

Estudio comparativo de las normas relevantes a nivel internacional para la definición, clasificación, exclusión, desclasificación e identificación de residuos peligrosos.

David Orjuela Yepes.

Administrador Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Máster Oficial en Tecnología Ambiental, Universidad Internacional de Andalucía, España. Docente Escuela Colombiana de Carreras Industriales - ECCI, Programa de Ingeniería Ambiental, Bogotá.

Correspondencia: daorye@yahoo.com

Recibido: 21-05-2013 Aceptado: 28-06-2013

Resumen

El presente artículo realiza una comparación de las normas relevantes a nivel internacional para la definición, clasificación, exclusión, desclasificación e identificación de residuos peligrosos.

Dentro de los principales sistemas de clasificación de residuos peligrosos se encuentran: La Convención de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, El Listado Europeo de Residuos (LER) y el Código de Regulación Federal de los Estados Unidos 40 CFR 261.

Las tres normas, presentan grandes diferencias en relación a los criterios de clasificación e identificación de un residuo peligroso y, por tanto, frente a sus propios listados de clasificación. Por esta razón, el presente trabajo pretende realizar un análisis crítico comparativo entre las tres regulaciones con el objeto de analizar las ventajas e inconvenientes en relación a la definición, identificación, clasificación, exclusión y desclasificación de residuos peligrosos.

Palabras clave: gestión ambiental, residuos sólidos, residuos peligrosos, inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad.

Comparative study of the international significant standards for the definition, exclusion, declassification and identification of hazardous wastes

Abstrac

In this article the international important standards of hazardous wastes are compared including definition, exclusion, declassification and identification.

Some of the main hazardous wastes classification systems are: Basel convention about the control of cross-border movement of hazardous waste and its elimination, the European list of wastes (LER) and the U.S code of federal regulations 40 CFR 261.

The three standards have big differences regarding the classification criteria and identification of hazardous waste therefore about their own classification lists. For this reason, this article aims to make a critical and comparative analysis between the three regulations to analyze the advantages and disadvantages in regard to different aspects related to this problematic (definition, exclusion, declassification and identification of hazardous wastes).

Key words: environmental administration, solid waste, hazardous waste, ignitability, corrosivity, reactivity, toxicity.

Introducción

En el desarrollo del presente trabajo de investigación se ha realizado una comparación del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, el Código de Regulación Federal de los Estados Unidos 40 CFR 261 para la identificación de residuos peligrosos y sus listados, definidos por la Agencia de Protección Ambiental EPA, y el Listado Europeo de Residuos LER, definido por la Unión europea, con el propósito de realizar un análisis comparativo de ¿Cómo afrontan estas regulaciones la identificación, clasificación, así como la exclusión/desclasificación de residuos?

En el proceso de revisión bibliográfica no se encontraron publicaciones cuyo fin fuera discutir y comparar los principios para la definición, clasificación, exclusión, desclasificación e identificación de residuos peligrosos, definidos por las tres normas, destacándose que a nivel internacional cada país desarrolla su normativa para el control interno de los residuos peligrosos, de acuerdo a su desarrollo legislativo y necesidades propias.

Sin embargo, algunos países incorporan a sus legislaciones los anexos del Convenio de Basilea, para la identificación de residuos, mientras que otros desarrollan sus propios criterios, como es el caso de Estados Unidos. Por otro lado, podemos decir que existen países que toman como referencia las regulaciones de otros países con un mayor desarrollo normativo. Así, por ejemplo.

Costa Rica y México. Ambos países presentan en su normativa de residuos peligrosos, listados para la identificación de dichos residuos, presentando similitudes con respecto a la estructura, categorías y denominación de los residuos con los desarrollados por Estados Unidos en 1980. Por otro lado, es necesario aclarar que ambos países ratificaron el Convenio de Basilea, pero aún así no adoptaron los anexos de Basilea para su normativa interna(1,2).

Argentina y Colombia. Ratificaron el convenio de Basilea y a la vez adoptaron los anexos del Convenio a la normativa interna, tal como se evidencia en las respectivas normas(3,4).

Además del desarrollo normativo, este trabajo también surgió por la enorme complejidad que presentan el tratamiento y gestión de los residuos generados en la sociedad actual. Teniendo en cuenta que los productos disminuyen cada vez más su ciclo de vida haciendo su durabilidad cada vez menor y los residuos suelen ser desatendidos, a menos que las normas obliguen a ello, o se puedan convertir en nuevos productos de interés comercial; proceso que habitualmente se denomina “valorización”.

La disminución del ciclo de vida de los productos trae como consecuencia un aumento en los volúmenes de residuos generados y un aumento en la presencia de materiales peligrosos en los mismos, los cuales en muchas ocasiones son liberados al medio ambiente, significando graves riesgos ambientales (5-7).

Históricamente, la gestión de los residuos ha estado orientada a evitar molestias para la sociedad. Es así como la jerarquización de residuos que tradicionalmente se implementa en la mayoría de los países solamente incluye al tratamiento y eliminación, y no se involucran componentes como la prevención, minimización y aprovechamiento en las primeras fases de la gestión integral (8-10).

En la actualidad se proponen numerosas soluciones para mejorar la gestión de los residuos. Se estima que la mejor opción de gestión es producir menos residuos adoptando métodos de producción más limpia, de tal forma que se minimicen la generación de estos en la medida que sea posible.

Además, la separación del residuo en el origen es esencial a la hora de conseguir un máximo reciclado de los materiales generados. No obstante, entendiendo que pese a la adopción de medidas de prevención y minimización no será posible evitar totalmente la generación de residuos. Las nuevas normativas a nivel internacional incentivan la gestión de los mismos orientada en lo posible a la valorización. Solo cuando las posibilidades anteriores hayan sido agotadas, se procede a considerar el tratamiento y disposición de los residuos mediante opciones que comprendan métodos seguros (10).

Otro de los retos en materia de gestión de residuos es la compatibilización a nivel internacional de las normas de residuos peligrosos, ya que no existe un único enfoque a la hora de realizar la identificación, clasificación y gestión final de los residuos peligrosos. Por ahora, cada país basado en su desarrollo y en sus políticas ambientales adopta sus propios sistemas de clasificación (10,11).

Dentro de los principales sistemas de clasificación de residuos peligrosos en el ámbito internacional se encuentran: La Convención de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, convenio que presenta tres anexos útiles para la identificación y clasificación de los residuos peligrosos(12).

La Norma Europea presenta una serie de Directivas, Decisiones y Reglamentos relativos a la gestión y manejo de residuos peligrosos (13-22); destacándose el Listado Europeo de Residuos (LER), o lista de residuos que se revisa periódicamente a la luz de los nuevos conocimientos y en particular de los resultados de investigación, este listado presenta unos 850 tipos de residuos, entre los cuales alrededor de 400 son peligrosos(23-26).

Por último, el Código de Regulación Federal de los Estados Unidos 40 CFR 261 para la identificación de residuos peligrosos, el cual se encuentran varios apartados como el A y el B; en los cuales se presentan las definiciones y los criterios para la identificación de las características de peligrosidad de un residuo(27-31); en el apartado C se presentan las características de peligrosidad (32-35) y en el apartado D se presentan las listas de residuos peligrosos, donde cada residuo tiene asignado uno o más códigos de peligrosidad: Inflamable (I), Corrosivo (C), Reactivo (R), Toxicidad Característica (E), Peligrosidad aguda (H) y Tóxico (T) (36-38).

Las tres normas más relevantes para la identificación de residuos peligrosos presentan grandes diferencias en relación a los criterios de clasificación e identificación de un residuo peligroso y, por tanto, frente a sus propios listados de clasificación. Por esta razón, el presente trabajo de investigación pretende realizar un análisis crítico comparativo entre estas tres regulaciones para la identificación y clasificación de residuos peligrosos. Con el objeto de analizar las ventajas e inconvenientes en relación a la definición, identificación, clasificación, exclusión y desclasificación de residuos peligrosos.

Materiales y métodos

Para realizar un análisis crítico comparativo de las regulaciones: Convenio de Basilea, LER, 40 CFR 261 y llegar a una armonización en la definición, clasificación, exclusión, desclasificación e identificación de características de peligrosidad de residuos, se plantearon las siguientes fases:

Fase 1. *Establecer analogías, diferencias y armonización de los criterios establecidos por las normas analizadas para la definición, exclusión e identificación de características de peligrosidad de residuos.* Para el desarrollo de esta fase se realizó un análisis crítico comparativo de las definiciones y exclusiones de residuos; estableciendo diferencias y analogías entre las tres normas. Una vez estas fueron definidas, se procedió a seleccionar la definición más completa de las analizadas, la cual correspondió a la propuesta armonizada.

Fase 2. *Identificar los métodos de prueba para la identificación/clasificación de residuos peligrosos.* Para el desarrollo de esta fase se realizó una revisión bibliográfica de los principales métodos de prueba de laboratorio, para la determinación de las características de peligrosidad: corrosividad, explosividad, inflamabilidad, reactividad y toxicidad.

Fase 3. *Analizar las ventajas e inconvenientes de las tres normas para la identificación de residuos peligrosos.* En esta fase se compararon las tres normas utilizando un ejercicio de aplicación, identificando las

ventajas e inconvenientes que presentan cada una de ellas a la hora de identificar residuos peligrosos.

Para el desarrollo de las fases del método de investigación se utilizó como principal herramienta tablas comparativas, las cuales permitieron realizar la comparación de los criterios definidos para las tres normas analizadas.

Resultados

Propuesta armonizada para la definición y exclusión de residuos

Los resultados presentados en la Tabla 1 corresponden a la propuesta armonizada para la definición de residuo, residuo peligroso y exclusiones propuestas por las diferentes normas analizadas.

Para obtener este resultado se realizó un análisis de las definiciones; estableciendo analogías y diferencias para así poder seleccionar la definición más completa o construir una nueva definición que consensúe las tres, denominada “propuesta armonizada” (12,21,27,28)

Tabla 1. Propuesta armonizada para la definición y exclusión de residuos.

Propuesta armonizada.		
Definición de residuo y exclusiones.		
Definición residuo	Definición residuo peligroso	Exclusiones
<p>40 CRF 261. 2</p> <p>Todo material (sólido, semisólido, líquido o contenedor de gases) descartado, es decir que ha sido abandonado, es reciclado o considerado inherentemente residual.</p>	<p>40 CRF 261.3</p> <p>Residuo sólido que no ha sido excluido de la regulación de residuos peligrosos y cumple alguno de los siguientes criterios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exhibe cualquiera de las características de peligrosidad. • Está incluido en una de las listas específicas. • Resulta de la mezcla de un residuo sólido y un residuo peligroso listado, salvo que la mezcla no presente ninguna característica de peligrosidad propuestas. 	<p>Las exclusiones solo apunta a aquellos residuos que no presente ninguna de las características de peligrosidad descritas en dicha propuesta, así mismo tampoco se incluirán los residuos no peligrosos generados en los hogares y los residuos resultantes de la incineración de desechos de los hogares.</p>

Con respecto a la propuesta armonizada para la definición de residuo, las tres normas coinciden que un material se convierte en residuo cuando ha sido abandonado. Basilea deja abierta la definición a la legislación de cada país.

La definición seleccionada como propuesta armonizada corresponde a la establecida por la EPA, la cual además incluye el estado del residuo. Dicha definición indica que un residuo es todo material (sólido, semisólido, líquido o contenedor de gases) descartado, es decir que ha sido abandonado, es reciclado o considerado inherentemente residual.

En relación a la definición de residuo peligroso, las tres normas coinciden en que un residuo es peligroso cuando presentan características descritas en sus listados. Es necesario aclarar que las tres regulaciones presentan diferencias frente a las características de peligrosidad, las cuales se analizarán con más detalle en el siguiente apartado. Como definición armonizada para residuos peligrosos se establece la siguiente: residuo sólido que no ha sido excluido de la regulación de residuos peligrosos y cumple alguno de los siguientes criterios:

1. Exhibe cualquiera de las características de peligrosidad descritas en este documento,
2. Está incluido en alguna de las listas específicas y,
3. Es el resultado de la mezcla de un residuo sólido y un residuo peligroso listado, salvo que la mezcla no presente ninguna característica de peligrosidad.

En cuanto a la propuesta armonizada para la exclusión de un residuo peligroso de los listados: la

UE y la EPA coinciden frente a la posibilidad de declarar un residuo como no peligroso, cuando este no presente ninguna de las características de peligrosidad descritas en sus listados. La EPA y la UE establecen puntualmente categorías de residuos excluidos de los listados de residuos peligrosos. Las exclusiones en la propuesta armonizada solo apunta a aquellos residuos que no presente ninguna de las características de peligrosidad descritas en dicha propuesta, así mismo tampoco se incluirán los residuos no peligrosos generados en los hogares y los residuos resultantes de la incineración de desechos de los hogares.

Es necesario realizar una revisión exhaustiva a las exclusiones puntuales de las normas analizadas, ya que presentan diferencias significativas y para ello se deberían analizar los criterios que definió cada norma para la exclusión ya que estos dependen de las necesidades y del desarrollo normativo de cada país. Dicha revisión no se realiza en el presente trabajo de investigación, pero si establece un precedente para futuras investigaciones frente al tema.

Propuesta armonizada para las características de peligrosidad.

Los resultados presentados en la Tabla 2 corresponden a la propuesta armonizada para las características de peligrosidad con las que se identifica un residuo como peligroso, para obtener este resultado se realizó un exhaustivo análisis de las definiciones, estableciendo analogías y diferencias para así poder; seleccionar la definición más completa, o construir una nueva definición que consensúe las tres, denominada “propuesta armonizada” (12,21,32-35).

Tabla 2. Propuesta armonizada para características de peligrosidad.

Características de peligrosidad residuos peligrosos.		
1. Reactivos	2. Explosivo	3. Inflamable
<p>40 CRF 261.23</p> <p>Un residuo es reactivo si presenta una de las siguientes propiedades.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inestabilidad y facilidad para sufrir cambios violentos. 2. Reacciones violentas cuando se mezcla con agua. 3. Formación de mezclas potencialmente explosivas cuando se mezcla con agua. 4. Generación de vapores tóxicos cuando se mezcla con agua. 5. Material que contiene cianuro o sulfuro que genera vapores tóxicos cuando se expone a condiciones ácidas. 6. Facilidad de detonación o descomposición explosiva cuando se expone a presión o calor. 7. Facilidad de detonación o descomposición explosiva o reacción a temperaturas y presiones estándares. 8. Definido como explosivo prohibido o explosivo de la Clase A o B. <p>La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), considera a los residuos explosivos como un subgrupo de los residuos reactivos.</p>	<p>40 CRF 261.23.</p> <p>Un residuo es explosivo si presenta una de las siguientes propiedades:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) formar mezclas potencialmente explosivas con el agua; b) ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y 1 atm; c) ser una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico. 	<p>3.1 Comburente. UE 2008/98/CE.</p> <p>Se aplica a sustancias y preparados que presentan reacciones altamente exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias, en particular sustancias inflamables. Aunque una sustancia sea catalogada como comburente no significa que no pueda tener otra característica de peligrosidad.</p>
3. Inflamable	3. Inflamable	3. Inflamable
<p>3.2. Líquidos inflamables. UE 2008/98/CE.</p> <p>3.2.1 Fácilmente inflamables.</p> <p>se aplica a sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación inferior a 21 °C, o sustancias o preparados que puedan calentarse y finalmente inflamarse en contacto con el aire a temperatura ambiente sin aplicación de energía, o sustancias o preparados sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que continúen ardiendo o consumiéndose después del alejamiento de la fuente de ignición, o sustancias o preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal, o sustancias o preparados que, en contacto con agua o con aire húmedo, emitan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.</p> <p>3.2.2 Inflamable.</p> <p>se aplica a sustancias o preparados líquidos que tengan un punto de inflamación superior o igual a 21 °C y inferior o igual a 55 °C.</p>	<p>3.3 Sólidos y otros no líquidos inflamables. 40 CRF 261.21.</p> <p>No ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25 °C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego.</p>	<p>3.4. Sustancias que emiten gases inflamables. Basilea Anexo III 1992.</p> <p>Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables. Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.</p>

<p>3. Inflamable</p> <p>3.5 Oxidantes. 40 CRF 261.21.</p> <p>ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.</p>	<p>3. Inflamable</p> <p>3.6 Peróxidos orgánicos. Basilea Anexo III 1992.</p> <p>Peróxidos orgánicos. Las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente -o-o- son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición auto acelerada exotérmica.</p>	<p>4. Tóxico</p> <p>4.1. Nocivo. UE 2008/98/CE.</p> <p>Se aplica a sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada para la salud.</p>
<p>4. Tóxico</p> <p>4.2 Tóxicos. UE 2008/98/CE.</p> <p>Se aplica a sustancias y preparados (incluidos los preparados y sustancias muy tóxicos) que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>	<p>4. Tóxico</p> <p>4.3 Cancerígeno. UE 2008/98/CE.</p> <p>Se aplica a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.</p>	<p>4. Tóxico</p> <p>4.4 Teratogénico. UE 91/689/CEE.</p> <p>(Toxico para la reproducción) se aplica a las sustancias y los preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir malformaciones congénitas no hereditarias o aumentar su frecuencia.</p>
<p>4. Tóxico</p> <p>4.5 Ecotóxico. Basilea Anexo III 1992.</p> <p>Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.</p>	<p>4. Tóxico</p> <p>4.6 Mutagénico. UE 2008/98/CE.</p> <p>Se aplica a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.</p>	<p>4. Tóxico</p> <p>4.7 Lixiviación. Basilea Anexo III 1992.</p> <p>Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.</p>
<p>4. Tóxico</p> <p>4.8 Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua. UE 2008/98/CE.</p> <p>Sustancias o preparados que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire, agua o algún ácido.</p>	<p>5. Sustancias infecciosas</p> <p>UE 2008/98/CE.</p> <p>Se aplica a sustancias que contienen microorganismos viables, o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos.</p>	<p>6. Corrosivos</p> <p>Basilea Anexo III 1992.</p> <p>Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que, en caso de fuga, pueden dañar gravemente, o hasta destruir, otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.</p>
<p>7. Irritante</p> <p>UE 2008/98/CE.</p> <p>Se aplica a sustancias y preparados no corrosivos que puedan causar reacción inflamatoria por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas.</p>		

A continuación se presenta un análisis de la propuesta armonizada para cada una de las características de peligrosidad analizadas.

Reactividad. Con respecto a esta característica de peligrosidad solamente la EPA presenta deficiencia, por la cual se adopta esta definición como propuesta armonizada.

Explosivo. Material que presenta una de las siguientes propiedades: a) formar mezclas potencialmente explosivas con el agua; b) ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y 1 atm; c) ser una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico. Las tres regulaciones coinciden de forma genérica en la definición de sustancia explosiva. Basilea presenta una definición general y no establece parámetros ni puntos de comparación. La UE establece como referencia al dinitrobenzeno, ya que esta es una sustancia utilizada en los explosivos; mientras que la EPA establece características puntuales para clasificar una sustancia como explosiva e incluye además a las sustancias pirotécnicas. Por ello se adopta la definición dada por la EPA, al considerarse más completa.

Inflamabilidad. En esta categoría cada norma presenta sus propias subcategorías, Basilea incluye las siguientes (comburente, líquidos inflamables, sólidos y otros no líquidos inflamables, sustancias que emiten gases inflamables, oxidantes y peróxidos orgánicos), la UE incluye (comburente, fácilmente inflamables y inflamable), la EPA incluye (líquidos con puntos de ebullición menores a 60 °C, residuos en otros estados propensos a causar incendios por fricción, cambios químicos espontáneos, etc., y gas comprimido inflamable).

De acuerdo a lo anterior cada norma presenta diferentes subcategorías, por lo que para llevar a cabo la propuesta armonizada se procedió a fusionar las subcategorías de las tres normas obteniendo un mayor número de opciones para la clasificación de inflamabilidad, la cuales se describen a continuación.

Sustancias comburentes. Son sustancias y preparados que presentan reacciones altamente exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias, en particular sustancias inflamables. Aunque una sustancia sea catalogada como comburente no significa que no pueda tener otra característica de peligrosidad. Solo la UE establece definición para este tipo de sustancias, por lo cual, para la definición consensuada se adopta ésta.

Líquidos inflamables. Son aquellas sustancias y preparados líquidos que tienen un punto de inflamación inferior a 21 °C; o sustancias o preparados que puedan calentarse y finalmente inflamarse en contacto con el aire a temperatura ambiente sin aplicación de energía; o sustancias o preparados sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que continúen ardiendo o consumiéndose después del alejamiento de la fuente de ignición; o sustancias o preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal; o sustancias o preparados que, en contacto con agua o con aire húmedo emiten gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas. Basilea y EPA solo presentan una categoría, mientras que la UE establece dos subcategorías (fácilmente inflamables e inflamables), cada una con su propio punto de inflamabilidad. Por ello se adopta definición de la UE al considerarla más exhaustiva.

Inflamable. Se aplica a sustancias o preparados líquidos que tengan un punto de inflamación superior o igual a 21 °C y inferior o igual a 55 °C.

Sólidos y otros no líquidos inflamables. Son aquellos materiales que no son líquidos y son capaces de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25 °C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego. Basilea establece definición para sólidos inflamables y la EPA establece definición para no líquidos inflamables, en la cual se incluye a los gases com-

primidos inflamables y residuos en otros estados propensos a causar incendios. Además, la EPA establece punto de inflamabilidad y presión estándar, mientras que Basilea no establece punto de inflamabilidad, por lo tanto se adopta definición de la EPA.

Sustancias que emiten gases inflamables. Son sustancias o desechos que en contacto con el agua emiten gases inflamables. Sustancias o desechos que por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas. Solo Basilea presenta definición para sustancias que al entrar en contacto con el agua generan gases inflamables, por lo tanto se adopta esta definición.

Oxidantes. Son sustancias que pueden liberar oxígeno y, como resultado, estimulan la combustión y aumentan la intensidad del fuego en otro material. En este caso no existen diferencias significativas en la definición establecida por Basilea y la EPA. Para Basilea los oxidantes no se encuentran en la categoría de inflamabilidad, mientras que para EPA los oxidantes se encuentran dentro de los inflamables. Pero aún así la definición más completa es la dada por la EPA.

Peróxidos orgánicos. Son sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente -o-o-, siendo sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición auto acelerada exotérmica. Solo Basilea presenta definición para peróxidos orgánicos por lo tanto se adopta esta definición.

Toxicidad. En esta categoría cada norma presenta sus propias subcategorías, Basilea incluye las siguientes: tóxicos agudos, liberación de gases tóxicos, sustancias tóxicas con efectos retardados o crónicos, ecotóxicos y lixiviación; la UE incluye las siguientes: nocivo, tóxico, cancerígeno, teratogénico, mutagénico, liberación de gases tóxicos, lixiviación y ecotóxicos; y la EPA sólo incluye una subcategoría llamada tóxico la cual se define por el ensayo de lixiviación.

De acuerdo a lo anterior, las subcategorías que se tomaron como referencia para la propuesta armonizada son las definidas por la UE, ya que esta es la que presenta el mayor número de categorías.

Por lo tanto esta categoría se compone de las siguientes subcategorías: nocivo, tóxicos, cancerígeno, teratogénico, ecotóxico, mutagénico, lixiviación y liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua.

Nocivo. Se aplica a sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada para la salud. Solo UE presenta definición para esta sustancia, por lo tanto se adopta esta definición.

Tóxicos. se aplica a sustancias y preparados (incluidos los preparados y sustancias muy tóxicas), que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte. Basilea y UE presentan similitudes frente a la definición, la UE describe canal de entrada de la sustancia y la EPA presenta límites máximos permisibles para determinadas sustancias pero no presenta definición para esta subcategoría, por lo tanto se adopta definición de la UE.

Cancerígeno. Se aplica a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia. Basilea establece la carcinogénica como otro efecto, la UE establece que la carcinogénica es el efecto principal, por lo tanto se adopta definición de la UE.

Teratogénico o toxico para la reproducción. Se aplica a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir malformaciones congénitas no hereditarias o aumentar su frecuencia, o afectar en forma negativa a la función o capacidad reproductora masculina o femenina. Solo la UE presenta definición por lo tanto se adopta esta definición.

Ecotóxico. Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos. Basilea y UE, presentan similitudes frente a la definición. Basilea introduce concepto de bioacumulación, por lo tanto se adopta esta definición al considerarse mas completa.

Mutagénico. Se aplica a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia. Solo la UE presenta definición por lo tanto se adopta esta definición.

Lixiviación. Proceso por el que determinadas sustancias pueden, por algún medio, después de su eliminación dar origen a otra sustancia. Por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características de residuos peligroso. Basilea y UE presentan similitudes frente a la definición, se adopta definición de Basilea.

Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua. Son sustancias o preparados que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire, agua o algún ácido. Basilea establece que la sustancia con la que se puede reaccionar es aire o agua, la UE además de estas dos sustancias establece ácidos, la EPA cataloga a estas sustancias como reactivas y establece al agua y sustancias ácidas con las que se puede reaccionar, por lo tanto se adopta definición de la UE.

Sustancias infecciosas. Se aplica a sustancias que contienen microorganismos viables, o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos. La definición proporcionada por Basilea y la UE, presentan similitudes. Por otro lado, la EPA no presenta definición para esta categoría, por lo cual se adopta la definición dada por la UE por ser más restrictiva.

Corrosivo. Es aquella sustancia o desecho que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que, en caso de fuga, pueden dañar gravemente, o hasta destruir, otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros. Basilea establece que además de los daños a tejidos vivos puede causar daños a estructuras físicas, la EU solo establece daños a tejido vivos y la EPA establece como punto de referencia características químicas y físicas como el pH, y velocidad de corrosión en el acero, por lo tanto se adopta definición de Basilea.

Irritante. Se aplica a sustancias y preparados no corrosivos que puedan causar reacción inflamatoria por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas. Solo la UE presenta definición para esta categoría por lo tanto se adopta esta definición.

Métodos de ensayo para la identificación/clasificación y valores de referencia de residuo.

En este apartado se hace una recopilación de algunos de los principales métodos de prueba utilizados a nivel internacional, para determinar características de peligrosidad, tales como: corrosividad, reactividad, inflamabilidad, explosividad y toxicidad. Estos ensayos permiten determinar si un residuo tiene o no características de peligrosidad, cuando no se posee información detallada sobre el origen del residuo o sobre las características que este posee (39-51). Así mismo estos métodos se convierten en una herramienta para la desclasificación de residuos peligrosos de los listados de residuos.

En las siguientes tablas se presentan los resultados correspondientes a la revisión bibliográfica para determinar los principales métodos de laboratorio utilizados internacionalmente para la definición de características de peligrosidad.

Tabla 3. Método de prueba para la identificar características de corrosividad.

Métodos de prueba seleccionados	Descripción	Métodos estandarizados de referencia
Corrosividad		
Medición eléctrica de pH	Este método mide el pH de desechos acuosos y de múltiples fases en los cuales la fase acuosa constituya al menos el 20% del volumen total del desecho.	Método 9040C. Medición de pH electrométrica. SW 846. EPA.
Corrosión del acero	El método mide la corrosividad al acero de desechos líquidos acuosos y no acuosos. Con base en los resultados obtenidos se puede identificar si el desecho presenta la característica de corrosividad como un peligro físico.	Method 1110A Corrosivity Toward Steel SW- 846. NACE Internacional the corrosion society. Estándar Test Method. Laboratory Corrosion Testing of Metals NACE Standard TM0169-2000 item No. 21200.

Tabla 4. Método de prueba para la identificar características de reactividad.

Métodos de prueba seleccionados	Descripción	Métodos estandarizados de referencia
Reactividad		
Método de prueba para sólidos pirofóricos	Aplicable a sustancias en estado sólido. Determina la capacidad de una sustancia en este estado para experimentar combustión espontánea al ser expuesta al aire.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba N.2.
Método de prueba para líquidos pirofórico	Aplicable a sustancias líquidas. Determina la capacidad de una sustancia en este estado para experimentar combustión espontánea.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba N.3.
Método de prueba para sólido que pueden experimentar calentamiento espontaneo	Aplicable a sustancias en estado sólido. Determina la capacidad de una sustancia en este estado para experimentar calentamiento espontáneo por oxidación.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba N.4.
Método de prueba para sustancias que en contacto con agua desprenden gases inflamables	Determina la capacidad de una sustancia para desprender gases inflamables al entrar en contacto con agua.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba N.5.
Método de prueba para sustancias comburentes solidas	Aplicable a sustancias sólidas. Permite determinar si un sólido tiene la capacidad para aumentar la velocidad o intensidad de combustión de una sustancia combustible con la que forme una mezcla homogénea.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba O.1.

Tabla 5. Método de prueba para la identificar características de inflamabilidad.

Métodos de prueba seleccionados	Descripción	Métodos estandarizados de referencia
Inflamabilidad		
Punto de inflamación	Aplicable a las sustancias líquidas cuyos vapores pueden ser inflamados por fuentes de ignición.	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN
Inflamabilidad de líquidos	Aplicable a líquidos, principalmente derivados del petróleo. Permite determinar el punto de inflamabilidad de una sustancia en un rango de temperatura de 40 a 360 °C	Norma ASTM D:93 -02a
Inflamabilidad de sólidos	Método solo aplicable a las sustancias en polvo, granuladas o pastosas. No englobar todas las sustancias que pueden inflamarse, sino únicamente aquellas que se queman muy rápidamente o cuya forma de combustión es, de una forma u otra, particularmente peligrosa, solo se considerarán como fácilmente inflamables las sustancias cuya velocidad de combustión sobrepase un cierto límite.	Reglamento (CE) No 440/2008 de la comisión.
Inflamabilidad de gases	El presente método permite determinar si los gases mezclados con el aire a temperatura (alrededor de 20 °C) y presión ambiente son inflamables.	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN
Inflamabilidad (en contacto con el agua)	Este método de ensayo puede utilizarse para determinar si la reacción de una sustancia con el agua o el aire húmedo ocasiona el desprendimiento de una cantidad peligrosa de un gas o de varios gases, que puedan ser fácilmente inflamables.	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN
Propiedades pirofóricas de sólidos y líquidos	El procedimiento del ensayo es aplicable a las sustancias sólidas y líquidas que pueden inflamarse espontáneamente poco tiempo después de haber entrado en contacto con el aire a temperatura ambiente (alrededor de 20 °C).	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN

Tabla 6. Método de prueba para la identificar características de explosividad.

Métodos de prueba seleccionados	Descripción	Métodos estandarizados de referencia
Explosividad		
Propiedades explosivas (sensibilidad a estímulos mecánicos – choque y fricción)	Determina si una sustancia sólida o pastosa presenta o no peligro de explosión cuando se expone al efecto de una llama (sensibilidad térmica) o a un choque o fricción (sensibilidad a estímulos mecánicos), y si una sustancia líquida presenta peligro de explosión a una llama o un choque	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN
Prueba de excitación con barrera interpuesta	Aplicable a sustancias líquidas y sólidas. Permite determinar si una sustancia en condiciones de espacio limitado, al ser sometida a la detonación producida por una carga multiplicadora, tiene la capacidad de propagar dicha detonación.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba 1 a).
Prueba de sensibilidad ante condiciones de calor intenso - Prueba koenen	Aplicable a sustancias en estado sólido y líquido. Permite determinar los efectos que causaría la ignición de la sustancia en espacios limitados con el fin de establecer si la ignición puede provocar una deflagración de violencia explosiva.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba 1 b).
Prueba para determinar el efecto de la inflamacion en espacio limitado - prueba de tiempo/presion	Aplicable a sustancias sólidas y sustancias en estado coloidal. Permite determinar la tendencia de una sustancia a experimentar una transición de deflagración a detonación.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba N.4.
Prueba para determinar el efecto de la inflamacion en espacio limitado - prueba de inflamacion interior	Aplicable a sustancias sólidas y sustancias en estado coloidal. Permite determinar la tendencia de una sustancia a experimentar una transición de deflagración a detonación.	UNECE - Manual de Pruebas y Criterios- Prueba 1 c) ii.

Tabla 7. Método de prueba para la identificar características de toxicidad.

Métodos de prueba seleccionados	Descripción	Métodos estandarizados de referencia
Toxicidad		
Procedimiento de lixiviación para la característica de Toxicidad - TCLP	Este método está diseñado para determinar la movilidad de los analitos orgánicos e inorgánicos presentes en un desecho líquido, sólido o de múltiples fases.	Método 1311. Procedimiento de lixiviación para la característica de toxicidad. SW 846. Revisión 0 Julio 1992
Procedimiento de Lixiviación de Precipitación Sintética - SPLP	Este método está diseñado para determinar la movilidad de los analitos orgánicos e inorgánicos presentes en un desecho líquido, sólido o de múltiples fases.	Método 1311. Procedimiento de lixiviación para la característica de toxicidad. SW 846. Revisión 0 Julio 1992
Toxicidad aguda. Método de dosis fija.	Los métodos tradicionales para evaluar la toxicidad aguda utilizan la muerte de los animales como parámetro. En 1984 la British Toxicology Society propuso un nuevo enfoque de los ensayos de toxicidad aguda basado en la administración de una serie de dosis fijas. Este enfoque evitaba recurrir a la muerte de los animales como parámetro y se basaba, en cambio, en la observación de signos claros de toxicidad a un nivel determinado de una serie de dosis fijas.	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN
Ensayo de inmovilización aguda de Daphnia SP. Este método es equivalente a las directrices de ensayo de la OCDE TG 202 (2004).	El presente método describe un ensayo de toxicidad aguda para evaluar los efectos de las sustancias químicas en los dáfnidos.	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN
Toxicidad aguda en peces	El objeto de este ensayo es determinar la toxicidad letal aguda de una sustancia en peces de agua dulce. Es conveniente disponer, en la medida de lo posible, de una amplia información sobre la hidrosolubilidad, la presión de vapor, la estabilidad química, las constantes de disociación y la biodegradabilidad de la sustancia de ensayo, con el fin de seleccionar el método de ensayo más apropiado (estático, semiestático, dinámico), que permita garantizar concentraciones constantes de la sustancia de ensayo durante todo el período de ensayo.	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN
Ensayo de inhibición de algas	El objeto de este ensayo es determinar los efectos de una sustancia sobre el crecimiento de una especie de alga verde unicelular. Ensayos relativamente breves (72 horas) pueden valorar los efectos sobre varias generaciones. Este método puede adaptarse para ser utilizado con diferentes especies de algas unicelulares, en cuyo caso se proporcionará, junto con el informe del ensayo, una descripción del método utilizado.	Reglamento (CE) No 440/2008 DE LA COMISIÓN

Ventajas e inconvenientes de los tres sistemas analizados para la identificación de residuos.

En este apartado se analizan las principales ventajas e inconvenientes que presentan las tres normas analizadas para la identificación de un residuo, este análisis se realizó a través del siguiente ejercicio de aplicación.

Ejercicio de aplicación, clasificar e identificar de acuerdo a los listados de Basilea, LER y la EPA (12,23-26,36-38) el siguiente residuo: *fosfóyeso*.

El fosfóyeso es un residuo blanco procedente de la producción industrial de ácido fosfórico, obtenido por vía húmeda mediante la digestión del fosfato roca (materia prima) con ácido sulfúrico. El componente mayoritario (sobre el 90-95%) es sulfato cálcico dihidratado, con fórmula $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Cuando la materia (roca fosfatada) es de origen sedimentario suele tener elevadas concentraciones de uranio, y como consecuencia de todos los radionucleidos pertenecientes a la cadena del U.

La identificación para cada uno de los listados se presenta a continuación en la Figura 1.

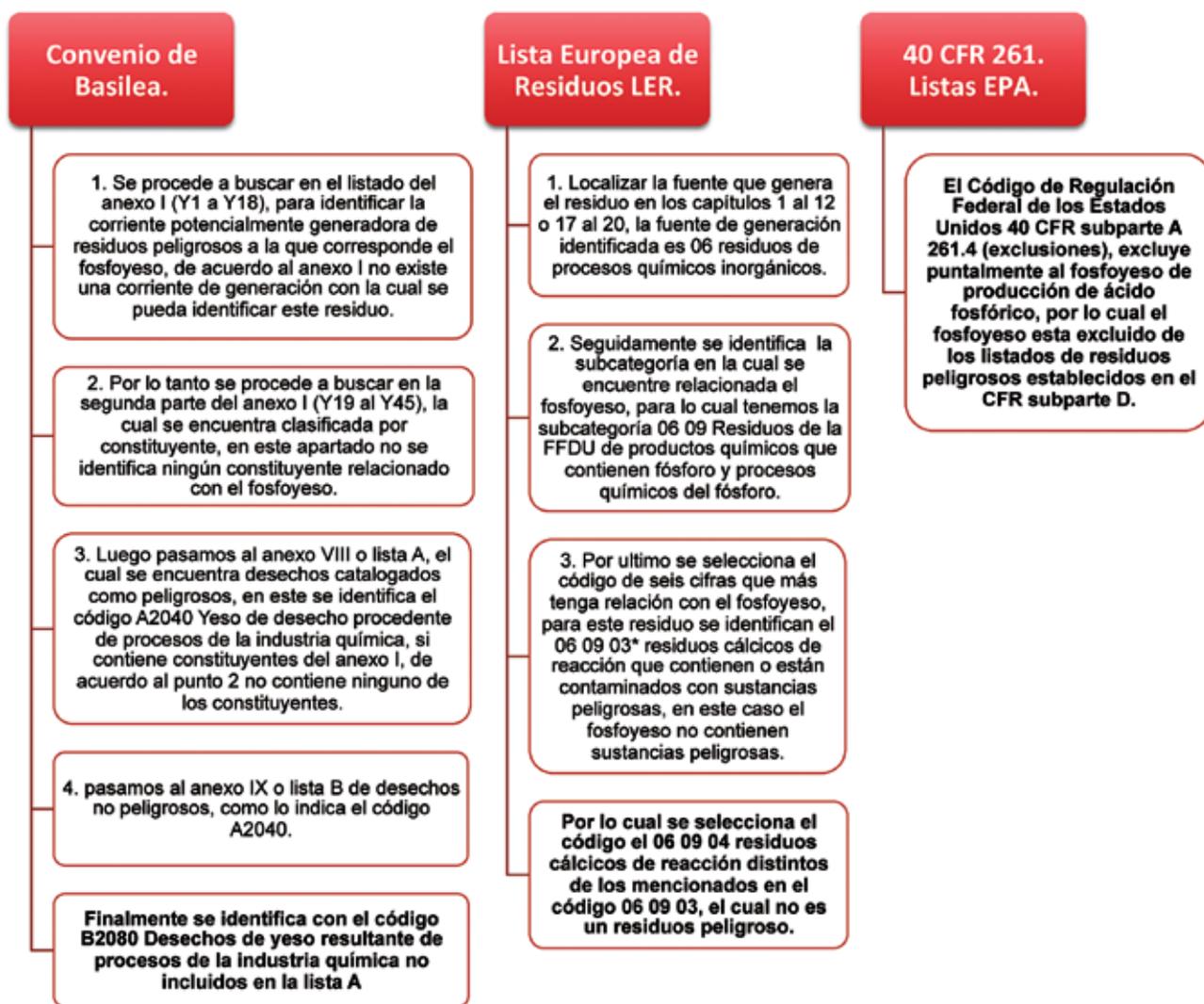


Figura 1. Proceso para la Identificación del fosfóyeso de acuerdo al Convenio de Basilea, LER y 40 CFR 261.

A continuación se analizan las ventajas e inconvenientes más relevantes observadas durante el desarrollo del ejercicio de aplicación.

Convenio de Basilea

Este Convenio presenta varios tipos de listados, como los de corrientes de generación (anexo I, Y1 a Y18), constituyentes (anexo I, Y19 a Y45), residuos específicos peligrosos (anexo VIII) o residuos específicos no peligrosos (anexo IX), que permiten la identificación detallada de un residuo. Sin embargo, esta variedad de listados dificulta la identificación, ya que en el ejercicio de búsqueda el investigador se podría quedar solo en las categorías de corriente de generación Y1 a Y18 las cuales son muy generales y no permiten una identificación detallada. Por lo tanto es sumamente importante conocer los constituyentes del residuo y las características de peligrosidad asociadas al mismo, para así facilitar el proceso de búsqueda en los listados.

El ejemplo del fosfoyeso para Basilea, permitió evidenciar la exhaustividad que tienen los anexos de este convenio para la identificación de un residuo. Debido que para poder determinar que un residuo es no peligroso; primero hay que revisar que este no posea ninguno de los constituyentes que se encuentran en el anexo I (Y19 a Y45) para así poderlo clasificar en el anexo IX como residuo no peligroso, con el código B2080, Desechos de yeso resultante de procesos de la industria química no incluidos en la lista A. Lo anterior refleja otra de las ventajas que tiene Basilea al poder identificar residuos clasificados como no peligrosos en sus listados; lo cual posibilita que un residuo de un proceso específico sea gestionado como no peligroso, reduciendo así los costes en la gestión de residuos.

Lista Europea de Residuos LER. Esta lista a diferencia de Basilea y los listados propuestos por la EPA presenta un listado completo consolidado donde se incluyen; residuos peligrosos y no peligrosos, clasificados por categorías y subcategorías, lo cual se convierte en una de las principales ventajas, ya que permite ir desde lo general a lo particular, cir-

cunstancia muy favorable para facilitar la identificación de un residuo.

Por otro lado, la LER deja abierta la posibilidad para clasificar al fosfoyeso como peligroso o no peligroso, ya que presenta dos códigos el 06 09 03* residuos cálcicos de reacción que contienen o están contaminados con sustancias peligrosas; o el 06 09 04 residuos cálcicos de reacción distintos de los mencionados en el código 06 09 03. Como sustancia peligrosa LER designa a cualquier sustancia que haya sido o vaya a ser clasificada como peligrosa en la Directiva 67/548/CEE y sus posteriores modificaciones; “metal pesado” designa cualquier compuesto de antimonio, arsénico, cadmio, cromo (VI), cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, telurio, talio y estaño, así como estas sustancias en sus formas metálicas, siempre que estén clasificadas como sustancias peligrosas.

Listados propuestos por la EPA. Esta presenta varios tipos de categorías, como el de fuente no específicas (lista F), fuentes específicas (lista K) y descartes de productos químicos y formulaciones comerciales (lista P y U), dicha clasificación facilita la identificación de residuos, ya que al conocerse la fuente de donde proviene el residuo se puede realizar la identificación en el listado correspondiente. Otra de las ventajas significativas que presentan estos listados, es que todos los residuos además del código de clasificación tienen asignados una o más características de peligrosidad (I, C, R, E, H y T), información relevante para la gestión del residuo.

La lista K de fuentes específicas y las listas P y U descartes de productos químicos y formulaciones comerciales, permite exhaustividad a la hora de identificar un residuo peligroso, ya que indican puntualmente el constituyente del residuo y la procedencia.

La EPA tiene un apartado solo para exclusiones, donde se incluyen todos los residuos que no son catalogados como peligrosos, lo cuales tienen su propia normativa. Por tal razón el fosfoyeso, tal

como se indica en la tabla 5.3, no está identificado en los listados, ya que el Código de Regulación Federal de los Estados Unidos 40 CFR subparte A 261.4 (exclusiones), excluye puntalmente al fosfoyeso de producción de ácido fosfórico.

Por último no se podría establecer con exactitud cual de las tres normas permite una mejor identificación de residuos peligrosos, ya que cada una de ellas presenta criterios diferentes, tal como se ha visto en los apartados anteriores. Por otro lado cada norma obedece a necesidades puntuales y al desarrollo normativo de cada país donde se desarrolla. Sin embargo, Basilea por ser un Convenio Internacional para el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, obedece a necesidades conjuntas de los países que forman parte del convenio. De igual forma la lista Europea de Residuos LER obedece a las necesidades conjuntas de todos los países miembros de la Unión Europea.

Discusión

Una vez estudiadas y comparadas las normativas más relevantes a nivel internacional para la caracterización y clasificación de un residuo como peligroso o no, se procede a realizar la discusión de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación.

Las tres normas analizadas coinciden en que un residuo es peligroso cuando presentan características descritas en sus listados. Sin embargo, cada regulación presenta diferencias frente a la categoría de residuo peligroso, las definiciones y los valores de referencia para determinar las características de peligrosidad. Este hecho pone de manifiesto que no existe un único proceder a nivel internacional en lo que a residuos peligrosos se refiere.

Con respecto a las exclusiones de residuos peligrosos de las normas analizadas, las tres regulaciones presentan diferentes tipos de residuos excluidos de sus listados. En este sentido queda reflejada la diferencia entre los criterios definidos por cada norma

para excluir residuos; las necesidades puntuales y el desarrollo normativo que tiene cada país donde se desarrolló la norma.

Queda claro que a nivel internacional existe una gran cantidad de métodos de medida estandarizados para la identificación o medida de las características de peligrosidad, lo cual posibilita la desclasificación de residuos como peligrosos de los listados de residuos peligrosos, dando aportes significativos para la gestión de residuos a nivel internacional. Sin embargo, es necesario realizar una revisión detallada de los valores de referencia establecidos por cada método, ya que estos pueden variar dependiendo de la normativa consultada.

El ejercicio de identificar residuos peligrosos en los listados analizados presenta varias limitaciones cuando no se conoce con certeza los constituyentes, las características de peligrosidad asociadas y la fuente de generación del residuo. Además, a esto se suma la variedad de listados propuestos por algunas de las normas, lo cual hace complejo el proceso de identificación de residuos peligrosos en los listados.

La LER presenta un listado consolidado (no cerrado) donde se incluyen residuos peligrosos y no peligrosos, clasificados por categorías y subcategorías, lo cual se convierte en una de las principales ventajas de este listado, ya que permite ir desde lo general a lo particular, circunstancia muy favorable para facilitar la identificación de un residuo. Por otro lado, la EPA y Basilea presentan varios listados lo cual dificulta la identificación de residuos.

Las listas propuestas por Basilea y la EPA permiten una mayor exhaustividad en la identificación de un residuo peligroso, ya que ofrecen información más detallada sobre el residuo. La EPA, a diferencia de Basilea y LER asigna a los residuos que se encuentran en sus listados un código para identificar las características de peligrosidad asociadas, lo cual ofrece información importante para la gestión del mismo.

Así mismo, no es posible establecer con exactitud cuál de las tres normas permite una mejor identificación de residuos peligrosos, ya que cada regulación presenta criterios diferentes de identificación y clasificación. Además, cada una de ellas obedece a necesidades puntuales y al desarrollo normativo de cada país donde fue desarrollada. Sin embargo, Basilea por ser un Convenio Internacional para el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, obedece a la necesidades conjuntas de países que forman parte del convenio. Lo mismo ocurre con la Lista Europea de Residuos, LER, ya que obedece a necesidades conjuntas de todos los países miembros de la Unión Europea.

A nivel internacional cada país desarrolla su normativa para el control interno de los residuos peligrosos, de acuerdo a su desarrollo normativo y necesidades puntuales, en algunos casos adoptan los anexos del Convenio de Basilea como es el caso de Argentina y Colombia, o desarrollan sus propios listados como es el caso de los Estados Unidos, o toman como referencia las regulaciones de otros países con un mayor desarrollo normativo, como es el caso de Costa Rica y México que presentan similitudes a la norma establecida por los Estados Unidos.

Agradecimientos

Al Dr. Juan Pedro Bolívar Raya y al Dr. Manuel Gázquez, del Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva, España, por su apoyo en la dirección de la tesis de maestría: Estudio comparativo de las normas relevantes a nivel internacional para la definición, clasificación, exclusión, desclasificación e identificación de residuos peligrosos.

Referencias

1. Decreto 27000MINAE, reglamento sobre las características y el listado sobre los desechos peligrosos. Diario Oficial del Gobierno de Costa Rica, (29 de Junio de 1998).
2. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación. DOF: 23/06/2006, (23 de Junio de 2006).
3. Decreto No. 831/1993, reglamentación de la Ley 24051 de residuos peligrosos. Boletín Oficial de la Republica de Argentina, Número 27.630, (03 de mayo de 1993).
4. Decreto 4741 de 2005, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Diario Oficial de la Republica de Colombia, Número 46.137, (30 de diciembre de 2005).
5. Riechmann, J. Biomimesis, ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención. Madrid, España: Catarata; 2006.
6. Cheremisinoff, N. P. Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies. United States of America: Butterworth Heinemann; 2002.
7. El-Haggag, S. Sustainable Industrial Design and Waste Management. Cairo, Egypt: Elsevier Ltd; 2007
8. Ministerio del Medio Ambiente (Colombia). Política para la gestión integral de residuos. Ministerio de Ambiente; 1997.
9. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Colombia). Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos; Ministerio de Ambiente; 2005.
10. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (Colombia). Gestión integral de residuos o desechos peligrosos, bases conceptuales. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; 2007.
11. Martínez, J. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Montevideo, Uruguay: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe; 2005.
12. Organización de las Naciones Unidas ONU. Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP; 1989.
13. Directiva del Consejo 75/442/CEE, relativa a los residuos (con las modificaciones de la Directiva del Consejo 91/156/CEE de 18 de marzo de 1991). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número 15 vol 01, (15 de julio de 1975).
14. Directiva del Consejo 91/156/CEE, por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 78/32, (18 de marzo de 1991).
15. Directiva del Consejo 91/689/CEE, relativa a residuos peligrosos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 377/20, (12 de Diciembre de 1991).
16. Decisión de la Comisión 94/3/CE, por la que se establece el procedimiento de notificación de interceptación de envíos u organismos nocivos procedentes de terceros países que presentan un peligro fitosanitario inminente. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 5/15, (5 de febrero de 1994).

17. Directiva del Consejo 94/31/CE, Por la que se modifica la Directiva 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 168/28, (27 de junio de 1994).
18. Reglamento de la Comisión 96/350/CE, por la que se adaptan los Anexos II A y II B de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 135/32, (24 de mayo de 1996).
19. Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 1999/45/CE, sobre la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros relativas a la clasificación, el envasado y el etiquetado de preparados peligrosos, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 200/1, (31 de mayo de 1999).
20. Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 2006/12/CE, relativa a los residuos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 114/9, (5 de abril de 2006).
21. Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 2008/98/CE, sobre los residuos y por la que se deroga determinadas Directivas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 312/3, (19 de Noviembre de 2008).
22. Reglamento del Consejo 259/93, relativo a la vigilancia y al control de los traslados de residuos en el interior, a la entrada y a la salida de la Comunidad Europea. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 30/01, (01 de febrero de 1993).
23. Decisión del Consejo 94/904/CE, por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del artículo 1, apartado 4, de la Directiva 91/689/CEE. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 356/14, (22 de diciembre de 1994).
24. Decisión de la Comisión 2000/532/CE, que sustituye a la Decisión 94/3/CE 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 y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 226/3, (3 de mayo de 2000).
25. Decisión de la Comisión 2001/118/CE, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE en lo que se refiere a la lista de residuos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 47/1, (16 de enero de 2001).
26. Decisión de la Comisión 2001/119/CE, que modifica la Decisión 2000/532/CE que sustituye a la Decisión 94/3/CE 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 y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 47/32, (22 de enero de 2001).
27. 40 CFR 261.2 Definition of solid waste. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
28. 40 CFR 261.3 Definition of hazardous waste. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
29. 40 CFR 261.4 Exclusions. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
30. 40 CFR 261.10 Criteria for identifying the characteristics of hazardous waste. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
31. 40 CFR 261.11 Criteria for listing hazardous waste. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
32. 40 CFR 261.21 Characteristic of ignitability. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
33. 40 CFR 261.22 Characteristic of corrosivity. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
34. 40 CFR 261.23 Characteristic of reactivity. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
35. 40 CFR 261.24 Toxicity characteristic. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
36. 40 FR 261.31 Hazardous wastes from non-specific sources. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
37. 40 FR 261.32 Hazardous wastes from specific sources. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
38. 40 FR 261.33 Discarded commercial chemical products, off specification species, container residues, and spill residues thereof. Code of Federal Regulations, Class Number AE 2.106/3:40/, (01-07-2012).
39. Environmental Protection Agency EPA (sede Web). U.S: EPA; (actualizado 15 de noviembre de 2012; acceso 14 de julio de 2013). Method 1110A. Corrosivity Toward Steel; (6 páginas). Disponible en: <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/1110a.pdf>
40. Environmental Protection Agency EPA (sede Web). U.S: EPA; (actualizado 15 de noviembre de 2012; acceso 14 de julio de 2013). Method 1311. Toxicity Characteristic Leaching Procedure; (35 páginas). Disponible en: <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/1311.pdf>
41. Environmental Protection Agency EPA (sede Web). U.S: EPA; (actualizado 15 de noviembre de 2012; acceso 14 de julio de 2013). Method 9040C pH Electrometric Measurement; (5 páginas). Disponible en: <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/9040c.pdf>
42. The National Association of Corrosion Engineers (NACE). Estándar Test Method Laboratory Corrosion Testing of Metals TM0169-2000 item No. 21200. NACE; 2000.
43. United Nations Economic Commission for Europe UNECE (sede Web). Europe: UNECE; (actualizado en 2008; acceso 14 de julio de 2013). Parte III Procedimientos de Clasificación, Métodos de Prueba y Criterios Relativos a La Clase 3, la Clase 4, la División 5.1 y la Clase 9. Prueba N.2 Método de prueba para sólidos pirofóricos. (página 430). Disponible en: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev4/Spanish/04S_part3.pdf
44. United Nations Economic Commission for Europe UNECE (sede Web). Europe: UNECE; (actualizado en 2008; acceso 14 de julio de 2013). Parte III Procedimientos de Clasificación, Métodos de Prueba y Criterios Relativos a La Clase 3, la Clase 4, la División 5.1 y la Clase 9. Prueba N.3: Método de prueba para líquidos pirofóricos. (páginas 431 - 432). Disponible en: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev4/Spanish/04S_part3.pdf

45. United Nations Economic Commission for Europe UNECE (sede Web). Europe: UNECE; (actualizado en 2008; acceso 14 de julio de 2013). Parte III Procedimientos de Clasificación, Métodos de Prueba y Criterios Relativos a La Clase 3, la Clase 4, la División 5.1 y la Clase 9. Prueba N.4: Método de prueba para sólido que pueden experimentar calentamiento espontaneo. (páginas 433 - 436). Disponible en: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev4/Spanish/04S_part3.pdf
46. United Nations Economic Commission for Europe UNECE (sede Web). Europe: UNECE; (actualizado en 2008; acceso 14 de julio de 2013). Parte III Procedimientos de Clasificación, Métodos de Prueba y Criterios Relativos a La Clase 3, la Clase 4, la División 5.1 y la Clase 9. Prueba N.5: Método de prueba para sustancias que en contacto con agua desprenden gases inflamables . (páginas 437 - 439). Disponible en: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev4/Spanish/04S_part3.pdf
47. United Nations Economic Commission for Europe UNECE (sede Web). Europe: UNECE; (actualizado en 2008; acceso 14 de julio de 2013). Parte III Procedimientos de Clasificación, Métodos de Prueba y Criterios Relativos a La Clase 3, la Clase 4, la División 5.1 y la Clase 9.. Prueba O.2 Prueba para sustancias comburentes sólidas . (páginas 443 - 447). Disponible en: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev4/Spanish/04S_part3.pdf
48. United Nations Economic Commission for Europe UNECE (sede Web). Europe: UNECE; (actualizado en 2008; acceso 14 de julio de 2013). Parte I. Procedimientos de Clasificación, Métodos de Prueba y Criterios Relativos a Los Explosivos de La Clase 1. Prueba 1 a): Prueba de excitación con barrera interpuesta. (páginas 38 - 40). Disponible en: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev4/Spanish/02S_part1.pdf
49. United Nations Economic Commission for Europe UNECE (sede Web). Europe: UNECE; (actualizado en 2008; acceso 14 de julio de 2013). Procedimientos de Clasificación, Métodos de Prueba y Criterios Relativos a Los Explosivos de La Clase 1. Prueba 1 b): Prueba Koenen. (páginas 41 - 47). Disponible en: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev4/Spanish/02S_part1.pdf
50. Resolución 0062, por la cual se adoptan los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país. Diario Oficial de la Republica de Colombia, Número 46.703, (28 de julio de 2007).
51. Reglamento de la Comisión 440/2008 CE, por el que se establecen métodos de ensayo de acuerdo con el Reglamento (CE) no 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Número L 142/1, (30 de mayo de 2008).