómico.

Existen ecuaciones en la bibliografía consultada para la estimación de las emisiones incontroladas de tanques de deposición no crómicos. En este mismo documento se indica que las ecuaciones no han sido validadas utilizando varios tests de emisión, por lo que se deben usar con una especial precaución. Además, se comenta que los factores de emisión calculados en unidades de concentración no son aplicables a líneas de deposición donde existan múltiples tanques que introducen cantidades variables de dilución al aire como dispositivos comunes de control.

La abreviatura que se debe indicar acompañando a estos factores de emisión es **OTH**.



### **Factores de emisión de la NPI-Australia**

La Agencia de Medioambiente Australiana proporciona factores de emisión para el proceso de galvanización en el documento “Galvanizing”, versión 2.0, de julio de 2012:

En esta Agencia se recogen los factores de emisión para el Zn, aunque también proporcionan factores de emisión para las PM<sub>10</sub>. El parámetro viene expresado en kg/t de Zn usado y por tanto para obtener las emisiones en kg/año tan sólo se ha de multiplicar el factor de emisión por las toneladas de Zn usado.

También aparecen factores de emisión del ácido clorhídrico para el decapado en la tabla 3 del Apéndice B en función de:

- La concentración de ácido de la solución utilizada.
- El tamaño de la cuba.
- La temperatura de la solución utilizada.

Las unidades de los factores de emisión son kg/tanque y por año y considerando que no disponen de sistema de abatimiento.

La abreviatura que se debe indicar acompañando a estos factores de emisión es **OTH**.

### **Factores de emisión de EEA-Inventario Europeo de Dioxinas**

Un proceso de desengrasado inadecuado de las piezas provoca la combustión de los aceites y grasas a bajas temperaturas en el baño de galvanizado produciéndose emisiones de dioxinas.

El factor de emisión para las dioxinas se extrae de "Evaluación de la Generación de Dioxinas y Furanos en el Sector de la Galvanización en Caliente del año 2002". Se hace una distinción entre instalaciones con captación y filtración de humos del baño de galvanizado (30 ng/t metal galvanizado) y los que no tienen dicha captación (79 ng/t metal galvanizado).

La abreviatura que se debe indicar acompañando a estos factores de emisión es **SSC**.

### **Seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**

En relación con la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, el 31 de diciembre de 2018 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea el Reglamento (UE) 2018/2066 de la Comisión de 19 de diciembre de 2018 sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 601/2012 de la Comisión. Este Reglamento es de aplicación a partir del 1 de enero de 2021, por lo que las emisiones se determinarán en base a él.

El Reglamento comentado anteriormente es modificado por el Reglamento (UE) 2020/2085 de la Comisión de 14 de diciembre de 2020 por el que se modifica y corrige el Reglamento de Ejecución (UE) 2018/2066 sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

La metodología propuesta en el Reglamento tiene en cuenta las Directrices del IPCC (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático) para inventarios de gases de efecto invernadero.



**Si la instalación posee la autorización de emisión de gases de efecto invernadero deberá utilizarse la abreviatura PER, mientras que si no se posee dicha autorización, la abreviatura que se debe emplear acompañando la notificación dependerá de donde procede el factor de emisión empleado.**

#### 4.1.2. AGUA

La mayor parte de las instalaciones de tratamiento superficial no generan vertidos de proceso ya que generalmente los baños, una vez agotados, son retirados por gestor autorizado. En el caso de no ser gestionados como residuos peligrosos por gestor autorizado, se pueden almacenar los baños agotados e ir dosificándolo a la depuradora junto con las aguas de enjuague.

Conviene señalar que las aguas de proceso no son vertidas directamente a la red, sino que suelen pasar por una instalación depuradora que disminuye la concentración de los contaminantes a niveles por debajo de los permitidos en la legislación correspondiente, ya sea de Confederaciones u Ordenanzas Municipales.

Existen concentraciones medias incluidas en la Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas y que se encuentran en el Anexo I de este documento.

## 4.2. E-Estimados

La notificación de emisiones mediante estimaciones se basa en el empleo de métodos no normalizados mediante la adopción de hipótesis contrastadas u opiniones autorizadas.

Por ejemplo, se ha publicado la DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2022/2110 DE LA COMISIÓN de 11 de octubre de 2022 por la que se establecen las conclusiones sobre las Mejores Técnicas Disponibles (MTD), con arreglo a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las emisiones industriales, para la industria de transformación de metales férreos, donde en varias de las MTD se indican los niveles de emisiones canalizadas a la atmósfera de algunos parámetros como partículas, SO<sub>x</sub> o HCl dependiendo del proceso que se realice (laminación en frío, recubrimiento por inmersión en caliente, etc.).

En el mismo documento indicado anteriormente aparecen también niveles de emisiones asociados a las MTD correspondientes a vertidos directos o indirectos a una masa de agua receptora.

Para el caso de las industrias del tratamiento superficial, las MTD's se comentan en el BREF de Agosto de 2006 "Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics", así como en la Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas publicado en 2009.

En el BREF se recogen algunos rangos de emisión y vertidos que se muestran a continuación.



**Tabla 5. Rango de vertidos asociados con algunas BAT\***

	<b>BASTIDORES, BARRILES, BOBINAS DE PEQUEÑO TAMAÑO Y OTROS PROCESOS DISTINTOS DE BOBINAS DE ACERO DE GRAN TAMAÑO</b>		<b>REVESTIMIENTO DE BOBINAS DE ACERO DE GRAN TAMAÑO</b>	
	<b>Descarga a red de alcantarillado (PS) o agua superficial (SW)</b>	<b>Sólo para descargas en aguas superficiales</b>	<b>Estaño u hojalata, chapas estañadas y hierro cromado</b>	<b>Zn o Zn-Ni</b>
Ag	0,1 – 0,5			
Al		1 – 10		
Cd	0,1 – 0,2			
CN libre	0,01 – 0,2			
Cr (VI)	0,1 – 0,2		0,0001 – 0,01	
Cr total	0,1 – 2,0		0,03 – 1,0	
Cu	0,2 – 2,0			
F		10 – 20		
Fe		0,1 – 5,0	2,0 – 10	
Ni	0,2 – 2,0			
Fosfato como P		0,5 – 10		
Pb	0,05 – 0,5			
Sn	0,2 – 2,0		0,03 – 1,0	
Zn	0,2 – 2,0		0,02 – 0,2	0,2 – 2,2
COD		100 – 500	120 – 200	
Total Hidrocarburos		1 – 5		
VOX		0,1 – 0,5		
Sólidos en suspensión		5 - 30	4 – 40 (aguas superficiales sólo)	

(\*) Esos valores son para muestras compuestas diarias sin filtrar y tomadas después del tratamiento y antes de cualquier tipo de dilución. Todos los valores son mg/l

Fuente: Tabla 5.2 del Best Available for the Surface Treatment of Metals and Plastics



**Tabla 6. Rangos de emisión al aire alcanzados por algunas instalaciones**

<b>Emisiones (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>Rango genérico (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>Rango actividades de grandes bobinas de acero (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>Técnicas para alcanzar los requerimientos medioambientales asociados a las emisiones</b>
Óxidos de nitrógeno (total como NO <sub>2</sub> )	<5 - 500	Sin datos	Los lavadores o torres de adsorción dan valores < 200 mg/l y más bajos si son lavadores alcalinos
HF	<0,1 - 2	Sin datos	Lavadores alcalinos
HCl	<0,3 - 30	Procesos con estaño o cromo (25 - 30)	Lavador con agua*
SO <sub>x</sub> como SO <sub>2</sub>	1,0 - 10	Sin datos	Torre de relleno a contracorriente con un lavador final alcalino
Amoníaco como N-NH <sub>3</sub>	0,1 - 10 Dato tomado del niquelado no electrolítico	Sin datos	Lavador con agua
HCN	0,1 - 3,0	Sin datos	- Agitación sin aire. - Procesos a baja temperatura. - Procesos no cianurados. - El rango más bajo puede alcanzarse con un lavador alcalino.
Zn	<0,01 - 0,5	Procesos de zinc o zinc-níquel (0,2 - 2,5)	Lavador con agua*
Cu	<0,01 - 0,02	Sin datos	*
Cr (VI) y sus componentes como Cr	Cr (VI): <0,01 - 0,2 Cr Total: <0,1 - 0,2	Sin datos	Sustitución del Cr (VI) por Cr (III) o por técnicas libres de Cr
Ni y sus componentes como níquel	<0,01 - 0,1	Sin datos	- Condensación en intercambiadores de calor. - Lavado con agua o alcalino. - Filtro. - *
Materia particulada	<5 - 30	Procesos con estaño o cromo (1 - 20)	Para el tratamiento de partículas secas se puede alcanzar el nivel más bajo del rango mediante: lavadores con agua, ciclón, filtro. Para los procesos húmedos el nivel más bajo se alcanza mediante los lavadores con agua o alcalino.

\* En algunas circunstancias, se pueden conseguir los rangos sin ninguna técnica.

Fuente: Tabla 5.4 del Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics



Los valores de emisión asociados al tratamiento de depuración de las aguas residuales que se relacionan a continuación corresponden a la concentración de salida de depuradora industrial con destino final a depuradora externa. Estos valores resumen los resultados que pueden obtenerse después de aplicarse una combinación de las técnicas descritas en la Guía de MTD's en España del Sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas.

**Tabla 7. Intervalo de valores de emisión asociados al uso de las MTD's en el tratamiento de aguas residuales, excepto para el sub-sector de anodizado de aluminio**

Parámetro	Valor emisión asociado	Comentarios
pH (ud. pH)	6 - 10	--
Sólidos en suspensión (mg/l)	≤ 750	--
DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	≤ 1.500	--
Conductividad (μS/cm)	2.000 - 6.000	En función de la concentración de sales solubles de difícil precipitación y de las técnicas de minimización empleadas
Al (mg/l)	1 - 10	--
Cr <sup>3+</sup> (mg/l)	≤ 2	--
Cr <sup>6+</sup> (mg/l)	0,1 - 0,9	--
Ni (mg/l)	0,2 - 5,0	El valor de emisión 5 es aplicable en presencia de agentes complejantes en el efluente final a depurar
Sn (mg/l)	0,2 - 2,0	--
Cu (mg/l)	0,2 - 5,0	Idem Níquel
Fe (mg/l)	≤ 10	--
Pb (mg/l)	0,05 - 0,5	--
Zn (mg/l)	0,2 - 5,0	En función del pH óptimo de tratamiento alcanzable
Ag (mg/l)	0,1 - 5,0	El valor de emisión 0,5 es aplicable en presencia de agentes complejantes en el efluente final a depurar
Cd (mg/l)	0,1 - 0,2	--
CN <sup>-</sup> (mg/l)	≤ 0,2	--
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	1.000 - 2.500	En función de su concentración inicial y de las técnicas de minimización empleadas
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	400 - 2.000	Idem anterior
S <sup>2-</sup> (mg/l)	≤ 1	--
F <sup>-</sup> (mg/l)	20 - 60	En función de la presencia o no de agentes complejantes
P <sub>tot</sub> (mg/l)	≤ 20	--
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	50 - 200	Idem Cl <sup>-</sup>



Parámetro	Valor emisión asociado	Comentarios
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	≤ 20	--
B (mg/l)	5 - 15	Idem Cl <sup>-</sup>

Fuente: Tabla 229 de la Guía de MTD's en España del Sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas.

El valor inferior de estos intervalos se ha establecido teniendo en cuenta la referencia de los Valores de Emisión Asociados a las MTD's del BREF, mientras que el valor superior se ha fijado en relación a experiencias propias del subsector en España en las que se aplican MTD's.

Los procesos a los que se hace referencia en la guía son los siguientes: Cincado, cadmiado, niquelado, cobreado, latonado y acabados en bronce, cromo decorativo, duro y negro, estañado, metales preciosos (oro, plata, rodio, paladio y platino), fabricación de circuitos impresos, metalizado de plástico, electropulido, tratamiento de fleje en continuo, cobreado, pavonado, fosfatado, pasivado, sellado y lacado electrolítico.

Los valores de emisión asociados al tratamiento de depuración de las aguas residuales del subsector de anodizado de aluminio que se relacionan a continuación corresponden a la concentración de salida de la depuradora industrial con destino final a depuradora externa.

Se han incluido valores de algunos elementos (caso del cromo) que sólo están presentes en aquellas instalaciones que también se dedican al lacado de aluminio o a otros acabados especiales (electro abrillantado).

**Tabla 8. Intervalo de valores de emisión asociados al uso de las MTD's en el tratamiento de aguas residuales para el sub-sector de anodizado de aluminio**

Parámetro	Valor emisión asociado	Comentarios
pH (ud. pH)	6 - 8	--
Sólidos en suspensión (mg/l)	80 - 300	--
DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	160 - 500	--
Conductividad (µS/cm)	5.000 - 8.000	El valor de emisión de 5.000 es alcanzable en el caso de no disponer de equipos de reciclaje de aguas y el de 8.000 en caso de utilizar dichos equipos u otros sistemas de reducción del consumo de agua
Al (mg/l)	1 - 10	--
Cr <sup>3+</sup> (mg/l)	2	--
Cr <sup>6+</sup> (mg/l)	0,1 - 0,2	--
Ni (mg/l)	0,2 - 5,0	El valor de emisión 5 es aplicable en presencia de agentes complejantes en el efluente final a depurar
Sn (mg/l)	0,2 - 2,0	--
Cu (mg/l)	0,2 - 3,0	El valor de emisión 3 es aplicable en presencia de agentes complejantes en el efluente final a depurar
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	1.500 - 2.500	--
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	1.500 - 2.500	--



Parámetro	Valor emisión asociado	Comentarios
F <sup>-</sup> (mg/l)	20	--
P <sub>tot</sub> (mg/l)	50	--
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	100	--

Fuente: Tabla 230 de la Guía de MTD's en España del Sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas

Estos valores han sido establecidos teniendo en cuenta la referencia de los Valores de Emisión Asociados a las MTD's del BREF y valores propios de este tipo de procesos derivados de experiencias aplicando MTD's con información aportada por el propio subsector.

## 5. Factores de emisión seleccionados para la notificación de emisiones a la atmósfera

Tras el estudio de los factores recopilados en las distintas fuentes bibliográficas, se recogen los factores de emisión seleccionados para cada contaminante, en función de cada etapa del proceso productivo.

### 5.1. Galvanización

**CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, COVDM, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, Benceno, HAP y COT.** Las emisiones de estos contaminantes están, normalmente, asociadas a los procesos de combustión existentes. Los factores de emisión se encuentran recogidos en la “**Guía de apoyo para la notificación de las emisiones de las centrales térmicas y otras instalaciones de combustión**” publicada por la CSMA.

**As, Cr, Cu y Hg:** De acuerdo con la bibliografía consultada parece que la emisión de estos parámetros es poco significativa. No se disponen de factores de emisión de estos contaminantes asociado al proceso de galvanización en caliente por inmersión.

Estos parámetros pueden aparecer, como consecuencia de las instalaciones de combustión que se encuentran asociados a estos procesos, por lo que se tomarán los factores de emisión indicados en la Guía de Notificación anteriormente comentada.

**HCl:** La emisión más significativa de este contaminante procede de la etapa de decapado, en el caso de utilizar una solución de clorhídrico. Se ha seleccionado el factor de emisión del CORINAIR.



**Tabla 9. Factor de emisión para el HCl**

Etapa del proceso	Factor de emisión	Código	Fuente
Decapado	2 g/t producto decapado	C	CORINAIR 2007 (Capítulo B428)
Galvanización	0,1918 kg/t Zn consumido	C	ATEG

NOTA: Para este parámetro existen factores de emisión para el decapado en el documento Emission Estimation Technique Manual for Galvanizing, versión 2.0 (Australia), dependiendo de la superficie del tanque, de la concentración de HCl y de la temperatura del baño

**Cd, Ni, Pb y Zn:** La emisión más significativa de estos contaminantes procede de la etapa de galvanización.

**Tabla 10. Factor de emisión para metales**

Contaminante	F.E.	Unidades	Calidad del Factor
Cd	0,0019	kg/t Zn empleado	C
Ni <sup>1</sup>	0,0078	kg/t Zn empleado	C
Pb	0,1327	kg/t Zn empleado	C
Zn	0,1432	kg/t Zn empleado	C

Fuente: Asociación Técnica Española de Galvanización (ATEG)

<sup>1</sup> Sólo se empleará este F.E. en las instalaciones que empleen níquel como aditivo en el baño de galvanizado.

**NOTA:** Los factores indicados son para emisiones directas, sin sistemas de depuración. En el caso de los metales emitidos en el crisol de galvanizado, si hay instalada una campana de extracción con filtro de mangas previo al conducto de salida, las emisiones de material particulado pueden verse reducidas en un 95%. Las emisiones calculadas por medio de los F.E., por tanto, deberán multiplicarse por 0,05.

Estos parámetros pueden aparecer también como consecuencia de las instalaciones de combustión que se encuentran asociados a estos procesos, por lo que se tomarán los factores de emisión indicados en la Guía de Notificación anteriormente comentada.

**PM<sub>10</sub>:** Se propone el valor recogido en Emission Estimation Technique Manual for Galvanizing, Versión 2.0 publicado por el NPI de Australia.

**Tabla 11. Factor de emisión para PM<sub>10</sub>**

Contaminante	F.E.	Unidades	Calidad del Factor
PM <sub>10</sub>	2,5	kg/t Zn empleado	C

Fuente: Emission Estimation Technique Manual for Galvanizing (Australia)

**NOTA:** Este factor es para focos de emisión sin control.

Este contaminante, al igual que los anteriores, puede aparecer también como consecuencia de las instalaciones de combustión existentes, por lo que habrá que añadirse estas emisiones (existen F.E. asociados en la Guía de Notificación de las instalaciones de combustión).



**Dioxinas y Furanos:** Se propone el valor indicado en la ATEG.

**Tabla 12. Factor de emisión para las dioxinas y furanos**

Etapa del proceso	Factor de emisión	Código	Fuente
Instalaciones sin captación y filtración de humos del baño de galvanizado	79 ng/t producto galvanizado	---	Evaluación de la Generación de Dioxinas y Furanos en el Sector de la Galvanización en Caliente del año 2002
Instalaciones con captación y filtración de humos del baño de galvanizado	30 ng/t producto galvanizado	---	

Fuente: ATEG

**HFC's, PCFs, SF<sub>6</sub>, HCFCs, CFCs, Halones, DCM, HBC, Pentaclorobenceno, PCP, PCB, PER, Tricloroetileno, HCN, HF:** de acuerdo con la bibliografía consultada parece poco probable su emisión. No se disponen de factores de emisión de estos contaminantes asociado al proceso de galvanización en caliente por inmersión.

Para los contaminantes indicados en las Tablas 1 y 2 se utilizarán los F.E. indicados en la Guía de Notificación de las instalaciones de combustión, debido a que las emisiones más significativas de estos parámetros se encontrarán en dichos puntos. Indicar que en el anexo 1 de esta guía de notificación se han incluido un F.E. relativo a Partículas totales en suspensión y otro a los Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) del CORINAIR en referencia a emisiones de proceso.

## 5.2. Electrodeposición y Anodizado Crómico

**CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, COVDM, SO<sub>x</sub>, Dioxinas y Furanos, Benceno, HAP y PM<sub>10</sub>:** Las emisiones de estos contaminantes están asociadas a los procesos de combustión existentes. Los factores de emisión se encuentran recogidos en la “**Guía de apoyo para la notificación de las emisiones de las centrales térmicas y otras instalaciones de combustión**” publicada por la CSMA.

**NO<sub>x</sub>:** El F.E. para las emisiones de este contaminantes debidas al proceso se tomará de la EPA.

**Tabla 13. Factor de emisión para el NO<sub>x</sub>**

Etapa del proceso	Factor de emisión	Código	Fuente
Electrodeposición	0,0439 kg/m <sup>2</sup> producto	U	Programa FIRE

Se deberán añadir las emisiones procedentes de las instalaciones de combustión asociadas a este parámetro.



**As, Hg, Pb y Zn:** De acuerdo con la bibliografía consultada parece que la emisión de estos parámetros es poco significativa.

Estos parámetros pueden aparecer como consecuencia de las instalaciones de combustión que se encuentran asociados a estos procesos, por lo que se tomarán los factores de emisión indicados en la Guía de Notificación anteriormente comentada.

**Cd y sus compuestos.** Para este contaminante se tiene los siguientes F.E. extraídos de la EPA:

**Tabla 14. Factores de emisión para la electrodeposición de cadmio**

Proceso	Factor de emisión		Calidad del Factor
	mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Electrodeposición con cianuro de cadmio	2,592	--	E
Con eliminador de humedad de malla	--	3,21 x 10 <sup>-4</sup>	E
Con lavador de relleno	--	3,89 x 10 <sup>-3</sup>	E

Fuente: Tabla 12.20-4 del capítulo 12.20 de la AP-42

**Cr y sus compuestos.** Existen los factores de emisión para los siguientes procesos, extraídos de la EPA:

**Tabla 15. Factores de emisión para la electrodeposición de cromo<sup>a</sup>**

Proceso	Compuestos de Cromo <sup>b</sup>		Calidad del Factor
	mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Electrodeposición dura con cromo	7,776	---	B
Con extractor de humedad	---	0,321	D
Con bolas de polipropileno	---	0,962	D
Con supresores de humo	---	0,366	D
Con supresores de humo y bolas de polipropileno	---	0,0687	D
Con lavador de relleno	---	0,0481	D
Con lavador de relleno, supresor de humo y bolas de polipropileno	---	0,00595	D
Con eliminador de humedad	---	0,202	D
Con eliminador de humedad de malla	---	0,0275	D
Con lavador de relleno y eliminador de humedad de malla	---	7,33 x 10 <sup>-5</sup>	D
Con eliminador de humedad de malla de composite	---	0,0087	D



Proceso	Compuestos de Cromo <sup>b</sup>		Calidad del Factor
	mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Electrodeposición decorativa de cromo	2,138	---	D
Con supresores de humo	---	0,00275	D

<sup>a</sup> Sólo para el tanque de electrodeposición de cromo. Los factores representan emisiones sin control a menos que se indique lo contrario. Para las emisiones controladas se usan los factores basados en la concentración.

<sup>b</sup> Compuesto mayoritariamente por cromo hexavalente.

Fuente: Tabla 12.20-1 del capítulo 12.20 de la AP-42

**Tabla 16. Factores de emisión para el anodizado con ácido crómico<sup>a</sup>**

Proceso	Compuestos de Cromo <sup>b</sup> (mg/h m <sup>2</sup> de cuba)	Calidad del Factor
Anodizado con ácido crómico	1.394	D
Con bolas de polipropileno	1.185	D
Con supresores de humo	44,6	D
Con supresores de humo y bolas de polipropileno	17,4	D
Con lavadores de relleno	6,69	D
Con lavadores de relleno y supresores de humo	0,523	D
Con eliminadores de humedad de malla	3,55	E
Con lavadores de relleno y eliminadores de humedad de malla	0,376	D
Con lavadores húmedos, extractores de humedad y filtros de aire de alta eficiencia para partículas	0,335	D

<sup>a</sup> Sólo para el tanque de electrodeposición de cromo. Los factores representan las emisiones incontroladas si no se indica lo contrario.

<sup>b</sup> El cromo hexavalente se encuentra eliminado casi por completo.

Fuente: Tabla 12.20-2 del capítulo 12.20 de la AP-42

**Cu y sus compuestos.** Para este contaminante se tienen los siguientes factores, extraídos de la EPA:

**Tabla 17. Factores de emisión para la electrodeposición de cobre**

Proceso	Factor de emisión		Calidad del Factor
	mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Electrodeposición de sulfato de cobre con eliminador de humedad	--	0,185	E

Fuente: Tabla 12.20-4 del capítulo 12.20 de la AP-42



**Ni y sus compuestos.** De este parámetro se tienen los siguientes F.E., extraídos de la EPA:

**Tabla 18. Factores de emisión para la electrodeposición de níquel**

Fuente	Factor de emisión		Calidad del Factor
	mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Electrodeposición de níquel	24,0	---	E
Con lavador húmedo	---	0,0153	E

Fuente: Tabla 12.20-4 del capítulo 12.20 de la AP-42

**NH<sub>3</sub>.** Los factores de emisión para el proceso es el siguiente, extraídos de la EPA:

**Tabla 19. Factores de emisión para la electrodeposición de amoníaco**

Fuente	Contaminante	Factor de emisión		Calidad del Factor
		mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Con lavador de relleno	Amoníaco	---	0,0962	E

Fuente: Tabla 12.20-4 del capítulo 12.20 de la AP-42

**PM<sub>10</sub>.** Los F.E. para la electrodeposición del cromo y para el anodinado crómico, extraídos de la EPA, se encuentran en las siguientes tablas:

**Tabla 20. Factores de emisión para las PM<sub>10</sub> en la electrodeposición de cromo**

Proceso	F.E.		Calidad del Factor
	mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Electrodeposición dura con cromo	16,2	---	C
Con extractor de humedad	---	0,641	E
Con bolas de polipropileno	---	2,015	E
Con supresores de humo	---	0,779	E
Con supresores de humo y bolas de polipropileno	---	0,144	E
Con lavador de relleno	---	0,101	E
Con lavador de relleno, supresor de humo y bolas de polipropileno	---	0,0126	E
Con eliminador de humedad	---	0,412	E



Proceso	F.E.		Calidad del Factor
	mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Con eliminador de humedad de malla	---	0,0595	E
Con lavador de relleno y eliminador de humedad de malla	---	1,534 x 10 <sup>-4</sup>	E
Con eliminador de humedad de malla de composite	---	0,0183	E
Electrodeposición decorativa de cromo	4,47	---	E
Con supresores de humo	---	0,00573	E

Fuente: Tabla 12.20-1 del capítulo 12.20 de la AP-42

**Tabla 21. Factores de emisión para las PM<sub>10</sub> en el anodizado crómico**

Proceso	F.E. (mg/h m <sup>2</sup> de cuba)	Calidad del Factor
Anodizado con ácido crómico	2.927	E
Con bolas de polipropileno	2.509	E
Con supresores de humo	90,6	E
Con supresores de humo y bolas de polipropileno	36,94	E
Con lavadores de relleno	13,94	E
Con lavadores de relleno y supresores de humo	1,12	E
Con eliminadores de humedad de malla	7,67	E
Con lavadores de relleno y eliminadores de humedad de malla	0,767	E
Con lavadores húmedos, extractores de humedad y filtros de aire de alta eficiencia para partículas	0,697	E

Fuente: Tabla 12.20-2 del capítulo 12.20 de la AP-42

En las emisiones de todos los parámetros comentados anteriormente debe adicionarse la parte correspondiente a las instalaciones de combustión, en caso de que existieran calderas.

**HFC's, PCF's, SF<sub>6</sub>, HCFCs, CFC's, Halones, DCM, HBC, Pentaclorobenceno, PCP, PCB, PER, Tricloroetileno, DEHP, HF y HCN:** De acuerdo con la bibliografía consultada parece poco probable su emisión.

Los factores incluidos en las tablas anteriores se dan en tres unidades distintas. A continuación se indica las ecuaciones que deben emplearse para expresar la cantidad en kg/año:



- **mg/Nm<sup>3</sup>**. Para el cálculo de las emisiones en kg/año se utilizará la siguiente ecuación.

**Ecuación 1.** Determinación de carga contaminante en emisiones a partir de mg/Nm<sup>3</sup>

$$\text{Emisiones(kg/año)} = \frac{\text{Concentración(mg/Nm}^3) \cdot \text{Caudal(Nm}^3/\text{h)} \cdot \text{Horas de funcionamiento anuales del foco}}{10^6}$$

- **mg/h m<sup>2</sup>**. Aquí la ecuación para el cálculo de las emisiones anuales es la siguiente:

**Ecuación 2.** Determinación de carga contaminantes a partir de mg/h m<sup>2</sup>

$$\text{Emisiones (kg/año)} = \frac{\text{F. E. (mg/h m}^2) \cdot \text{Sup. cubierta (m}^2) \cdot \text{Horas de funcionam. anuales del foco}}{10^6}$$

- **mg/A-h**. La ecuación en este caso es la siguiente:

**Ecuación 3.** Determinación de carga contaminante a partir de mg/A-h

$$\text{Emisiones (kg/año)} = \frac{\text{F. E. (mg/A - h)} \cdot \text{Intensidad aplicada (A)} \cdot \text{Horas de funcionam. anuales del foco}}{10^6}$$

## 6. Esquema resumen del proceso de notificación

A continuación se muestra un esquema del proceso de notificación para las instalaciones de los epígrafes 2.c.iii y 2.f dedicadas al tratamiento superficial de piezas metálicas y plásticos.

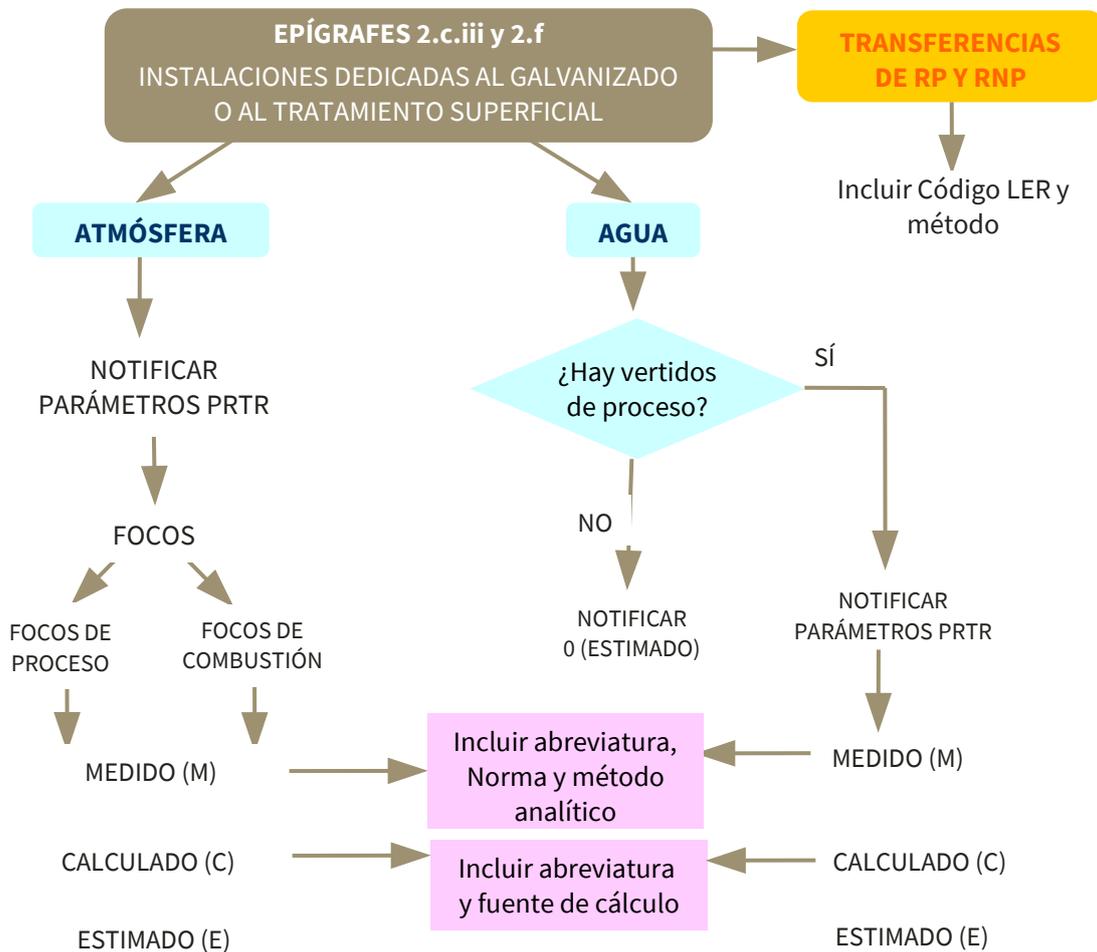


Figura 3. Esquema resumen del proceso de notificación

## 7. Documentación de referencia

**CORINAIR:** Guía para la realización del inventario de emisiones atmosféricas de la Agencia Europea de Medioambiente (“EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook”).

[EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 — European Environment Agency \(europa.eu\)](https://www.eea.europa.eu/en/air-pollutant-emission-inventory-guidebook-2023)

**EPA:** Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos.

Cap. 12.20 AP-42 Electrodeposición (Electroplating): [AP 42 Chapter 12, Section 20 - Electroplating \(epa.gov\)](https://www.epa.gov/ap-42-chapter-12-section-20-electroplating)

Programa FIRE: [WebFire Search | US EPA](https://www.epa.gov/webfire-search)



**IPCC:** Panel intergubernamental para el cambio climático, Directrices del IPCC para los inventarios de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996.

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

Y la revisión de 2019: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

**ATEG.** Asociación Técnica Española de Galvanizado. “Documento de orientación sectorial para la medición, cálculos y estimación de emisiones de sustancias EPER. Sector de galvanización en caliente de piezas y artículos diversos. (Galvanización general) Julio 2005”.

<http://www.prtr-es.es/Data/images/Documento%20de%20Orientación%20sectorial%20para%20la%20Medición,%20cálculo%20o%20estimación%20en%20el%20sector%20de%20Galvanización-B58165BF51317168.pdf>

**NPI:** Emission Estimation Technique Manual for Galvanizing (Versión 2.0), de fecha Julio de 2012.

<http://www.npi.gov.au/resource/emission-estimation-technique-manual-galvanizing-version-20>

**DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2022/2110 DE LA COMISIÓN de 11 de octubre de 2022 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), con arreglo a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las emisiones industriales, para la industria de transformación de metales férreos.**

[BOE.es - DOUE-L-2022-81611](http://boe.es/DOUE-L-2022-81611) Decisión de Ejecución (UE) 2022/2110 de la Comisión de 11 de octubre de 2022 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), con arreglo a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las emisiones industriales, para la industria de transformación de metales férreos [notificada con el número C(2022) 7054].

**Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics**, de Agosto de 2006.

<http://www.prtr-es.es/Data/images//BREF%20Tratamientos%20Superficiales-FDEBDC8BF101A614.pdf>

**Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas**, de 2009.

<https://prtr-es.es/Data/images//MTD-SUPERFICIES-METALICAS.pdf>

**Reglamento 166/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de enero de 2006**, relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencia de contaminantes y por el que se modifica las Directivas 91/689/CE y 96/61/CE del Consejo.

**REGLAMENTO (UE) 2018/2066 DE LA COMISIÓN** de 19 de diciembre de 2018 sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 601/2012 de la Comisión.

**REGLAMENTO (UE) 2020/2085 DE LA COMISIÓN** de 14 de diciembre de 2020 por el que se modifica y corrige el Reglamento de Ejecución (UE) 2018/2066 sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Guía para la implantación del E-PRTR de 31 de mayo de 2006.

Desde la página web del Registro PRTR del MITERD se puede obtener información: <http://www.prtr-es.es>



## **ANEXO 1**

# **Tablas de recopilación de los factores de emisión disponibles en la bibliografía**



**Tabla 22. Factores de emisión CORINAIR**

Etapa Proceso	Contaminante	F. E.	Unidades	Calidad del Factor	Observaciones
Decapado	HCl	2	g/t producto decapado	--	Fuente: Capítulo B-428 del EMEP/CORINAIR 2007
Otras industrias del proceso de metal	Partículas totales en suspensión	16	kg/t metal producido	C	Fuente: Guía de inventario de emisión EMEP/CORINAIR 2023
Otras industrias del proceso de metal	SOx	26	kg/t metal producido	C	Fuente: Guía de inventario de emisión EMEP/CORINAIR 2023

**Tabla 23. Factores de emisión para la electrodeposición de cianuro<sup>a</sup>**

Fuente	Contaminante	Factor de emisión		Calidad del Factor
		mg/A-h	mg/Nm <sup>3</sup>	
Electrodeposición con cianuro de cobre con eliminador de humedad de malla	Cianuro	--	0,00618	E
Electrodeposición con cianuro de cadmio con eliminador de humedad de malla	Cianuro	--	0,229	E
Electrodeposición con cianuro de cadmio con lavador de humedad	Cianuro	--	0,135	E

Fuente: Tabla 12.20-4 del capítulo 12.20 de la AP-42

<sup>a</sup> Los factores representan emisiones sin control a menos que se diga lo contrario.

**Tabla 24. Factores de emisión EPA para decapado**

Etapa Proceso	Contaminante	F.E.	Unidades	Calidad del Factor
Decapado	HCl	2,49*10 <sup>-4</sup>	kg/t producto	U

Fuente: FIRE

**Tabla 25. Factores de emisión Australia**

Contaminante	F.E.	Unidades	Calidad del Factor
Zn <sup>1</sup>	2,0	kg/t Zn empleado	C
PM <sub>10</sub>	2,5	kg/t Zn empleado	C

(Fuente: Environment Australia- Emission Estimation Technique Manual for Galvanizing)

<sup>1</sup> Se ha supuesto que todas las PM son ZnO



**Tabla 26. Factores de emisión al agua para electrodeposición y anodizado**

Descripción del baño	Contaminante	Concent. medias (kg/m <sup>2</sup> )	Calidad del factor
Decapado de acero	HCl	0,00012	U
Decapado de latón	Cu	0,023	U
	Zn	0,015	U
Abrillantado de níquel	Ni	0,025	U
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,033	U
Cromado ornamental	Cr <sup>6+</sup>	0,037	U
Abrillantado de zinc (baño de cianuro)	Zn	0,0069	U
	CN <sup>-</sup>	0,015	U
Abrillantado de zinc sin baño de cianuro	Zn	0,003	U
Abrillantado de zinc (baño ácido)	Zn	0,008	U
Tratamiento con cobre (baño de cianuro)	Cu	0,01	U
	CN <sup>-</sup>	0,02	U
Tratamiento con cobre (baño ácido)	Cu	0,012	U
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,075	U
Tratamiento con cobre (baño de pirofosfato)	Cu	0,0045	U
Cadmiado (baño ácido)	CN <sup>-</sup>	0,01	U
	Cd	0,04	U
Plateado	Ag	0,07	U
	CN <sup>-</sup>	0,01	U
Baño de fluorborato para el plomo	Pb	0,21	U
Dorado ornamental	Au	0,0003	U
	CN <sup>-</sup>	0,0004	U
Dorado técnico	Au	0,0025	U
	CN <sup>-</sup>	0,0014	U
Baño de cianuro de latón	Zn	0,0032	U
	CN <sup>-</sup>	0,0012	U
Baños de fluorborato para piezas de estaño y de plomo	Pb	0,0035	U
	Fluorborato	0,055	U
Baños de electrodeposición de metal (Ni)	Ni	0,0011	U



Descripción del baño		Contaminante	Concent. medias (kg/m <sup>3</sup> )	Calidad del factor
		P	0,004	U
Baños de electrodeposición de metal (Cu)		Cu	0,0016	U
Baños de anodizado con ácido sulfúrico		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,235	U
Baños de fosfatado	Fosfatado de zinc	Zn	0,0018	U
		P	0,012	U
	Fosfatado de hierro	P	0,004	U
	Aluminio	Cr <sup>6+</sup>	0,008	U
		F	0,004	U
		Cr <sup>6+</sup>	0,0014	U
Baños de cromado	Baño de pasivado amarillo de zinc	Zn	0,0003	U
		Cr <sup>6+</sup>	0,0033	U
	Baño de pasivado azul de zinc	Zn	0,016	U
		F	0,0075	U

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas, del año 2009



## **ANEXO 2**

# **Ejemplos de aplicación de los factores de emisión propuestos**



A continuación se procede a la determinación de las emisiones atmosféricas para una industria de tratamiento superficial representativa del sector.

Datos de partida:

- Proceso productivo: Electrodeposición dura de cromo sin ningún tipo de protección frente a las emisiones a la atmósfera. Decapado con ácido clorhídrico. La línea trabaja a temperatura ambiente.
- Producción: Se trata en la línea de los baños una cantidad total de piezas de 1.500 t/año, usándose una intensidad de 250 mA. La superficie recubierta es de aproximadamente 63.000 m<sup>2</sup>.

Cálculo de las emisiones atmosféricas debidas sólo a proceso:

- **Cromo (Cr):**

El factor de emisión a utilizar para el cromo es el dado en la Tabla 18 (7,776 mg/A-h), por lo que se emitirá un total de:

$$\text{Emisión (kg/año)} = \frac{7,776 \frac{\text{mg}}{\text{A-h}} \cdot 250 \text{ mA} \cdot 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{1.000.000 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \cdot 1.000 \frac{\text{mA}}{\text{A}}} = \mathbf{0,017} \text{ kgCr/año}$$

- **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):**

En este caso se utiliza el factor proporcionado por el programa FIRE, de valor 0,0439 kg/m<sup>2</sup> de producto cubierto, por lo que la emisión será de:

$$\text{Emisión (kg/año)} = 63.000 \text{ m}^2 \cdot 0,0439 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = \mathbf{2.765,7} \text{ kgNO}_x/\text{año}$$

- **Ácido clorhídrico**

En este caso se utiliza el factor proporcionado en la Tabla 12, con un valor de 2 g/t producto, por lo que la emisión será de:

$$\text{Emisión (kg/año)} = \frac{1.500 \frac{\text{t}}{\text{año}} \cdot 2 \frac{\text{g}}{\text{t}}}{1.000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} = \mathbf{3,0} \text{ kgHCl/año}$$

- **PM<sub>10</sub>:**

En este caso se utiliza el factor proporcionado en la Tabla 23, con un valor de 16,2 mg/A-h, por lo que la emisión será de:

$$\text{Emisión (kg/año)} = \frac{16,2 \frac{\text{mg}}{\text{A-h}} \cdot 250 \text{ mA} \cdot 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{1.000.000 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \cdot 1.000 \frac{\text{mA}}{\text{A}}} = \mathbf{0,03547} \text{ kgCr/año}$$

A estas emisiones se deberían añadir las correspondientes a la combustión.



**Tabla 27. Ejemplo de notificación de emisiones mediante factores de emisión**

<b>N° PRTR</b>	<b>Contaminante</b>	<b>Tabla a consultar</b>	<b>Emisiones (kg/ año)</b>	<b>Con tres cifras significativas</b>	<b>Mét.</b>	<b>Abrev.</b>	<b>Fuente</b>
8	Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> )	Tabla 16	2.765,7	2.770	C	OTH	FIRE-EPA
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	Tabla 18	0,017	0,017	C	OTH	AP-42 EPA
80	Cloro y sus compuestos inorgánicos	Tabla 12	3,0	3	C	SSC	EMEP/ CO-RINAIR
86	PM <sub>10</sub>	Tabla 23	0,03547	0,0355	C	OTH	AP-42 EPA