

Guía de buenas prácticas ambientales

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES METÁLICAS



Región de Murcia

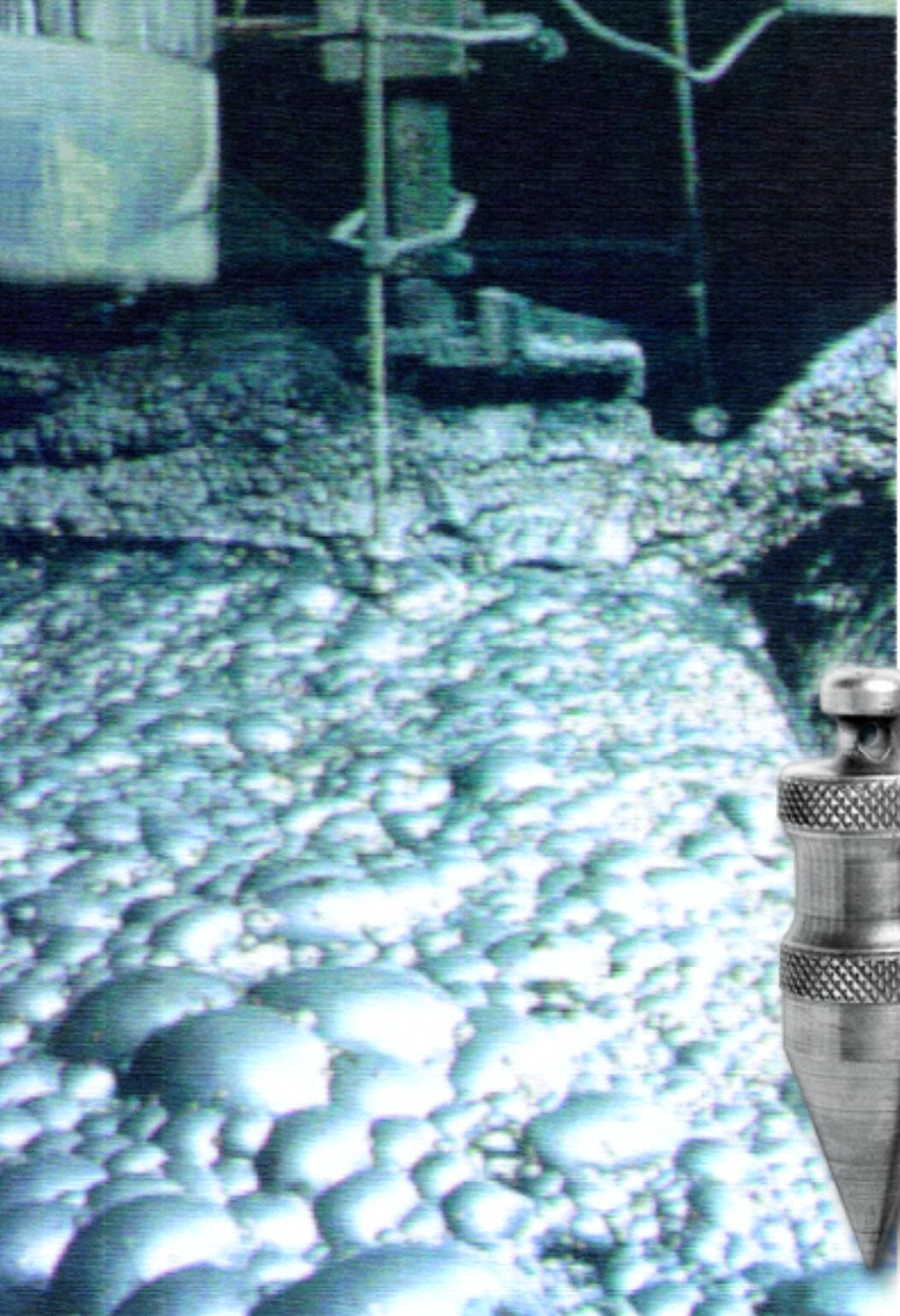
Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente
Secretaría Sectorial de Agua y Medio Ambiente

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES METÁLICAS



Región de Murcia

Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente
Secretaría Sectorial de Agua y Medio Ambiente





Edita:

Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.
Secretaría Sectorial de Agua y Medio Ambiente.

Diseño, Realización y Producción:

C.P.D. Contraste, S.L.

Depósito Legal:

MU-50-2001



ÍNDICE

Tratamiento de superficies metálicas

Parte I: Descripción general del proceso

7

1. Introducción

9

2. Descripción general del proceso

11

2.1. Diagrama de proceso

13

2.2. Sistema de identificación de residuos, vertidos y emisiones

15

2.3. Materias primas, aditivos y materiales en general empleados

17

2.4. Líquidos residuales, emisiones y residuos generados

18

Parte II: Guías de buenas prácticas

25

3. Ventajas generales de las guías de buenas prácticas medioambientales

27

4. Guías generales

29

4.1. Guía práctica de almacenamiento

29

4.2. Guía de operaciones de proceso

34

4.3. Guía de prevención de fugas y derrames

40

4.4. Guía para la limpieza de equipos y piezas

41

4.4.1. Guía para limpieza de piezas metálicas

42

4.5. Guía para segregación y recuperación de residuos, vertidos y emisiones

44

5. Guía específica para recuperar-minimizar residuos, vertidos y emisiones en la industria galvanotécnica

47

6. Anexos

55



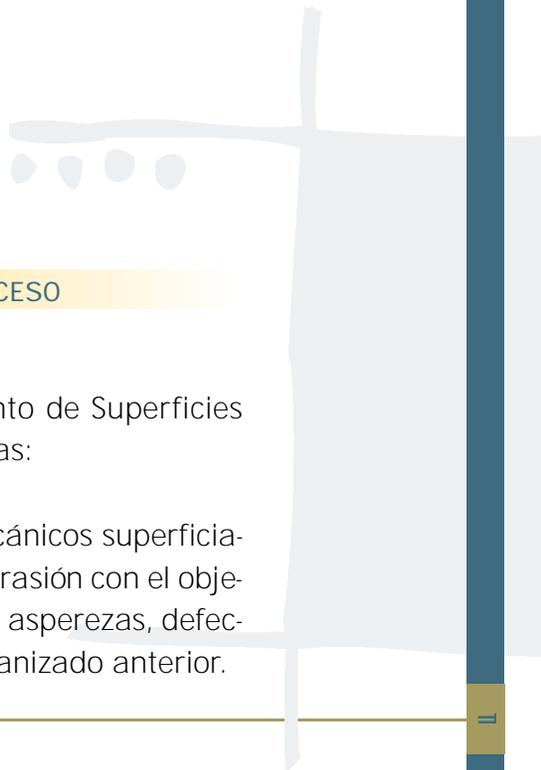
Parte I:

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO



1. INTRODUCCIÓN

En las siguientes guías se pretende orientar a los operarios ligados a esta Industria sobre medidas correctoras que pueden aplicar según su puesto de trabajo en el proceso productivo y atendiendo a los puntos críticos significativos a lo largo del mismo, con el objeto no sólo de reducir el posible efecto ambiental producido, sino también los costes ambientales derivados.



2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

En general un proceso de Tratamiento de Superficies Metálicas tiene las siguientes etapas:

- **Pretratamiento:** tratamientos mecánicos superficiales mediante cepillado, pulido o abrasión con el objeto de rectificar la pieza a tratar de asperezas, defectos, óxidos, aceites y finos del mecanizado anterior.



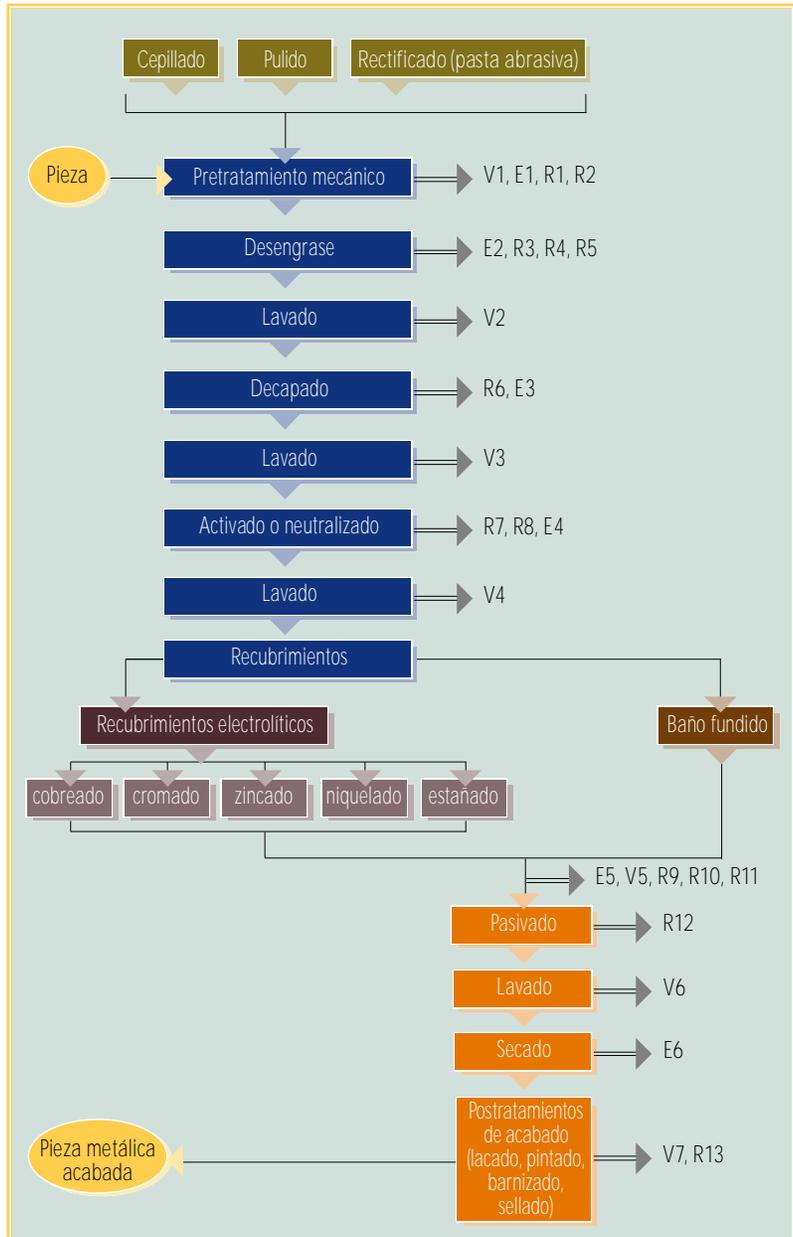
- **Desengrase:** eliminación mediante disolventes de grasas, taladrinas, aceites y lubricantes de fábrica. Posteriormente se lavará la pieza del tratamiento desengrasante.
- **Decapado:** eliminación de óxidos que se forman por contacto entre las piezas metálicas y la atmósfera. Como anteriormente, tras este tratamiento, la pieza será sometida a operaciones de lavado de los aditivos y ácidos impregnados por el decapado.
- **Activado:** elimina la capa de óxido que se forma sobre la superficie para facilitar la conductividad del metal antes del recubrimiento electrolítico. Posteriormente se lavará la pieza de los compuestos orgánicos e inorgánicos generados.
- **Recubrimiento:** es la etapa de deposición del metal sobre la superficie. El recubrimiento electrolítico es el más usual y consiste en sumergir la pieza en un baño con electrólito y sales del metal de recubrimiento (cobre, zinc, níquel, cromo, estaño) junto con aditivos de diversa naturaleza. Además de este proceso existen otros como la inmersión en un baño fundido del metal de recubrimiento.
- **Pasivado:** la pieza es sometida a un pasivado usualmente crómico con el fin de proteger al metal de corrosiones. Tras esta operación hay que someter la pieza a un enjuague del medio ácido al que está sometida



- **Secado:** tras el tratamiento anterior se procede a secar la pieza usando aire caliente.
- **Postratamientos de acabado:** finalmente la pieza puede ser sometida a procesos de lacado, pintura, barnizado y sellado que, además de mejorar las propiedades anticorrosivas, le confieran propiedades decorativas. Asimismo se la puede someter a procesos de conformado y pulido finales.

2.1. Diagrama de proceso

En el diagrama siguiente se aprecian todas las etapas mencionadas anteriormente con los principales puntos de salida de contaminantes (residuos, vertidos y emisiones) y las características principales de los mismos en cada una de dichas etapas.





2.2. Sistema de identificación de residuos, vertidos y emisiones

Residuos (R)

- **R1:** abrasivos y muelas usadas.
- **R2:** abrasivos de chorreado usados.
- **R3:** aceite, grasa.
- **R4:** virutas, suciedad.
- **R5:** baño de desengrase agotado.
- **R6:** ácidos agotados con metales.
- **R7:** ácidos agotados con óxidos metálicos.
- **R8:** residuos de compuestos orgánicos e inorgánicos.
- **R9:** electrólitos contaminados o usados.
- **R10:** lodos anódicos y de limpieza.
- **R11:** material auxiliar usado (filtros, bolsas de ánodos, etc.).
- **R12:** baño de pasivado agotado.
- **R13:** residuos de los postratamientos.



Vertidos (V)

- **V1:** agua residual de lavado tras pretratamiento.
- **V2:** agua residual de lavado tras desengrase.
- **V3:** agua residual de lavado tras decapado.
- **V4:** agua residual de lavado tras activado.
- **V5:** agua residual de lavado tras recubrimiento.
- **V6:** agua residual de lavado tras pasivado.
- **V7:** agua residual de lavado en procesos de acabado de pieza.

Emisiones (E)

- **E1:** aire con partículas de pretratamiento.
- **E2:** aire aspirado de desengrase.
- **E3:** aire aspirado de decapado.
- **E4:** aire aspirado de activado.
- **E5:** aire aspirado de recubrimiento.
- **E6:** aire aspirado de secado.



2.3. Materias primas, aditivos y materiales en general empleados

El conocimiento de los materiales y medios utilizados en el proceso nos dará una idea inicial de los posibles contaminantes que se podrían generar. Según esto tendremos:

- **Abrasivos:** pasta abrasiva y abrasivos para chorreado empleados en el pretratamiento mecánico.
- **Desengrasantes:** disolventes orgánicos halogenados y disolventes acuosos inorgánicos (hidróxido sódico, detergentes, etc.)
- **Decapantes:** disoluciones acuosas ácidas (ácido sulfúrico), sales fundidas a alta temperatura (hidróxido, nitrato y carbonato alcalino), cloruro de metileno, metanol y ácido fórmico.
- **Pasivantes:** ácido crómico, ácido fosfórico, ácido acético, ácido nítrico, trióxido de cromo y dicromato sódico.
- **Electrólitos de recubrimiento y sales metálicas:** los electrolitos son variados en función del tipo de recubrimiento deseado; cianuros alcalinos, sulfatos ácidos, cloruro, sulfato y ácido bórico, piro sulfato, fluo-roborato, ácido crómico, ácido sulfúrico, fluosilicato, sales de níquel, cobre, zinc (ácido, pirofosfato, cloruro, sulfato), estaño (alcalino, sulfato, etc.).



- Lacas de base acuosa: plata, latón, oro.
- Disolventes orgánicos.
- Carbón activo.
- Agua de baños, diluciones, limpieza e higiene.
- Combustibles: fuel-oil, propano.
- Agentes de limpieza empleados.

2.4. Líquidos residuales, emisiones y residuos generados

Líquidos residuales

Se producen dos tipos de residuos líquidos principales:

- 1) **Aguas residuales provenientes del lavado o enjuague de piezas:** es el vertido más importante que se produce. Entre etapas significativas las piezas son sometidas a lavados, con lo que se generan aguas con abrasivos, polvo metálico, aceites, productos desengrasantes, ácidos y aditivos de decapado, de recubrimientos, pasivados crómicos, aditivos de pasivado, disolventes orgánicos, metales pesados (cobre, níquel, zinc, cromo), cianuros, compuestos orgánicos diversos, etc.
- 2) **Baños agotados de recubrimiento, decapado y desengrase:** su concentración y variedad de contaminantes es mayor que en el caso anterior, pero tienen un



periodo de agotamiento que puede durar años. Los tipos principales de baños agotados que se generan son:

- ★ Baños agotados ácidos (decapados, activados, etc.).
- ★ Baños agotados básicos (desengrases, etc.).
- ★ Baños agotados que contienen cromo hexavalente (pasivados, etc.).
- ★ Baños agotados que contienen cianuro (algunos tipos de desengrasantes).

Emisiones atmosféricas

Las principales emisiones atmosféricas provienen de los siguientes puntos:

- Emisiones de los quemadores de propano.
- Emisiones de aire con partículas de polvo metálico en los extractores en el pretratamiento.
- Emisiones de aire con volátiles o vapores de perclo-etileno en la operación de desengrase.
- Emisiones gaseosas ácidas en los extractores de los procesos de decapado.
- Emisiones de partículas líquidas de ácidos, bases, adi-



tivos, o gaseosas de formación de hidrógeno y oxígeno en los electrodos, e incluso arrastres producidos en los procesos de recubrimiento electrolítico.

- Emisiones de aerosoles en baños de cromo, cianurados y níquelados ante extractores de gran potencia.
- Emisiones de compuestos orgánicos persistentes o volátiles y, aerosoles en procesos de lacado, pintado y barnizado, sobre todo si poseen cabinas de pintura con sistemas extractores.
- Emisiones producidas en las cabinas de pintura-seca-do por extractores de volátiles o persistentes en el proceso de secado de las piezas.

Residuos

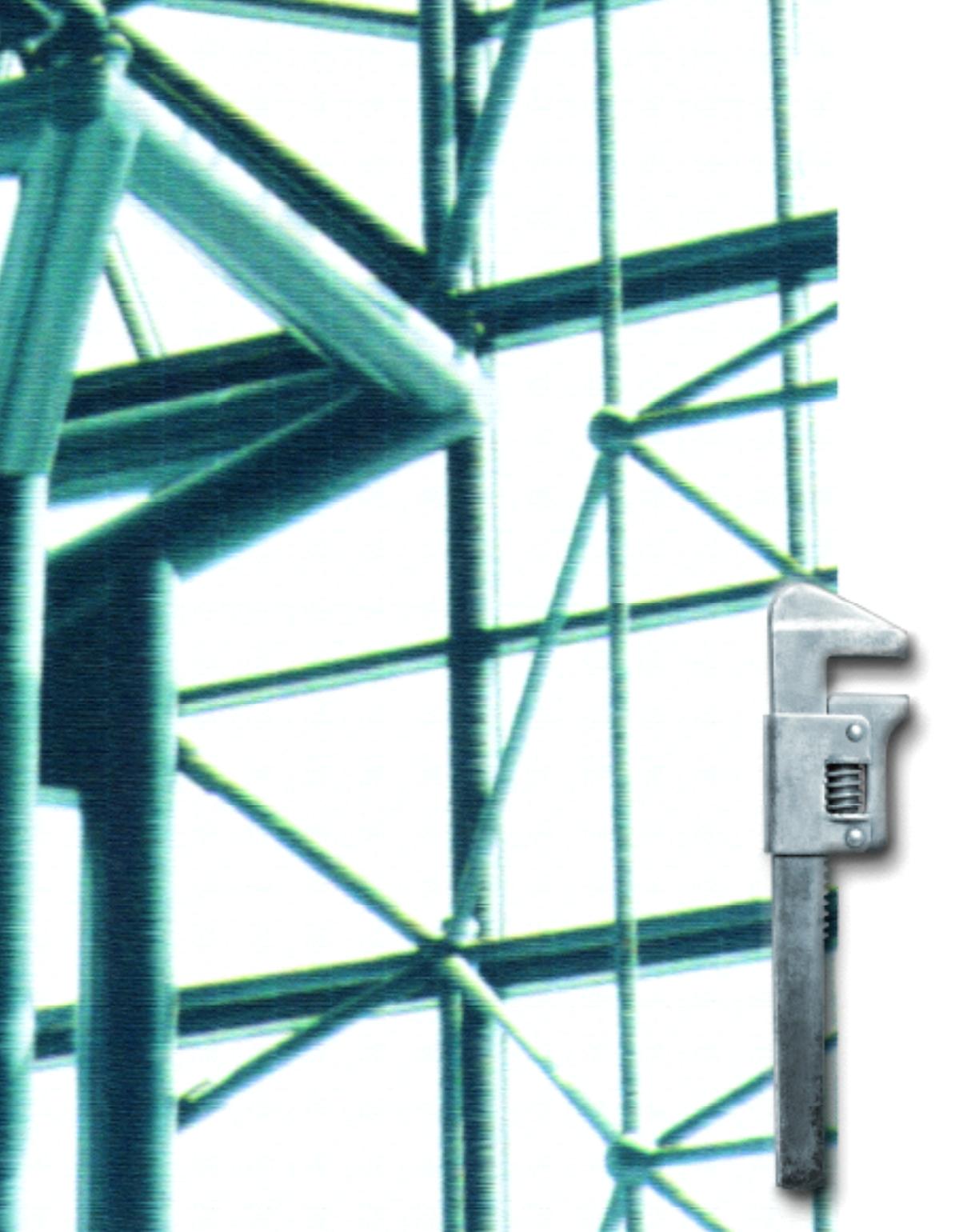
- Los **lodos metálicos** residuales de los baños agotados son los principales residuos generados en cuanto a cantidad y peligrosidad. Forman parte de estos lodos los metales pesados empleados (cobre, zinc, cromo hexavalente, hierro, estaño) que interesa recuperar en su mayoría, ácidos y álcalis, compuestos cianurados, complejantes, residuos de pretratamiento, etc.
- **Otros residuos:** materiales filtrantes, lodos retenidos en los filtros, carbón activo y otros absorbentes con componentes orgánicos e inorgánicos impregnados en electrólito, residuos de equipos para eliminación de aceites de los desengrasantes, lodos anódicos



de las bolsas anódicas, bolsas anódicas no reutilizables, piezas defectuosas en las cubas, elementos de protección personal impregnados no reutilizables, envases y embalajes de reactivos y aditivos no reutilizables.

Es importante considerar que aquellos envases, embalajes, recipientes vacíos que hayan contenido residuos peligrosos habrán de ser considerados también como residuos peligrosos.

NOTA: En el Anexo I de este documento se presenta un extracto más específico de los residuos peligrosos más usuales generados en los procesos industriales de recubrimientos electrolíticos. Dicho extracto forma parte de la LISTA DE RESIDUOS PELIGROSOS ESTABLECIDA POR DECISIÓN DE LA COMISIÓN DE 20 DE DICIEMBRE DE 1993, DOCE DE 7 DE ENERO DE 1994, POR LA QUE SE ESTABLECE UNA LISTA DE RESIDUOS DE CONFORMIDAD CON LA LETRA a) DEL ARTÍCULO 1 DE LA DIRECTIVA 75/442/CEE DEL CONSEJO RELATIVA A LOS RESIDUOS (transpuesta a Derecho Interno mediante el Real Decreto 952/1997, de 20 de junio por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986. B.O.E. de 5 de julio de 1997).



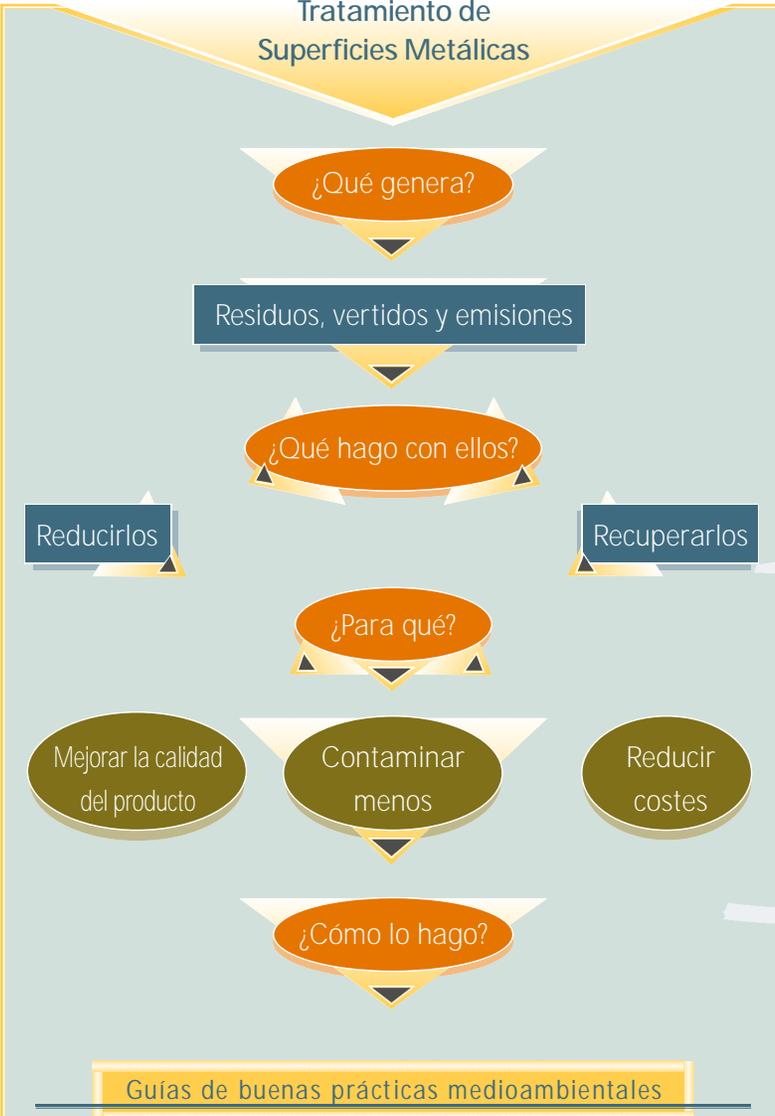


Parte II:

GUÍAS DE BUENAS PRÁCTICAS



3. VENTAJAS GENERALES DE LAS GUÍAS DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES





4. GUÍAS GENERALES

4.1. Guía práctica de almacenamiento

- Inspección de contenedores y envases en general in situ y antes de la aceptación del embarque y verificación de que no tenga daños.
- Ordenar los materiales a granel cuando se utilicen grandes volúmenes.



- Adquisición de contenedores medidos previamente, con el objeto de reducir derrames y vertidos provocados a la hora de ser pesados.
- Recibir instrucciones sobre manejo correcto de cargas e información sobre equipo adecuado, tanto para protección personal como para mayor seguridad sobre la mercancía a la hora de manipularla.
- Almacenar las materias primas a fin de proteger los contenedores contra daños físicos como corrosión, cambios bruscos de temperatura, caídas.
- Disponer los envases espaciados para facilitar la lectura de su etiquetado y todo tipo de información necesaria.
- Emplear contenedores que puedan ser reutilizables, bien directamente, bien tras una adecuada operación de limpieza.
- Proteger los materiales contra daños ambientales, como agua de lluvia, calor o frío excesivos y radiaciones solares.
- Tener siempre los contenedores y envases herméticamente cerrados, comprobar ocasionalmente esta medida, salvo cuando sea necesario su inspección o uso en el proceso productivo.
- Limpiar de la forma más rápida y eficaz posible cualquier fuga o derrame detectado; para ello puede ser



necesaria la formación adecuada del personal y todo tipo de información dada por la especificidad del material. Esta información puede ser suministrada por el fabricante, por las fichas de seguridad de la materia prima, o por cualquier asesoramiento técnico externo o interno.

- Tratar de reutilizar, en la medida de lo posible, el material derramado.
- Procurar insertar todo el contenido de los recipientes en el proceso productivo; es decir, apurar al máximo las materias primas de cada recipiente con el objeto de minimizar la cantidad de agentes de limpieza necesarios y de residuos generados.
- Procurar enviar a la siguiente etapa de proceso siempre las materias primas más antiguas, con lo que se evitará la generación de materias primas obsoletas y, por tanto, residuos; esta medida supone tanto un beneficio económico como la no generación de otro residuo potencial.
- Ubicar las materias primas más utilizadas en el proceso actual más cerca del área de salida y fácilmente accesibles para optimizar su manejo (carga-descarga).
- Separar y alejar entre sí productos químicos incompatibles dentro del almacén. Como ejemplos prácticos ver la siguiente tabla:



-  Los residuos inflamables y combustibles, químicos orgánicos y reductores, deberán estar separados de los oxidantes.
-  Los tóxicos y reactivos con el agua de los inflamables y combustibles deben estar también separados.
-  Los corrosivos se mantendrán alejados de los ácidos y las bases fuertes.
-  Los sensibles al agua, distanciados de tomas o conducciones de ésta y de los inflamables.
-  Los cancerígenos, autoinflamables, de alta toxicidad a veces, no sólo precisan de una separación, sino de un confinamiento, exigiendo que el recinto que los contiene tenga características especiales.

Las separaciones entre residuos se realizarán en función de la cantidad de cada tipo generado y del tamaño del almacén, dejando pasillos entre las estanterías dedicadas a familias concretas o intercalando residuos con los que no reaccionen, entre dos incompatibles. Dentro de las estanterías, en las baldas inferiores se colocarán los más pesados y agresivos.



ADEMÁS DE EVITAR

-  El empleo de trapos para recoger los derrames líquidos peligrosos y buscar un sistema de adsorción que neutralice el poder del residuo.
-  El vertido a la red general del alcantarillado de residuos corrosivos (ácidos y bases sin neutralizar), líquidos inflamables insolubles con el agua o residuos que puedan reaccionar con el agua o el aire.
-  Y, en general, el vertido a las redes de saneamiento u otros medios receptores de las sustancias que figuran como “vertidos prohibidos” en la normativa vigente.

ES ACONSEJABLE

-  El uso de productos sólidos de pequeña granulometría indicados para neutralizar, limpiar y eliminar derrames específicos (ácidos, álcalis, disolventes inflamables, cianuros, etc.), bajo instrucciones muy detalladas de cómo y en qué situaciones habrá que usar los diferentes productos.
-  La ventilación a fondo y el lavado con abundante agua, una vez neutralizado el derrame, de las zonas afectadas por el mismo.

Fuente: ITSEMAP AMBIENTAL. Guías básicas de medio ambiente. Mapfre Industrial. Tomos 1-8.



- Separar, incluso tabicando con paredes de hormigón o cualquier otro tipo de material adecuado, los disolventes inflamables del resto para prevenir que en caso de incendio éste no afecte a la totalidad de las materias primas presentes en el almacén.
- A la hora de agrupar y ordenar materias primas, tener en cuenta siempre las instrucciones del fabricante, bien a través de las Fichas de Seguridad, bien a través de todo tipo de informe técnico al respecto.
- Usar contenedores cuya relación entre altura y diámetro sea igual a 1 a fin de minimizar el área húmeda de un posible vertido.
- Aislar el aliviadero de aguas residuales del almacén del resto de las instalaciones para que, en caso de contaminación por derrame, éste no afecte a todas las aguas residuales de la instalación.
- Iluminar bien el almacén para detectar posibles fugas y mantenerlo siempre limpio y ordenado para evitar accidentes.

4.2. Guía de operaciones de proceso

- Durante la utilización de máquinas lijadoras disponer de sistemas de aspiración incorporados, dada la cantidad de polvo que se genera.



- **Minimizar el almacenamiento provisional de productos:** esta medida disminuye la posibilidad de errores, además de reducir las probables fugas, goteos y contaminaciones.
- **Revisión y seguimiento especial de los puntos críticos:** por puntos críticos entendemos aquellas etapas de operación donde hayan en juego sustancias tóxicas o peligrosas desde el punto de vista medioambiental. El operario hará un seguimiento más concienzudo a estas etapas que son las descritas en los diagramas de proceso.
- **Ventilación de la nave:** en general la nave de producción ha de estar perfectamente ventilada para evitar la acumulación de gases tóxicos o peligrosos por riesgo de inflamabilidad o explosión; esto se logra por ventilación natural (puertas o ventanas abiertas) y artificial (puesta en marcha de ventiladores o extractores al uso).
- **Disminuir el uso del agua, aire de compresores y los servicios de proceso en general:** usarlos sólo en el proceso y cuando sea necesario (se generarían menos residuos).
- **Limpieza en el lugar y en el momento en que se genere suciedad:** no acumular dicha suciedad.
- **Elaboración de Manuales** donde se recoja información acerca de todos los procesos donde se generen residuos y emisiones con la mayor **exactitud, facilidad y brevedad** posible.



El **Manual de Instrucciones** deberá incluir al menos:

- ★ **Descripción de los procesos de operación:** el operario deberá consultar en el Manual la información necesaria para conocer de forma clara y precisa el proceso que ha de realizar en todo momento.
- ★ **Parámetros de operación relacionados con el proceso:** el operario ha de conocer con precisión las medidas que ha de realizar en el proceso y la manera correcta de realizarlas. Dichos parámetros son característicos de la reacción como presión, pH, temperatura, etc. Teniendo especial atención en aquellos puntos de la operación en los que se generen residuos, ya que toda desviación sobre las características esperadas de dichos residuos o emisiones supone una detección rápida de la anomalía en una etapa crítica.
- ★ **Descripción de Normas de Seguridad:** el operario ha de tener información acerca de modos de actuación en caso de emergencia. En este caso específica para posibles casos de fugas y accidentes derivados de los procesos de operación.
- ★ **Hojas de Seguridad:** la inclusión de Hojas de Seguridad de los materiales involucrados en todas las etapas de reacción, incluido el producto final, facilita información sobre las pro-



iedades físicas, químicas, peligrosidad, procedimientos adecuados de manipulación, transporte y mantenimiento.

- ✚ **Tener en proceso únicamente materiales necesarios para dicho proceso** y siempre que sea posible en la cantidad exacta a utilizar: esto supondría la no generación de residuos por obsolescencia de medios.
- ✚ **Seguimiento** de programas de capacitación y creación de conciencia: el operario ha de recibir instrucciones e información básica sobre diversos aspectos básicos de operaciones en proceso, y asumir responsabilidades y concienciación necesaria para desarrollar su trabajo; según esto deberá:
 - ★ Utilizar el equipo de modo que se minimice el consumo de energía y el desperdicio de materiales.
 - ★ Manejar los materiales en la forma adecuada para reducir los productos residuales y los derrames.
 - ★ Crear conciencia de lo importante que es evitar la contaminación mediante la explicación de las ramificaciones económicas y ambientales que ocasionan la generación y eliminación de residuos peligrosos.



- ★ Detectar y minimizar la pérdida de materiales en el aire, la tierra o el agua.
- ★ Llevar a cabo procedimientos de urgencia a fin de minimizar la pérdida de materiales durante los accidentes.

 **Aportación de ideas por parte del operario:** como consecuencia de la especialización, los conocimientos desarrollados por el operario durante su trabajo deben ser tenidos en consideración en el seno de su Industria.

 **Separar los flujos del proceso** siempre que sea posible: la mezcla de los flujos de productos residuales puede obstaculizar los trabajos de reutilización, reciclado y tratamiento. Para evitar esto, se puede hacer:

- ★ Evitar el uso de drenajes y drenes comunes para el proceso.
- ★ Evitar que el agua de lluvia se contamine, utilizando para ello equipo de proceso cubierto, charolas de escurrimiento y drenajes separados.

 **Evitar al máximo la generación de vertidos y emisiones** durante las cargas iniciales y adiciones en etapas intermedias del proceso: con ello se evitaría la contaminación de los medios o del producto y las pérdidas de rendimiento. Entre estas emisiones se puede



disminuir las de **polvo y suciedad** con las siguientes medidas:

- ★ Instalar equipos para manejar materiales secos cuando se extraen de los sacos y contenedores, para minimizar la emisión de polvo. Se puede utilizar un aparato de aspiración local a través de filtro.
 - ★ Instalar un aparato de aspiración local en los lugares donde se muele o se pule. El aire de aspiración se debería filtrar o lavar en húmedo.
- 🗑️ **Asegurarse de que las instalaciones están siempre limpias y ordenadas:** esto provocará automáticamente en los operarios el deseo de ensuciar lo menos posible y reducir el riesgo de contaminación. Algunas prácticas para conseguirlo consisten en:
- ★ Separación de residuos en general: la segregación de residuos supone entre otros aspectos:
 - ★ Evitar que los productos residuales peligrosos se mezclen con los inocuos.
 - ★ Almacenar los materiales en grupos compatibles.
 - ★ Separar los disolventes diferentes.
 - ★ Aislar los residuos líquidos de los sólidos.



4.3. Guía de prevención de fugas y derrames

- ✚ Correcto mantenimiento preventivo de las instalaciones: sobre todo las cabinas secas o húmedas, revisar con periodicidad los filtros, el depósito de sedimentación de sólidos, el funcionamiento de los sistemas de suministro y extracción de aire, etc.
- ✚ Emplear los tanques y recipientes diseñados ex profeso sólo para el uso que les corresponde y siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- ✚ Almacenar los materiales peligrosos en áreas protegidas de tránsito, obstáculos, humedad, temperaturas extremas y corrientes de aire para protegerlos de fugas provocadas por dichos factores. Reservar dichas zonas para estos materiales, dada la mayor peligrosidad de los mismos frente al resto.
- ✚ Mantener siempre limpia y despejada la superficie de las áreas de transporte del material.
- ✚ Mantener los pasillos libres de obstáculos.
- ✚ No apilar los contenedores y bidones que no se van a usar en ese momento en la zona de trabajo habitual.
- ✚ Vaciar por completo los recipientes antes de limpiarlos o eliminarlos.
- ✚ Reciclar o reutilizar el papel usado.



4.4. Guía para limpieza de equipos y piezas

- Emplear sistemas de limpieza en el lugar y en el momento en que se precise y siempre junto a sistemas de extracción de aire.
- Normalizar los agentes de limpieza, es decir, estandarizar el agente de limpieza a emplear óptimo para cada proceso o etapa (el más efectivo, el menos contaminante, económico, en menor cantidad, etc.) si es posible utilizar agua o disolventes de naturaleza acuosa.
- Separar los productos residuales según su naturaleza, es decir, mantener los flujos de residuos peligrosos, independientes y separados; separar el residuo peligroso del residuo inerte, separar el residuo reciclable del no reciclable.
- Reducir la cantidad de agentes de limpieza: es útil por ejemplo:
 - ★ Utilizar aerosoles.
 - ★ Utilizar aditivos tipo emulsionantes, agentes en suspensión, floculantes.
 - ★ Utilizar fluidos de proceso y posteriormente reciclarlos al proceso.
 - ★ Utilizar agua, incluso a alta presión en lugar de agentes químicos cuando sea posible

**Orden de preferencia en la elección de los Agentes de Limpieza**

1	Agua o aire
2	Medio abrasivo con agua o aire como soporte
3	Disoluciones acuosas de detergentes
4	Disoluciones alcalinas
5	Ácidos
6	Disolventes

Fuente: Institut Cerdà. Manual de Minimización de Residuos y Emisiones Industriales. Barcelona 1992.

4.4.1. Guía para limpieza de piezas metálicas

- ❏ Controlar los factores que ensucian las piezas antes de su propia utilización, acabarlas correctamente en los procesos de pintado, baño, decapado, etc. Esta medida evita limpiezas innecesarias.
- ❏ Emplear un sistema de limpieza que evite o minimice el uso de disolventes y limpiar sólo cuando sea necesario. Como la elección del disolvente depende de varios factores (propiedades y cantidades de contaminantes, grado de limpieza requerido, costes, complejidad y volumen de las piezas, seguridad, higiene, etc.) hay que buscar una solución de compromiso de todos estos factores para seleccionar un método óptimo.

El agua, junto con la agitación mecánica y ultrasónica, es la tecnología más limpia a aplicar. Para ello es importante:



-  Usar la menor cantidad posible de agente de limpieza con la mayor eficacia.
-  Monopolizar el uso de disolventes para cada proceso: procurar usar la menor variedad posible de disolventes en cada operación y estandarizarlos para procesos de futuras campañas.
-  Extraer con frecuencia y programación los posibles fangos, lodos o residuos generados al fondo de los tanques de disolventes.
-  Asegurar que todos los contenedores de sustancias químicas y residuos (tanto de reacción como de limpieza) están perfectamente identificados en su parte exterior.
-  Utilizar escobillas de goma (siempre que el disolvente no sea incompatible) para recuperar los fluidos residuales de un producto antes de enjuagarlo.
-  Si se dispone de agitadores mecánicos, baños ultrasónicos o aerosoles líquidos, aumentar el grado de agitación de los mismos.
-  Usar sistemas cerrados de almacenamiento y transferencia.
-  Instalar y utilizar cubetas de drenaje para recuperar disolvente utilizado y aumentar los tiempos de drenaje para ello.



- Segregación de disolventes y residuos de limpieza.

4.5. Guía para segregación y recuperación de residuos, vertidos y emisiones

Guía general para segregación de residuos:

- Separar los residuos in situ.
- Separar residuos peligrosos de no peligrosos e inertes.
- Separar residuos sólidos sin diluir de los líquidos. En muchos casos esta separación permite reincorporar dichos residuos sólidos (según su naturaleza) al proceso productivo. Esta medida es muy utilizada en fábricas de pintura y de acabados metálicos.
- Separar agua residual que contiene contaminantes peligrosos del agua de proceso no contaminada. De esta manera se minimizará el volumen de agua que deberá recibir tratamiento.

Guía general para recuperación de residuos:

Como consejos prácticos se puede considerar entre otros:

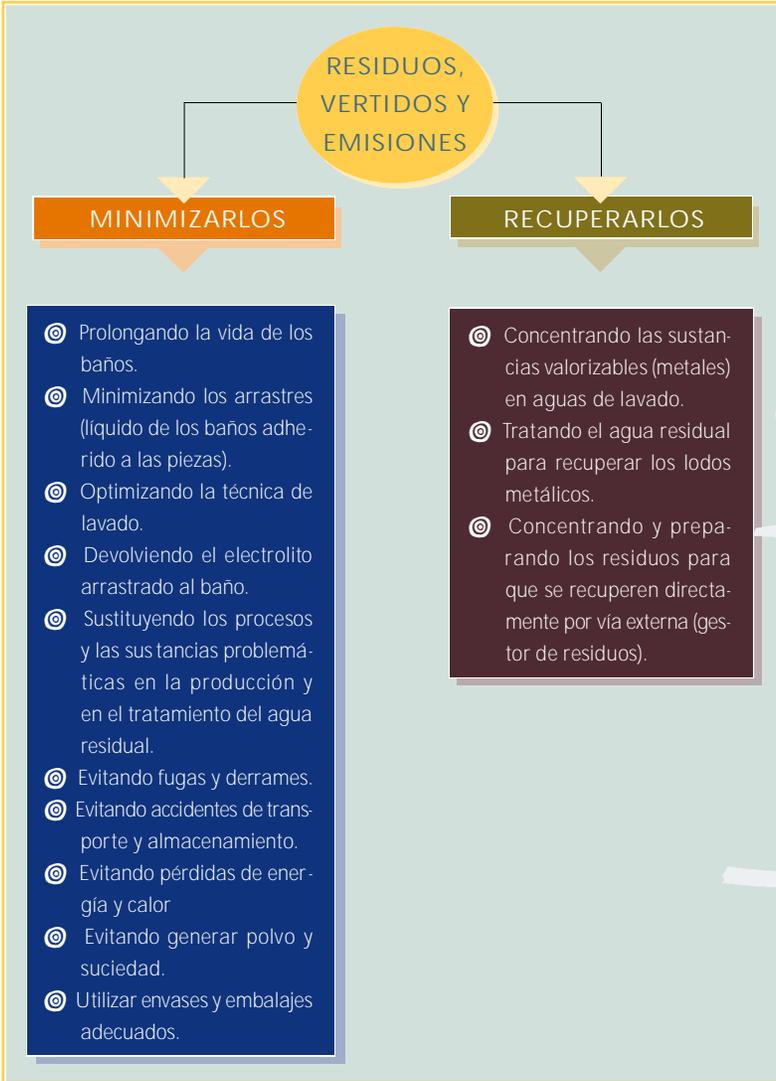
- Recuperación de disolventes utilizados por incorporación de destiladores pequeños.



- ❏ Reutilización de aguas residuales: son reutilizables según su aplicación y la fuente de que provienen.
- ❏ Minimizar el consumo de agua en la planta de producción puede reducir la cantidad de aguas residuales provenientes de la planta de producción. Según esto se puede hacer:
 - ★ Mejorar las operaciones de limpieza de equipos ya descritas en el punto 4.4.
 - ★ Maximizar la vida efectiva del agua de producción, mediante secuencias de enjuague a contracorriente. Usar agua desionizada de relleno y medir la conductividad.
 - ★ Optimizar el uso del agua: sellando mejor las bombas, tubos y válvulas, controlando el nivel de agua, disponiendo protecciones contra las salpicaduras, tapas o cubiertas sobre los tanques.
- ❏ Recuperación de materias primas contaminadas en el proceso de manufactura y recepción de las mismas.
- ❏ Reciclaje de la materia prima sobrante o mínimamente contaminada. Por ejemplo recubridores y formuladores de productos químicos, soluciones arrastradas de la electrodeposición, soluciones de proceso provenientes de los cambios de filtro.



5. GUÍA ESPECÍFICA PARA RECUPERAR-MINIMIZAR RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES EN LA INDUSTRIA DE TRATAMIENTO DE SUPERFICIES METÁLICAS





MINIMIZACIÓN

PROLONGACIÓN DE LA VIDA DE LOS BAÑOS

- ⊙ Cubrir los baños de escasa utilización; evita la acumulación de polvo.
- ⊙ Tener cubas adicionales listas para sumergir el baño cuando la cuba original haya que limpiarla.
- ⊙ Prevenir el tiempo de vida del baño (determinar cuándo el zinc acumulado en un pasivado crómico es perjudicial, por ejemplo).
- ⊙ Filtración de impurezas con filtros de cartucho, telas filtrantes, carbón activo con agua oxigenada.
- ⊙ Consultar al suministrador de productos químicos sobre aditivos para complejas impurezas metálicas y lograr desactivarlas.

MINIMIZACIÓN DE ARRASTRES

- ⊙ Prolongar el tiempo de escurrido.
- ⊙ Hacer secuencias de escurrido y giros cortos del tambor.
- ⊙ No extraer las piezas rápidamente del baño.
- ⊙ Asegurar que las piezas están correctamente colocadas.
- ⊙ Reducir la concentración del baño en electrolitos de cromo, pasivados y cincados cianurados.
- ⊙ Aplicar aire a presión para piezas similares.
- ⊙ Colocar bandejas inclinadas para drenaje entre baño y lavado
- ⊙ Prevenir aislamientos defectuosos del bastidor.
- ⊙ Sacudir el bastidor.



MINIMIZACIÓN

MEJORAR LA TÉCNICA DE LAVADO

- ⊙ Disminuir el volumen de agua de lavado, reutilizarla el número de veces que sea posible.
- ⊙ Instalar medidores de caudal.
- ⊙ Aprovechar los lavados en distintas etapas sin usar nuevas cubas (cuba de lavado tras decapado puede utilizarse para lavado tras desengrase).
- ⊙ Eliminar lavados innecesarios como el lavado del neutralizado en cincado ácido.
- ⊙ Utilización de equipos de intercambio iónico.
- ⊙ Devolver electrólito al baño.

PREVENIR ACCIDENTES

- ⊙ Transporte cuidadoso.
- ⊙ Medios de transporte fiables.
- ⊙ Suelo resistente a agentes químicos (recubrimientos epoxídicos).
- ⊙ Sumideros y drenajes sobre todo en la zona de electrodeposición.

PREVENIR FUGAS Y DERRAMES

- ⊙ Mantenimiento general y preventivo de las instalaciones.
- ⊙ Instrucciones a los operarios sobre adición de productos líquidos.
- ⊙ Comprobar frecuentemente los niveles de las cubas y depósitos (poner controles de nivel).
- ⊙ Vigilar las cubas donde se forme espuma.
- ⊙ Utilizar cuando sea posible dispositivos de adición automáticos (bombas dosificadoras).
- ⊙ Proteger cubas y depósitos con cubetos de seguridad alrededor.



MINIMIZACIÓN

PREVENIR PÉRDIDAS DE ENERGÍA Y CALOR

Pérdidas de energía:

- ⊙ Chequear voltaje, sistema de control, colocación de electrodos, superficie del electrodo (el área no ha de ser demasiado pequeña), bolsas anódicas sucias, conexiones eléctricas y embornados sucios, electrolitos (seguir instrucciones del suministrador del baño), estado de aislamiento de los bastidores, controlar la temperatura de trabajo, cubrir con plástico los baños calientes que no estén en proceso.

Pérdidas de calor:

- ⊙ Aislamiento térmico de los baños de proceso calientes (tapaderas).
- ⊙ Utilizar intercambiadores de calor para aprovechar el calor del agua de refrigeración y del aire de ventilación.

EVITAR GENERAR POLVO Y SUCIEDAD

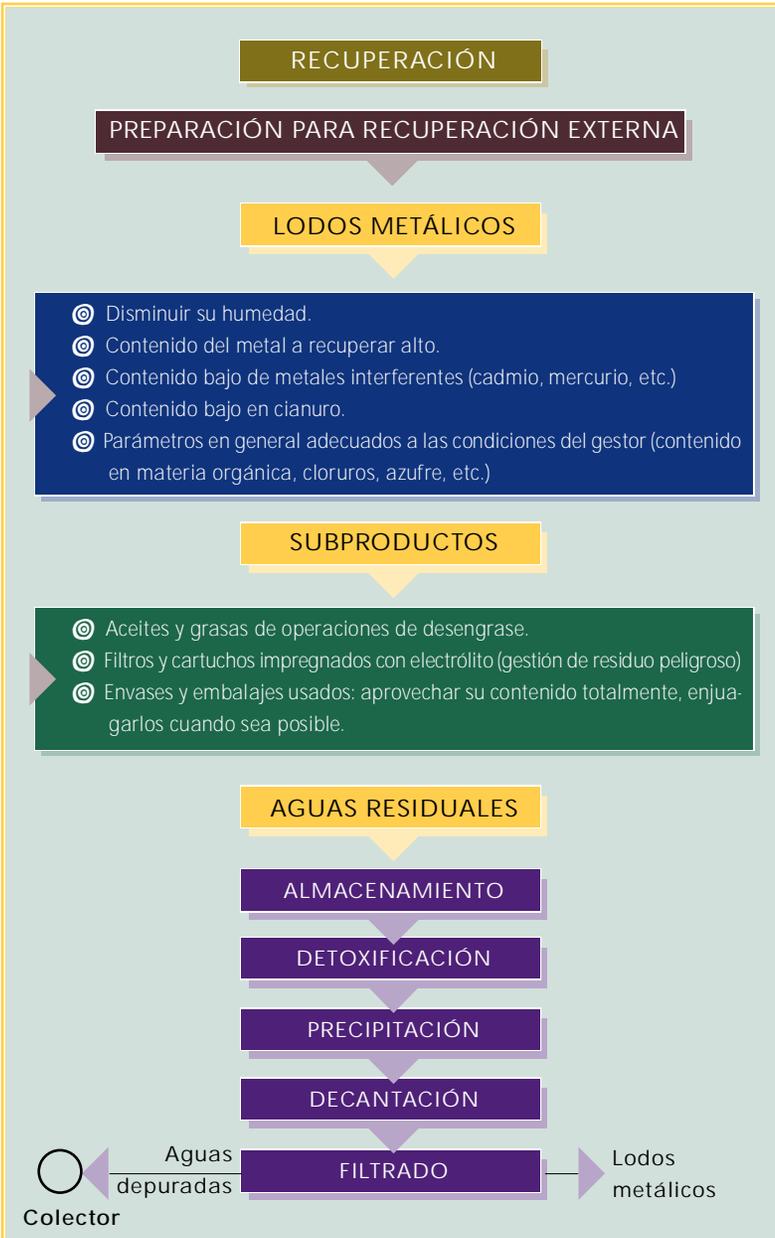
- ⊙ Usar aspiradores o extractores al manipular productos que emitan polvo.
- ⊙ Limpiar los envases por fuera antes de utilizarlos.
- ⊙ Usar aspiradores con filtros en los pulidos y moliendas.
- ⊙ Limpiar y ordenar permanentemente las instalaciones.
- ⊙ Tratar las aguas de limpieza con el mismo criterio que los residuos de proceso

RECUPERACIÓN

RECUPERACIÓN INTERNA

ELECTRÓLISIS

- ⊙ Reducción y deposición de los metales nobles (plata y oro).
- ⊙ Deposición de metales que interfieran en la recuperación externa (plomo).
- ⊙ Recuperación de cobre de los lodos.





RECUPERACIÓN

AGUAS RESIDUALES

DETOXIFICACIÓN

Oxidación de cianuros:

- ⊙ Separación de aguas residuales cianuradas del resto.
- ⊙ Evitar mezclarlas con aguas alcalinas con materia orgánica para no formar compuestos organoclorados.
- ⊙ Emplear hipoclorito sódico como oxidante apropiado.
- ⊙ Dar mayor tiempo de reacción (24 horas) si existen complejos de níquel-cianuro.
- ⊙ Dosificar lentamente el hipoclorito, la temperatura sube.

Reducción de cromo VI:

- ⊙ Separar aguas residuales de cromo del resto.
- ⊙ Emplear bisulfito sódico como reductor apropiado si son aguas ácidas; si son básicas emplear sulfato ferroso.
- ⊙ Adicionarlo por cargas; tratamiento por lotes.

PRECIPITACIÓN DE METALES

- ⊙ Si las aguas son ácidas (zinc y pasivados) usar sosa.
- ⊙ Precipitación mixta con sosa y lechada de cal (si las aguas son ácidas) mejora la precipitación (mixta).
- ⊙ Si hay níquel se forman complejantes. La precipitación mixta es insuficiente. Añadir sulfuros (Na_2S) y filtrar.
- ⊙ Las sales de hierro mejoran la precipitación y floculación pero forman muchos lodos.



RECUPERACIÓN

AGUAS RESIDUALES

DECANTACIÓN Y FILTRACIÓN

Reducir el empleo de floculantes y precipitantes:

- ⊙ Dejar tiempo suficiente hasta precipitación completa.
- ⊙ Dejar tiempo suficiente de decantación.
- ⊙ Mantener una salinidad baja (cloruros, sulfatos, sodio)
- ⊙ Disminuir la concentración de tensoactivos.

TRATAMIENTOS GENERALES

- ⊙ Separar los corrientes de aguas residuales, evitando mezclar goteos por rebose de cubas.
- ⊙ Inclinación leve de las superficies hacia un sumidero estanco, minimiza el riesgo de impacto ambiental ante fugas y derrames.
- ⊙ Colocar depósitos y bombas sobre depósitos de acero o cemento para que sean herméticos y faciliten su limpieza.
- ⊙ Evitar filtraciones al suelo protegiéndolo con resinas epoxi o cerámicas.
- ⊙ Colocar el contenedor de lodos metálicos bajo el filtro, si se disponen vías se facilita su transporte para recogida por parte del gestor autorizado.
- ⊙ Tener aire aspirado en marcha en los procesos de detoxificación y llenado de contenedores de lodos.



6. Anexos





Anexo 1.

**RESIDUOS PELIGROSOS DE LA INDUSTRIA
DE TRATAMIENTO DE SUPERFICIES METÁLICAS**

Extracto de la Lista Europea de Residuos Peligrosos,
establecida por Decisión de la Comisión
de 20 de diciembre de 1993 transpuesta a Derecho Interno
mediante el Real Decreto 952/1997, de 20 de junio

Código CER	Descripción
06	RESIDUOS DE PROCESOS QUÍMICOS INORGÁNICOS
0601	RESIDUOS DE SOLUCIONES ÁCIDAS
060101	Ácido sulfúrico y ácido sulfuroso
060102	Ácido clorhídrico
060105	Ácido nítrico y ácido nitroso
0602	SOLUCIONES ALCALINAS
060201	Hidróxido cálcico
060202	Sosa
060203	Amoníaco
0603	RESIDUOS DE SALES Y SUS SOLUCIONES
060311	Sales y soluciones que contienen cianuros
0604	RESIDUOS QUE CONTIENEN METALES



060402 Sales metálicas (excepto la categoría 060300)

060405 Residuos que contienen metales pesados

060701 Residuos de electrólisis que contienen amianto

07 RESIDUOS DE PROCESOS QUÍMICOS ORGÁNICOS

0701 RESIDUOS DE LA FORMULACIÓN, FABRICACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y UTILIZACIÓN (FFDU) DE PRODUCTOS QUÍMICOS ORGÁNICOS DE BASE

070101 Líquidos de limpieza y licores madre acuosos

070103 Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados

070104 Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos

070107 Residuos de reacción y de destilación halogenados

070108 Otros residuos de reacción y de destilación

070109 Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados

070110 Otras tortas de filtración y absorbentes usados

0703 RESIDUOS DE LA FFDU DE TINTES Y PIGMENTOS ORGÁNICOS (EXCEPTO 061100)

070301 Líquidos de limpieza y licores madre acuosos

070303 Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados

070304 Otros disolventes orgánicos, líquidos de limpieza y licores madre



070307 Residuos de reacción y de destilación halogenados

070308 Otros residuos de reacción y de destilación

070309 Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados

070310 Otras tortas de filtración y absorbentes usados

0706 RESIDUOS DEL FFDU DE GRASAS, JABONES, DETERGENTES, DESINFECTANTES Y COSMÉTICOS

070601 Líquidos de limpieza y licores madre acuosos

070603 Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados

070604 Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos

070607 Residuos de reacción y de destilación halogenados

070608 Otros residuos de reacción y de destilación

070609 Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados

070610 Otras tortas de filtración y absorbentes usados

08 RESIDUOS DE LA FORMULACIÓN, FABRICACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y UTILIZACIÓN (FFDU) DE REVESTIMIENTOS (PINTURAS, BARNICES Y ESMALTES VÍTREOS), PEGAMENTOS, SELLANTES Y TINTAS DE IMPRESIÓN

0801 RESIDUOS DE LA FFDU DE PINTURA Y BARNIZ



080101 Residuos de pinturas y barnices que contienen disolventes halogenados

080102 Residuos de pinturas y barnices que no contienen disolventes halogenados

080106 Lodos de la eliminación de pinturas y barnices que contienen disolventes halogenados

080107 Lodos de eliminación de pinturas y barnices que no contienen disolventes halogenados

0804 RESIDUOS DE LA FFDU DE PEGAMENTOS Y SELLANTES (INCLUIDOS PRODUCTOS DE IMPERMEABILIZACIÓN)

080401 Residuos de pegamentos y sellantes que contienen disolventes halogenados

080402 Residuos de pegamentos y sellantes que no contienen disolventes halogenados

080405 Lodos de pegamentos y sellantes que contienen disolventes halogenados

080406 Lodos de pegamentos y sellantes que no contienen disolventes halogenados

10 RESIDUOS INORGÁNICOS DE PROCESOS TÉRMICOS

1005 RESIDUOS DE LA TERMOMETALURGIA DEL ZINC

100501 Escorias (primera y segunda fusión)

100502 Granzas y espumas (primera y segunda fusión)

100503 Gases y polvo de tragante



100505	Residuos sólidos del tratamiento de gases
100506	Lodos del tratamiento de gases
1006	RESIDUOS DE LA TERMOMETALURGIA DEL COBRE
100603	Gases y polvo de tragante
100605	Residuos del refinado electrolítico
100606	Residuos sólidos del tratamiento de gases
100607	Lodos del tratamiento de gases
11	RESIDUOS INORGÁNICOS QUE CONTIENEN METALES PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO Y REVESTIMIENTO DE METALES Y DE LA HIDROMETALURGIA NO FÉRREA
1101	RESIDUOS LÍQUIDOS Y LODOS DEL TRATAMIENTO Y REVESTIMIENTO DE METALES (POR EJEMPLO, PROCESOS DE GALVANIZACIÓN, PROCESOS DE REVESTIMIENTO DE ZINC, PROCESOS DE DECAPADO, GRABADO, FOSFATACIÓN Y DESENGRASADO ALCALINO)
110101	Residuos cianurados (alcalinos) que contienen metales pesados distintos al cromo
110102	Residuos cianurados (alcalinos) que no contienen metales pesados
110103	Residuos sin cianuro que contienen cromo
110105	Soluciones ácidas de decapado
110106	Ácidos no especificados en otra categoría
110107	Álcalis no especificados en otra categoría



110108	Lodos de fosfatación
110301	Residuos que contienen cianuro
110302	Otros residuos
12	RESIDUOS DE MOLDEADO Y TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DE METALES Y PLÁSTICOS
120106	Aceites usados de maquinaria que contienen halógenos (no emulsionados)
120107	Aceites usados de maquinaria sin halógenos (no emulsionados)
120108	Residuos emulsionados de maquinaria que contienen halógenos
120109	Residuos emulsionados de maquinaria sin halógenos
120110	Aceites sintéticos de maquinaria
120111	Lodos de maquinaria
120112	Ceras y grasas usadas
1203	RESIDUOS DE LOS PROCESOS DE DESENGRASADO CON AGUA Y VAPOR (EXCEPTO 110000)
120301	Líquidos acuosos de limpieza
120302	Residuos de desengrasado al vapor
13	ACEITES USADOS (EXCEPTO ACEITES COMESTIBLES, 050000 Y 120000)
1303	ACEITES Y OTROS LÍQUIDOS DE AISLAMIENTO Y TRANSMISIÓN DE CALOR USADOS



130301 Aceites y otros líquidos de aislamiento y transmisión de calor que contienen PCB o PCT

130302 Otros aceites y otros líquidos clorados de aislamiento y transmisión de calor

130303 Aceites y otros líquidos no clorados de aislamiento y transmisión de calor

130304 Aceites y otros líquidos sintéticos de aislamiento y transmisión de calor

130305 Aceites minerales de aislamiento y transmisión de calor

1305 RESTOS DE SEPARADORES AGUA/ACEITE

130501 Sólidos de separadores agua/aceite

130502 Lodos de separadores agua/aceite

130503 Lodos de interceptores

130504 Lodos o emulsiones de desalación

130505 Otras emulsiones

1306 ACEITES USADOS NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA

130601 Aceites usados no especificados en otra categoría

14 RESIDUOS DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS UTILIZADAS COMO DISOLVENTES (EXCEPTO 070000 Y 080000)

1401 RESIDUOS DE DESENGRASADO DE METALES Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA



140102	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados
140103	Otros disolventes y mezclas de disolventes
140104	Mezclas acuosas de disolventes que contienen halógenos
140105	Mezclas acuosas de disolventes sin halógenos
140106	Lodos o residuos sólidos que contienen disolventes halogenados
140107	Lodos o residuos sólidos que no contienen disolventes halogenados
19	RESIDUOS DE INSTALACIONES PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS, PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES E INDUSTRIA DEL AGUA
1902	RESIDUOS DE TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS ESPECÍFICOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES (POR EJEMPLO DESCROMATACIÓN, DESCIANURIZACIÓN Y NEUTRALIZACIÓN)
190201	Lodos de hidróxidos metálicos y otros lodos de tratamiento de la insolubilización de metales
1908	RESIDUOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA
190803	Mezclas de grasa y aceite procedentes de la separación aceite/agua residual
190806	Resinas intercambiadoras de iones saturadas o usadas
190807	Soluciones y lodos de la regeneración de intercambiadores de iones



Anexo 2.

BIBLIOGRAFÍA

- ⊙ Freeman, H.M. Manual de Prevención de la Contaminación Industrial. Edit. McGraw-Hill. México, 1998
- ⊙ Institut Cerdá. Manual de Minimización de Residuos y Emisiones Industriales. Barcelona, 1992.
- ⊙ IHOBE. Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones. Bilbao, 1997-1999.
- ⊙ ITSEMAP AMBIENTAL. Guías básicas de medio ambiente. Mapfre Industrial. Tomos 1-8.
- ⊙ Rigola, M. Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Editorial Marcombo. 1989.
- ⊙ Reciclaje y recuperación de las aguas residuales en la industria de tratamiento de superficies. (Pujadas, A. Tecnología del agua).1995.
- ⊙ Tecnologías básicas aplicables a la depuración de efluentes líquidos de la industria de galvanoplastia. (MINER. Ministerio de Industria y Energía. 1988).
- ⊙ Francisco Victoria Jumilla. 100 Preguntas sobre la Ley de Protección del Medio Ambiente. Guía práctica para empresarios y profesionales, 1996 (Ed. Caja de Ahorros del Mediterráneo)
- ⊙ Francisco Victoria Jumilla. Guía del Medio Ambiente para empresas y profesionales, 1999 (Ed. Fundación Universidad-Empresa de Murcia).
- ⊙ Fundación Entorno. Guías Tecnológicas, 2000. (Ministerio de Industria y Energía).



Región de Murcia

Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente
Secretaría Sectorial de Agua y Medio Ambiente