

RESÍDUOS INDUSTRIALES TOXICOS Y PELIGROSOS

SARA DE BLAS SALVADOR

Lda. en Ciencias Químicas

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. I.N.S.H.T. Madrid.

INTRODUCCION

La actividad industrial ha supuesto la producción de muchas sustancias cuyas aplicaciones repercuten beneficiosamente sobre el hombre y su calidad de vida; pero junto con estos logros, las industrias dejan tras de sí como un subproducto no deseado, gran cantidad de residuos que en el mejor de los casos, a lo largo del tiempo, representa el problema de un gran volumen de material que hay que retirar del entorno industrial; aunque no siempre la situación es tan simple. La realidad es que estos residuos suponen un riesgo para el medio ambiente y para el hombre.

Accidentes y hechos tan lamentables como el de la Bahía de Minata, en Japón, debido al mercurio, o el de Seveso, en Italia ocasionado por la dioxina, entre otros han llamado la atención respecto a la trascendencia y entidad de los problemas que plantea la gestión correcta de los residuos.

Dentro del amplio espectro de los residuos, son los TOXICOS Y PELIGROSOS los más agresivos para el medio ambiente.

Los Estados y la comunidad internacional empezaron a prestar atención política al medio ambiente desde hace un par de décadas; fue durante los años 70 cuando se comenzó a tomar conciencia de la correlación existente

entre el estado del medio ambiente, la salud y el desarrollo económico y social.

En los Estados más avanzados, es a partir de esta época cuando empiezan a surgir la infraestructura administrativa y el cuerpo de normas necesario para hacer frente a esta nueva situación.

En el Estado español, la ley de Residuos tóxicos y peligrosos es de 1986, y la situación reviste características preocupantes; es muy frecuente el vertido incontrolado de residuos industriales de todo tipo, tanto a la red de colectores, como directamente a los ríos, así como a escombreras o terrenos, sin tener en cuenta las características de los



Comunidad de Madrid. Vista general de la planta de tratamiento de residuos industriales.

residuos ni del medio receptor. Estas acciones provocan grados alarmantes de contaminación en las aguas y en la atmósfera.

DEFINICION Y TIPOS DE RESIDUOS

En un sentido amplio, podemos definir los Residuos industriales como aquellos que directa o indirectamente se generan en la actividad industrial.

También en la Directiva del Consejo 75/442/C.E.E., de Julio de 1975, se da una definición genérica, entendiéndose por residuo "cualquier substancia u objeto del cual se desprenderá su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor".

En este sentido cabe subdividir los residuos industriales en los tipos siguientes atendiendo a sus posibles tratamientos:

— Residuos industriales inertes

Son aquellos subproductos de la actividad industrial que no suponen una agresión para el medio ambiente, siendo en algunos casos reutilizables. Un ejemplo lo tenemos en el vidrio. El vidrio recogido en los contenedores dispuestos al efecto en la mayoría de nuestras ciudades es reutilizado para convertirse en vidrio nuevo, y en cuanto al gasto energético, se ahorra la energía necesaria para extraer, transportar y elaborar la materia prima. También se ahorra en el horno, ya que la aportación de calor necesaria para su fusión es menor que en el caso de la materia prima.

— Residuos industriales asimilables a urbanos.

Bajo esta denominación se agrupa los de características similares a los residuos sólidos urbanos y susceptibles por tanto del mismo tratamiento.

La competencia en materia de residuos sólidos urbanos corresponde a los Ayuntamientos, siendo estos bien por sí mismos o a través de empresas concertadas, los que realizan la recogida y disposición final en vertederos controlados. La ley 42/1975 sobre desechos y residuos sólidos urbanos establece el régimen jurídico para la orde-



Vertedero controlado de residuos sólidos urbanos.

nación y vigilancia de la recogida y tratamiento de estos desechos.

— Residuos industriales tóxicos y peligrosos.

Son el objeto de nuestro estudio, abarcando a los residuos industriales que representa una agresión para el medio ambiente o para el hombre.

Este tipo de residuos requiere tratamientos especiales para destoxificarlos, reciclarlos o eliminarlos según los casos.

La forma de actuar frente a ellos debe estar fijada en una norma donde se establezca de manera clara los pasos a seguir por la industria productora del residuo.

Los procesos de fabricación en los que se genera o manipula residuos tóxicos y peligrosos, son muy numerosos, destacando entre todos ellos el sector Petróleo y Petroquímica. También son importantes desde este punto de vista las industrias del caucho, pesticidas, curtidos, Farmacia, galvanoplastia, minería, madera, textil, detergentes, eléctrica y electrónica.

Fijándonos en las relaciones de sustancias tóxicas y peligrosas establecidas por la E.P.A., Agencia de Protección Ambiental en U.S.A., y por la Comunidad Económica Europea, podemos clasificar los residuos atendiendo a sus características físicas y químicas.

Se obtienen así once grandes grupos de sustancias, de las cuales los nueve primeros corresponden a residuos industriales especiales (tóxicos y peligrosos):

— Compuestos de metales pesados.

De origen variado, principalmente proviene de la industria química donde los metales se emplean como catalizadores.

— Ácidos y álcalis.

Empleados en la industria de transformados metálicos, también en baños de decapado y desengrasado.

— Residuos cianurados.

Las sales cianuradas se utilizan en la industria de electrodeposición, para mantener los iones zinc, cadmio y otros metales en solución.

— Residuos con cromo hexavalente.

Resultante en los procesos de tratamientos superficiales de metales en los que se emplea el ácido crómico y el dicromato.

— Residuos de aceites y grasas.

Los aceites empleados en la industria son de origen mineral. En este grupo cabe destacar las emulsiones.

— Productos farmacéuticos.

Refiriéndose fundamentalmente a los medicamentos caducados.

— Compuestos orgánicos no halogenados.

Los de mayor toxicidad proceden de la industria de componentes eléctricos y de contrachapado de madera. Los derivados de la industria del caucho.

— Compuestos orgánicos halogenados.

Destacan los empleados como desengrasantes tri y percloroetileno. Por su elevada toxicidad debemos citar los PCB (Bifenilos policlorados) empleados en los transformadores.

— Otros

Se incluyen aquí los que dadas sus características no encuadra en los grupos anteriores. Ejemplo: amianto.

Una vez indicadas algunas de las posibles clasificaciones atendiendo a diferentes criterios, interesa traer aquí la definición que de residuos tóxicos y peligrosos se da en la Ley 20/1986 que entiende como tales "los materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes, que, siendo el resultado de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su productor destina al abandono y contenga en su composición alguna de las sustancias y materiales que figura en el ANEXO de la citada ley en cantidades o concentraciones tales que represente un riesgo para la salud humana, recursos naturales y medio ambiente".

En esta definición se hace referencia de forma clara a estados diferentes de la materia: líquido, sólido, pastoso o gaseoso contenido en recipientes. Un material en cualquiera de estos estados podía ser considerado como residuo según dicha ley.

GESTION DE LOS RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS

Se entiende como gestión el conjunto de actividades encaminadas a dar a es-

tos residuos el destino final más adecuado de acuerdo con sus características. Comprende las operaciones de recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento, recuperación y eliminación de los mismos.

A continuación vamos a analizar cada una de estas actuaciones separadamente.

— RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO

En la industria donde se produzca el residuo se procederá a su recogida por personal formado y con la protección personal adecuada al riesgo que representa la manipulación de los mismos. Es en el lugar de producción donde mayor información se tendrá sobre las precauciones a tomar.

El material se almacenará en recipientes apropiados según sea sólido, líquido, gaseoso. En cualquier caso el contenedor empleado no será susceptible de ataque por parte del residuo almacenado.

Si se quieren almacenar distintos desechos conjuntamente se investigarán las propiedades físicas y químicas de estos por separado y la compatibilidad de la mezcla. Tendremos que evitar juntar aquellos que reaccionen entre sí de forma violenta, aumentando el riesgo de explosión y/o incendio. No se mezclarán los desechos, si el producto resultante es más tóxico y peligroso que los primeros por separado. En la bibliografía están descritas estas incompatibilidades; como ejemplo diremos que no es adecuada la mezcla de

metales alcalinos y aluminio con agua, o la de oxígeno (líquido) con todas las sustancias orgánicas inflamables.

Una vez almacenados los desechos, se procederá al etiquetado de los bidones o recipientes de la forma más completa posible, de forma que no dé lugar a confusión y las características citadas en la etiqueta corresponderán al componente de la mezcla más peligroso.

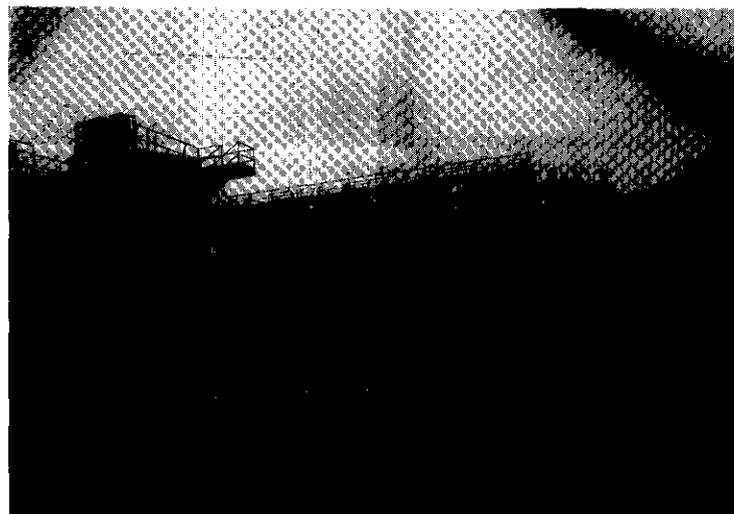
En España para el etiquetado de los residuos, tendremos que atenernos a lo dispuesto en el Reglamento sobre Declaración de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 2216/1985 de 28 de octubre.

— TRANSPORTE.

El transporte de los residuos desde el lugar de producción hasta el de tra-



Depósito incontrolado de residuos.



Depósitos de almacenamiento de residuos recepcionados en la planta de residuos industriales.

tamiento o eliminación podrá ser realizado por el industrial, por la Administración o por Empresas especializadas.

Los residuos deberán ir acompañados de un formulario de identificación que contenga al menos las siguientes indicaciones, según la directiva del Consejo 78/319/C.E.E.

- Naturaleza.
- Composición.
- Volumen o masa de residuos.
- Nombre y dirección del productor o del (los) poseedor (es) anterior (es).
- Nombre dirección del poseedor siguiente o del tratamiento final.
- Situación del lugar de tratamiento si se conoce.

El transporte de residuos tóxicos y peligrosos deberá respetar la normativa vigente sobre transporte de mercancías peligrosas; debemos citar aquí el Reglamento Nacional de Transportes de Mercancías Peligrosas por carretera (TPC) aprobado por Real Decreto 1999/1979 de 20 de junio.

Por vía aérea o marítima existen Acuerdos Internacionales que fijan los criterios para el transporte de estos residuos.

— TRATAMIENTO

Al lugar de tratamiento, deberá de llegar el residuo totalmente caracterizado, así se podrá actuar con celeridad y con la certeza de que se va a alcanzar el objetivo propuesto. Cada centro receptor suele diseñar un modelo adecuado de ficha que el industrial emisor debe complementar.

El Comité Técnico Nacional de las Industrias Químicas de Francia, considera que en la caracterización de un residuo debe consignarse:

A. Designación.

Designación habitual.
Código.
Producción, etc.

B. Características físicas.

Naturaleza (mineral, orgánico, biológico).
Consistencia (sólido, líquido).
Punto de fusión.
Color, etc.

C. Características químicas.

Naturaleza y contenido de los diversos constituyentes.
Contenido de agua.
Ph, etc.

D. Características toxicológicas.

Naturaleza de los riesgos por contacto cutáneo.
Riesgos de la inhalación, etc.

E. Características biológicas.

Tratamiento anterior.

F. Etiquetaje de los recipientes.

En lo que concierne a los peligros para las personas.
En lo que concierne al transporte.

el resultado final sea poder verter los efluentes líquidos a los colectores generales y disponer los fangos en el depósito de seguridad.

Los métodos para el tratamiento de residuos pueden ser:

- Tratamientos físicos.
- Tratamientos químicos.
- Tratamientos biológicos.
- Incineración.

TRATAMIENTOS FISICOS

Sedimentación gravitacional, junto con eliminación de líquido por decantación, drenaje y evaporación. Es el primer paso en una estación depuradora de aguas.

Flotación, cuando una mezcla de sólidos en suspensión y agua saturada de aire, se ve sometida a la presión atmosférica en un tanque de flotación, se liberan microburbujas de aire que arrastran los sólidos suspendidos a la superficie. Es el sistema empleado para la eliminación de aceites y sólidos.



Aspecto de la depuradora de aguas de San Fernando en la provincia de Madrid.

G. Tipo de tratamiento realizado para la eliminación.

Tratamientos en la fábrica.
Acondicionamiento.
Transporte, etc.

El objetivo del tratamiento puede ser, en unos casos la reducción de volumen, en otros la inmovilización de agentes tóxicos (solidificación) y en otros la desintoxicación de forma que

Filtración, se utilizan también para eliminación de sólidos concentrados y sustancias oleosas.

Otros métodos físicos, sistema de lavado de gases, destilación, electrodiálisis, centrifugación, etc.

Tratamientos químicos, convierten los residuos en no tóxicos, por modificación de las propiedades químicas de las sustancias.

Neutralización y ajuste de pH, muchos de los efluentes industriales son o muy ácidos o muy alcalinos,



Estanques de sedimentación de fangos en planta de tratamiento de aguas.

por lo que se hace necesario este tratamiento, ya que los vertidos a los colectores generales no permiten estos valores extremos.

La lechada de cal se emplea, en muchos casos, para neutralizar residuos ácidos. Algunos procesos industriales permiten la combinación de residuos de diferente pH con una neutralización como resultado.

Precipitación y coagulación, que será conseguida por la adición de una sustancia que reaccione con el residuo, dando lugar a un compuesto insoluble, o que produzca una modificación en el equilibrio de la solución que lleve a este a precipitar. El cambio de la temperatura, también varía la solubilidad.

Ejemplo: precipitación de metales pesados.

Procesos de oxidación, la oxidación se emplea tanto para contaminantes orgánicos como inorgánicos, utilizando como agentes oxidantes el oxígeno u otras sustancias químicas. Ejemplo: oxidación de los cianuros mediante ozono.

Procesos de reducción, por ejemplo el paso de cromo hexavalente a (Cr^{3+}) por reacción con metabisulfito sódico.

Tratamiento biológico, consistente en la degradación de los compuestos químicos contaminantes por la acción de microorganismos. Este tratamiento tiene ciertos requerimientos críticos que hay que respetar para mantener el crecimiento adecuado de dichos microorganismos.

Incineración: Técnicamente la incineración es un sistema de tratamiento y eliminación de residuos complejo y costoso. Es el tratamiento idóneo para

residuos especialmente tóxicos o concentrados. Debemos tener en cuenta que los procesos de combustión, al eliminar el problema de la contaminación de las aguas, generan contaminación atmosférica. Existen en el mercado muy diversos tipos de incineradores, cuyas características habrá de estudiarse a fondo según la naturaleza del residuo.

ELIMINACION

Una vez efectuado el tratamiento que convierte en inocuo el residuo, el último paso es la eliminación. Los métodos de eliminación pueden ser:

Descarga o inyección, en el subsuelo, en caso de opción económica y ambiental aceptable, pudiéndose efectuar en minas inactivas.

Vertido de residuos al mar, su selección viene motivada por consideraciones financieras y condicionada por la situación geográfica del productor. Aprovecha la capacidad de dilución de sus aguas.

Depósito de seguridad, entendiéndose por tal, una zona especialmente elegida por sus características hidrográficas y económicas. Terrenos impermeables (arcillas) y de escasa densidad de población, poco útiles para aplicaciones agrícolas, en una zona de baja pluviometría.

En algunos casos la impermeabilización es reforzada con materiales plásticos adecuadamente dispuestos.

En estos depósitos, se van colocando los residuos en un orden preestablecido, hasta que se alcanza un nivel determinado. Una vez lleno, se procede al sellado del depósito.

Se podrán eliminar mediante depósitos de seguridad, los residuos sólidos procedentes de tratamiento físico-químico de residuos industriales. Los recipientes que han contenido sustancias tóxicas, etc.

RECUPERACION

Otra posibilidad existente después del tratamiento de los residuos industriales, es la recuperación de los mismos.

De esta manera la cantidad que ha de ser eliminada, disminuye y se puede sacar un rendimiento económico a los residuos.

La recuperación, se hará, o bien en la propia Empresa o en empresas especializadas. En nuestro país existen algunas empresas de recuperación de aceites.

La recuperación, en muchos casos resulta interesante por el contenido energético de los desechos; en otros casos por el valor del contaminante correspondiente, que puede seguir empleándose en el proceso industrial, este último es el caso de muchos metales.

LEGISLACION

A. Normativa de la CEE.

En la Comunidad Económica Europea, existe una Comisión que estudia los temas de medio ambiente. En 1973, se estableció el programa para el control del medio ambiente, que fue reforzado en 1977, con el programa de reducción de la contaminación y de la gestión nacional de los recursos.

En cuanto a directivas específicas en la gestión de residuos tenemos:

— Directiva 75/442/CEE, donde se definen los términos residuo y gestión, y se empieza a establecer las bases para la armonización de las legislaciones de los Estados miembros.

— Directiva de 1976, relativa a los bifenilos policlorados.

— Directiva de 1987, relativa al dióxido de titanio.

— Directiva 78/319/CEE, relativa a los residuos tóxicos.

En esta última se definen los residuos tóxicos y peligrosos en función de un listado de materias que se relacionan en su anexo correspondiente a una serie de sustancias consideradas como prioritarias en cuanto a su peligrosidad para el medio ambiente y para el hombre. No es una relación exhaustiva de elementos o compuestos químicos peli-

grosos. Se prevee ir completándole en etapas sucesivas.

En cuanto a su ámbito de aplicación, quedan excluidos:

- a) Los residuos radioactivos;
- b) Los cadáveres de animales y los residuos agrícolas de origen fecal;
- c) Los explosivos;
- d) Los residuos hospitalarios;
- e) Los efluentes vertidos en el alcantarillado y en los cursos del agua;
- f) Las emisiones en la atmósfera;
- g) Los residuos domiciliarios;
- h) Los residuos mineros;
- i) Los demás residuos tóxicos y peligrosos sometidos a regulaciones comunitarias específicas.

B. Normativa española.

Comentaremos la Ley 20/1986 de 14 de mayo, básica de Residuos tóxicos y peligrosos.

Dicha Ley se ocupa de estos residuos especiales para poner en concordancia nuestra legislación con la Comunitaria.

En su anexo existen dos apartados más, correspondientes a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio y a los aceites usados, minerales o sintéticos, incluyendo las mezclas agua-aceite y las emulsiones, que en la Comunidad son objeto de directivas específicas.

— Programa coordinado de actuación de residuos industriales PCARI.

El objeto de este apartado es destacar la actuación emprendida por la Comunidad de Madrid, para dar respuesta al problema de los residuos industriales, en coordinación con la Dirección General de Medio Ambiente del M.O.P.U. y el Ayuntamiento de Madrid.

En este plan, se prevee la construcción de una planta de Tratamiento Físico-químico, un Depósito de Seguridad y una planta de Incineración.

En la actualidad se encuentra acabada la obra de la planta de tratamiento Físico-químico y el Depósito de Seguridad.

Por otra parte se está procediendo a informar a los industriales de los pasos a seguir para la retirada de residuos.

Este servicio lleva aparejado unas tasas a pagar por el industrial, según el principio de "quien contamina paga", si bien puede decirse que son bastante reducidas.

Cuadro I. ANEXO Ley 20/1986 donde se relacionan las sustancias tóxicas y peligrosas.

ANEXO

Relación de sustancias o materias tóxicas y peligrosas

1. El arsénico y sus compuestos de arsénico.
2. El mercurio y sus compuestos de mercurio.
3. El cadmio y sus compuestos de cadmio.
4. El talio y sus compuestos de talio.
5. El berilio y sus compuestos de berilio.
6. Compuestos de cromo hexavalente.
7. El plomo y sus compuestos de plomo.
8. El antimonio y sus compuestos de antimonio.
9. Los fenoles y los compuestos fenólicos.
10. Los cianuros orgánicos e inorgánicos.
11. Los isocianatos.
12. Los compuestos órgano-halogenados, con exclusión de los polímeros inertes y otras sustancias mencionadas en esta lista.
13. Los disolventes clorados.
14. Los disolventes orgánicos.
15. Los biocidas y las sustancias fitosanitarias.
16. Los productos a base de alquitrán procedentes de operaciones de refinado y los residuos alquitranados procedentes de operaciones de destilación.
17. Los compuestos farmacéuticos.
18. Los peróxidos, cloratos, percloratos y nitruros.
19. Los éteres.
20. Las sustancias químicas de laboratorio no identificables y/o nuevas cuyos efectos sobre el medio ambiente no sean conocidos.
21. El amianto (polvos y fibras).
22. El selenio y sus compuestos de selenio.
23. El teluro y sus compuestos de teluro.
24. Residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio.
25. Los compuestos aromáticos policíclicos (con efectos cancerígenos).
26. Los carbonilos metálicos.
27. Los compuestos solubles de cobre.
28. Las sustancias ácidas y/o básicas utilizadas en los tratamientos de superficie de los metales.
29. Los aceites usados minerales o sintéticos, incluyendo las mezclas agua-aceite y las emulsiones.

Ni en la Directiva comunitaria 78/319/LEE, ni en la ley española se fija la cantidad (concentración) de sustancia a partir de la cual es de aplicación lo dispuesto en ellas; para completar el estudio, habrá que recurrir a las leyes que fijan los límites de concentración en vertidos a las aguas y liberaciones a la atmósfera.

CONCLUSIONES:

Como resumen de lo expuesto podríamos decir que una eficaz gestión de residuos consiste en los siguientes puntos:

— Tratar de producir menos cantidad de residuos, estudiando procesos alternativos de producción, como los llamados "procesos de bajo residuo".

- Valorizar las materias primas que contienen, que nos llevarían a recuperar más y valorar mejor los residuos que constituyen una fuente de materias primas y de energía.
- Conocer mejor la naturaleza de los residuos cuya producción no puede ser eliminada.
- Reforzar el marco legislativo y reglamentario, que permita controlar las condiciones de eliminación.
- Mejorar las técnicas de eliminación.

BIBLIOGRAFIA

1. Edward S. Kempa. El papel de las tecnologías de bajo residuo en el manejo de residuos. PNUMA Industria y Medio Ambiente 1983.
2. Classification of dangerous substances for conveyance in road tankers and tank containers. Health and Safety Commission 1981.
3. M. Maés. Maîtrise du traitement des déchets industriels à haut risque. APAVE n.º 226. avril/mai/juin 1984.
4. Dechets industriels. Recommandations adoptées par le Comité technique national des industries chimiques le 2 septembre 1986 T.S. 6-87.
5. Hazardous Waste Management. World Health Organization.
6. Los Residuos tóxicos y peligrosos. Dirección General del medio ambiente MOPU.
7. Higiene ambiental ITSEMAP.
8. J.M. Dureveil. Parámetros de la contaminación fluvial. Química e Industria Vol. 27, 11 noviembre 1981.
9. Hazardous waste sites and hazardous substance emergencies. NIOSH Publication NO-83-100.
10. Programa Coordinado de actuación de Residuos Industriales (PCARI) Comunidad de Madrid.
11. Procedimientos para la eliminación de residuos. Documento Técnico 1983/2. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
12. Cloquio sobre tratamiento de residuos urbanos e industriales. ACTIM, 18 y 19 de noviembre 1987.
13. La manipulación de productos químicos potencialmente cancerígenos en los laboratorios. Aspectos contaminantes y de higiene laboral. Documento técnico 43/86. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
14. Tratamiento y depuración de las aguas residuales METCALF-EDDY 1977.

