

BASES PARA INTEGRAR PLANES DE MANEJO DE SOLVENTES ORGÁNICOS USADOS

Dra. Cristina Cortinas de Nava¹

Contenido

Introducción _____	2
Guías Técnicas sobre Residuos Peligrosos de la Producción y Uso de Solventes Orgánicos _____	3
Introducción _____	3
Opciones de Manejo de Residuos _____	4
Consideraciones Legislativas Generales para el Manejo de Residuos _____	11
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos _____	12
Anexo 1. Lista de Algunos Solventes Usados Comúnmente _____	20
Anexo 2. Usos de Algunos Solventes/Generación de Residuos por la Industria _____	22

¹ La responsabilidad de las opiniones e ideas vertidas en este documento es sólo de la autora del mismo, quien colaboró en la formulación y proceso de dictamen de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de México, en la cual se establece la obligación de formular planes de manejo para los disolventes orgánicos usados.

Introducción

El uso de los disolventes orgánicos está ampliamente difundido, no sólo en la industria y empresas de servicios, sino también a nivel domiciliario. La peligrosidad de éstos depende de sus características que les confieren la capacidad de inflamarse, explotar o de causar efectos tóxicos variados, tanto agudos como crónicos, en seres humanos y otros organismos de la biota; razón por la cual su manejo está regulado.

Para prevenir o reducir la generación y disposición inadecuada de los residuos de los disolventes orgánicos en las distintas actividades en las que se generan éstos, así como para aprovechar su valor, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de México, que entró en vigor en enero de 2004, prevé el establecimiento de planes de manejo cuya formulación debe tener lugar en un plazo no mayor a dos años tras de su entrada en vigor.

Aunque en el texto de la propia Ley se proporcionan indicaciones acerca de los elementos y procedimientos a seguir para la formulación e implantación de los planes de manejo de los residuos peligrosos listados en su artículo 31, entre los cuales se encuentran los disolventes orgánicos, también se prevé que se establezcan disposiciones adicionales en el Reglamento de la Ley, así como en las normas oficiales mexicanas en la materia, los cuales deberán elaborarse en un plazo determinado en la misma.

Para contribuir a sustentar estos planes de manejo, así como las disposiciones reglamentarias y normativas al respecto, se ha preparado este documento con base en las Guías Técnicas sobre Residuos Peligrosos de la Producción y Uso de Solventes Orgánicos (Y6) (traducidas al español por la autora de este documento, por lo que no pueden ser consideradas como una versión oficial), elaboradas en el marco del Convenio de Basilea sobre movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su disposición, del que México es Parte, así como en las disposiciones de la Ley que son aplicables al manejo de los disolventes orgánicos persistentes.

Dado el uso extendido de los disolventes orgánicos a nivel domiciliario y en diferentes actividades comerciales y de servicios (por ejemplo, tintorerías, imprentas, talleres mecánicos) y la generación de residuos de éstos en pequeñas cantidades, en otros países las autoridades ambientales han diseñado programas destinados a facilitar su manejo ambientalmente adecuado los cuales pueden ser de utilidad para el establecimiento de los planes de manejo para microgeneradores de residuos peligrosos previstos en la Ley. Por ello, más adelante se abordará este tema y se difundirá el análisis correspondiente a fin de complementar este documento.

Guías Técnicas sobre Residuos Peligrosos de la Producción y Uso de Solventes Orgánicos (Y6)

Estas guías técnicas tienen como principal propósito proporcionar orientación a los países que están construyendo su capacidad para manejar residuos en forma ambientalmente adecuada y eficiente, así como en su desarrollo de procedimientos detallados o de planes o estrategias de manejo de los mismos. No deben de emplearse aisladamente por parte de las autoridades competentes para consentir o rechazar un movimiento transfronterizo de residuos peligrosos, ya que no son suficientemente completas para el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos y otros residuos, como se define en el Convenio de Basilea. Estas guías técnicas tienen que ver con residuos generados y dispuestos a nivel nacional, así como aplican a residuos importados como resultado de un movimiento transfronterizo, o que provienen del tratamiento de residuos importados.

Es necesario considerar este documento junto con el Documento sobre la Guía para Desarrollar Estrategias Nacionales y/o Regionales para el Manejo Ambientalmente Adecuado de los Residuos Peligrosos (SBC Publication - Basel Convention Highlights No. 96/001 - Diciembre 1995) adoptada en su segunda reunión por la Conferencia de las Partes. En particular, se debe prestar, atención especial al marco legal nacional/doméstico y a las responsabilidades de las autoridades competentes.

Introducción

1. Muchas sustancias orgánicas presentan propiedades de tipo solvente. Aunque cualquier intento de estimar su número en uso regular o común involucra un juicio subjetivo, se sugiere que alrededor de 60 sustancias caen en esta categoría. En el Anexo 1 se enlistan estas sustancias, junto con alguna información acerca de sus propiedades.

2. Los solventes pueden categorizarse de diferentes maneras, por ejemplo por aplicación industrial, por familia química, o por alguna descripción basada en sus propiedades. En el Anexo 2 se muestran grupos de solventes por tipo o familia química.

3. Los solventes despliegan una amplia gama de propiedades y características. Muchos son muy inflamables, otros altamente inflamables, muchos son volátiles y se evaporan muy rápido para liberar vapores. Tales vapores pueden ser tóxicos o inflamables; los vapores inflamables en espacios confinados pueden ser explosivos. Las propiedades tóxicas que presentan pueden ser muy variadas e incluyen su capacidad carcinogénica, narcótica, ecotóxica y aún mutagénica o teratogénica. Los solventes pueden ser más o

menos densos que el agua, las sustancias más densas se van al fondo de las corrientes de agua o de los recipientes, etcétera. Mientras algunos solventes son totalmente miscibles en agua, otros no y prácticamente no muestran ninguna solubilidad en agua.

4. Los solventes tienen tres áreas principales de uso: como agentes limpiadores, como materia prima o insumo en la producción y manufactura de otras sustancias, como medio de acarreo y/o dispersión en procesos de síntesis química. Los usuarios pueden incluir muchos sectores industriales y el comercio, sin mencionar las aplicaciones domésticas. Entre los principales usuarios se encuentran:

- **Limpieza:** Electrónica, acabado de metales, limpieza en seco (tintorerías).
- **Materia prima:** Pinturas, resinas adhesivos, plásticos.
- **Medio de acarreo:** Sustancias inflamables, medicamentos, agroquímicos.

5. Los residuos que derivan de los solventes y su uso son habitualmente clasificados como peligrosos. Los residuos cubren un amplio espectro de composición y forma física; aún los residuos producidos por una misma planta o proceso pueden presentar variaciones considerables. Sin embargo, comúnmente se considera que los residuos de solventes caen en las siguientes cuatro categorías:

- **Alto contenido solvente:** frecuentemente relativamente limpios, derivados de procesos de limpieza y lavado.
 - **Alto contenido orgánico:** solventes más otros productos de reacción y subproductos – de síntesis/manufactura de otras sustancias.
 - **Bajo contenido orgánico:** residuos altamente acuosos, de procesos químicos, lavados y extracciones.
 - **Lodos sólidos/semi-sólidos:** subproductos de manufactura, residuos del reciclado y residuos de procesos de limpieza.

6. El uso de solventes puede conducir, particularmente en el caso de sustancias volátiles, a pérdidas relativamente altas durante su uso. A éstas se les conoce comúnmente como “pérdidas o emisiones fugitivas”.

Opciones de Manejo de Residuos

7. Los residuos de solventes comprenden un amplio rango de características físicas y químicas. La parte solvente del residuo puede constituir una proporción grande o pequeña del total. El balance puede ser material sólido o líquido, y puede consistir de sustancias inertes/semi-inertes u otros constituyentes peligrosos de naturaleza orgánica o inorgánica. Consecuentemente, los residuos pueden ser altamente móviles y extraíbles en un extremo, o de naturaleza sólida o virtualmente sólida en el otro.

8. Las Prioridades Estratégicas requieren que se hagan esfuerzos razonables en primer término para evitar o reducir la generación de residuos. Sin embargo, los residuos se generan de cualquier manera y deben ser manejados mediante una opción de recuperación apropiada y practicable, y sólo cuando esto no pueda ser logrado, deberán considerarse las opciones de disposición final. Además de la consideración obvia de los costos relativos, la elección final deberá al menos en parte depender de la cantidad y naturaleza física o química del residuo, y posiblemente de su forma de envasado.

Prevención de residuos

9. La naturaleza de los solventes, y los usos diversos de ellos, hacen improbable que esos usos puedan ser evitados o eliminados en su conjunto. Sin embargo, la sustitución (ver 10 abajo) y eficiencias mejoradas de utilización, pueden incidir en la naturaleza y cantidad de sus residuos, como también en una mejor separación de los componentes de las corrientes de residuos en la fuente. Tal separación puede evitar la creación de mezclas difíciles, y resultar en corrientes separadas más fáciles de recuperar/reutilizar.

10. La prevención de los residuos puede considerarse que incluye alteraciones a un proceso de manera que los residuos que se generan en él sean menos peligrosos y/o la reducción de su potencial de daño al ambiente. Por lo anterior, la prevención de residuos puede incluir la sustitución de un solvente por otro, en donde el uso de un solvente difícil o dañino se evite. Tales prácticas se encuentran ampliamente extendidas en relación con la eliminación del uso de solventes clorados, y se considera que juegan un papel importante para lograr reducciones reales en el potencial de producción de efectos adversos al ambiente y en su impacto global al ambiente.

11. La prevención de pérdidas fugitivas es un objetivo deseable en sí mismo, pero es poco probable que impacte de manera significativa en la cantidad de residuos que requieren atención. Sin embargo, traerá como resultado una reducción en los requerimientos de nuevo material, y por lo tanto ayudará a reducir la generación de residuos asociada con el proceso de manufactura.

Recuperación de residuos

12. Aunque la opción preferida para el manejo de los residuos de solventes es comúnmente su regeneración o recuperación, vía procesos como la destilación, evaporación en capa fina y rociado de vapor (steam stripping), este enfoque comúnmente es desalentado por consideraciones económicas más que técnicas. Esto conduce a su uso como fuente de energía o como combustible.

13. La acción de recuperación vía un proceso de destilación supone que el generador del residuo original desea recibir de regreso el material limpio, o que

existen otros interesados en aprovechar el solvente recuperado. La destilación y procesos relacionados, son comparativamente costosos al ser realizados conforme a la normatividad de seguridad y ambiental aplicable. Ellos mismos generan residuos y subproductos en la forma de fondos de destilación, cuya cantidad y naturaleza dependen el tipo de residuos de solventes procesados, pero que deben ser dispuestos con el mayor cuidado, al igual que cualquier otro residuo.

14. En el análisis económico más simple, donde no se hagan juicios de valor subjetivos acerca de las ventajas de unas opciones sobre otras, y donde no se introduzcan distorsiones financieras, cualquier decisión para llevar a cabo la recuperación o regeneración de los solventes debe tomarse porque represente el costo global más bajo (teniendo en mente la necesidad de evitar dañar la salud y al ambiente). Al estimar el costo “global” se tiene que tener cuidado de incluir la consideración de todos los factores que pueden influir en el balance de costos, de manera que las comparaciones de tales costos puedan ser válidas. Por ejemplo, consideremos el caso de un residuo de solvente llevado a un contratista externo para su destilación, y regresado al generador para su reutilización. Los costos asociados en esta opción deben incluir los siguientes:

- El pago por los servicios de destilación de la empresa contratada, incluyendo sus ganancias;
- La disposición de cualquier residuo que resulte de la destilación;
- El transporte desde y hacia el generador del residuo;
- La compra por el generador de cualquier cantidad de solvente para compensar por las pérdidas inherentes al proceso de destilación.

El total de estos gastos representa los costos, para el generador de recuperar su residuo de manera a poder continuar con su actividad comercial. La alternativa a estos gastos serían los costos de enviar todos sus residuos hacia alguna de las instalaciones de disposición, y comprar nuevos solventes para satisfacer sus necesidades. El costo de esta alternativa depende del solvente particular involucrado, y su precio consecuente, pero también del tipo de disposición. A veces la disposición puede también producir un ingreso, como cuando se utiliza al solvente como combustible.

15. De lo anterior resulta que las actividades de reciclado y regeneración que involucran destilación o procesos similares, tienden a ser favorecidas por el alto valor de los solventes, cuya disposición puede ser especialmente problemática o costosa, o cuando se trata de grandes volúmenes de mezclas de solventes fácilmente destilables, particularmente cuando esto puede realizarse en el lugar de la producción y el producto recuperado puede reutilizarse ahí.

16. Ciertos residuos de solventes pueden ser utilizados como combustible, como sustitutos de combustible, o como contribuyentes de energía a procesos térmicos. Es importante reconocer que esas aplicaciones necesitan la más

cuidadosa evaluación y las características de los residuos y el enfoque y capacidades del proceso en el cual se piensa que tenga lugar la combustión, deben ser acopladas con cuidado. Es probable que haya mayores restricciones en relación con el uso de solventes halogenados que para los no halogenados. La habilidad de quemar residuos de esta manera no debe verse como una oportunidad de disponer los residuos en una forma menos técnicamente apropiada, posiblemente de menor costo, que como hubiera sido el caso de otro modo. El uso de los residuos en esta forma debe realizarse en base a emisiones previamente establecidas y controladas en un nivel comparable que el requerido en el caso de un incinerador.

17. Ejemplos de procesos en los cuales los residuos de solventes pueden ser utilizados incluyen hornos de cemento con un consumo intenso de energía y sistemas de boilers que generan vapor. Tales plantas pueden no estar necesariamente equipadas con las clases de equipos de limpieza de gases necesarios para controlar emisiones, ni siempre estarán dotadas del equipo de control, de los sistemas y procedimientos que los incineradores especializados utilizan usualmente. Sin embargo, si se eligen cuidadosamente las corrientes de residuos de manera que las emisiones de estos procesos no se vean afectadas significativamente, no hay razón por la cual los residuos apropiados no puedan ser utilizados de manera benéfica.

18. La utilización como combustible puede involucrar la inyección y atomización vía los sistemas convencionales de quemado, el uso de quemadores especializados como las unidades ultrasónicas en las cuales están involucrados líquidos más sucios pero sin embargo móviles, o mezclados con otras sustancias en forma tal a permitir que la energía se libere. El uso como combustible se limita generalmente a materiales líquidos, móviles, razonablemente limpios, libres de materiales suspendidos, de lodos o de sedimentos y que tienen buen poder calorífico. Los lodos y sólidos homogéneos pueden ser aprovechados benéficamente en ciertas circunstancias, pero cuando no es posible su inyección en el quemador, es menos probable que se encuentren otros métodos viables para ello.

19. El pre-requisito esencial para el uso como combustible es que el residuo del solvente se quemara razonablemente bien, tenga un buen poder calorífico, y no contenga constituyentes peligrosos o elementos que lleven a la generación de productos indeseables de la combustión y a emisiones. El cloro, flúor, bromo, azufre, nitrógeno, son elementos frecuentemente encontrados en los solventes comunes, que durante la combustión generan sustancias que demandan un control cuidadoso. Como residuos, los solventes pueden contener otras sustancias, como metales potencialmente volátiles, o contaminantes orgánicos térmicamente estables, los que pueden dar lugar a emisiones indeseables o provocar efectos deletéreos sobre la calidad de la producción como en el caso del cemento en ausencia de un adecuado control.

20. Los solventes halogenados tienden a tener poderes caloríficos bajos, y las corrientes de residuos que contienen altas concentraciones de tales materiales es poco probable que tengan valor como combustibles. Los valores caloríficos de las corrientes de residuos dependerán de la composición de las mismas, y del efecto de las otras sustancias que estén presentes.

Opciones de Disposición

21. Los residuos de solventes que no han sido objeto de ningún proceso de recuperación, ya sea por falta de oportunidades técnicas, o por razones económicas, deben sin embargo ser dispuestos de maneja adecuada. Aunque los métodos de incineración son los primeros a venir a la mente para su disposición, no son los únicos disponibles. Otras posibilidades pueden a veces existir, si bien estas opciones alternativas no son igualmente apropiadas o satisfactorias en todas las circunstancias. Las opciones relevantes para los residuos de solventes no tratados y relacionadas con la lista de métodos de disposición que aparecen en el Anexo IV del Convenio de Basilea son:

- D3 Inyección profunda
- D5 Rellenos sanitarios con ingeniería especial
- D8 Tratamiento biológico
- D9 Tratamiento físico-químico
- D10 Incineración en la tierra

Estas opciones solo sirven para identificar los métodos más comunes de disposición usados habitualmente. No deben ser interpretadas como indicadoras de preferencia o como métodos posiblemente aceptados para la disposición ambientalmente adecuada de los residuos de solventes.

22. La incineración proporciona una ruta generalmente aceptada de disposición para los residuos de solventes no recuperados. La incineración es una técnica muy flexible en cuanto a la selección juiciosa del diseño del incinerador y de las diversas opciones para la limpieza de los gases de combustión, junto con las condiciones de operación seleccionadas para este fin particular, una planta puede ser capaz de manejar muchos tipos o combinaciones de residuos. Los incineradores pueden a veces construirse como parte de los procesos de fabricación, para manejar las corrientes de residuos de tales procesos. En dichos casos habitualmente, la naturaleza y composición de los residuos estará razonablemente bien definida, por lo que se puede diseñar un plan y llevar a cabo la construcción con base en un enfoque específico de operación.

23. Algunos incineradores son operados con base en los servicios que brindan, proporcionando un enfoque de la capacidad de incineración centrado en un rango de residuos y de clientes. Tales plantas pueden ser operadas por las autoridades públicas, por compañías privadas, o por combinaciones de ambas.

El rango y tamaño de cualquier contrato particular de operación de incineración será únicamente una cuestión de balance, reflejando el tamaño del Mercado, el tipo de residuos a ser manejados, y la base comercial sobre la cual se proporcionará el servicio. Una capacidad de brindar servicios a un rango amplio de empresas puede ayudar a generar una operación mayor y más estable, aunque, entre más grande sea el rango de residuos que se manejen, más sofisticada tiene que ser la planta misma, y por lo tanto más costosa. En la práctica, la mayoría de los contratos multi-clientes, multi-residuos, buscan una flexibilidad máxima a través de contar con altos estándares tanto en sus equipos como en sus instalaciones.

24. Los residuos generados en actividades relacionadas con solventes comprenden casi todo el rango de variaciones físicas y químicas. Los residuos simples, no halogenados y esencialmente limpios son los que más probablemente se recuperen, o al menos se utilicen como combustible. Es importante asegurar que cualquier proceso de incineración tenga una eficiencia adecuada de destrucción, así como controles apropiados de emisiones al aire. Si por cualquier razón la incineración es considerada necesaria se deberá prestar particular atención a la temperatura, tiempo, turbulencia y exceso de oxígeno. Por ejemplo, las condiciones mínimas de 850 °C, con tiempos de residencia de la fase gaseosa de por lo menos medio segundo son frecuentemente suficientes. Los solventes clorados requieren condiciones más severas, ya que muchas agencias regulatorias especifican temperaturas en un rango entre 1100°C – 1200°C, y tiempos de residencia de por lo menos dos segundos. Los materiales menos móviles, como los lodos, o materiales viscosos, pueden requerir pre-tratamiento, mezclado con otros residuos, etcétera, o sistemas que involucran el uso de bombas y/o quemadores especiales. Los materiales sólidos y semisólidos pueden requerir técnicas de pre-tratamiento y manejo avanzadas, como la maceración o la trituración. Existen instalaciones para moler residuos sólidos en tambores de acero, reduciéndolos a fragmentes más pequeños que pueden ser introducidos más fácilmente a ciertos diseños de incineradores. Los incineradores que admiten residuos peligrosos sólidos usualmente son del tipo de hornos rotatorios, lo cual representa según la percepción habitual el “Estado del Arte”.

25. Las instalaciones para residuos peligrosos pueden incorporar la recuperación de energía como parte de la planta de proceso de combustión de gas. La consideración acerca de si conviene o no hacer esto obedece a cuestiones de tipo comercial, técnico y regulatorio. La obtención de energía como parte de un sistema de incineración no necesariamente puede dar lugar a que se le clasifique como una opción de recuperación.

26. Los sitios de confinamiento, aún con ingeniería especial acorde con los estándares ambientalmente adecuados, y con controles avanzados de lixiviados y de generación de gas, etcétera, no son usualmente apropiados para la disposición de residuos de solventes en bloque, particularmente de las

sustancias que presentan una alta volatilidad, bajos puntos de ignición y temperaturas de auto ignición, mal olor o peligros toxicológicos significativos (asociados ya sea con el solvente mismos, o con los contaminantes presentes en él). El confinamiento puede ser apropiado para lodos espesos, semisólidos o no móviles que contengan solventes, para residuos de solventes viscosos o alquitranados, para cantidades mínimas que se queden en contenedores muy pequeños (incorporando elementos de la basura doméstica y municipal), residuos a escala de laboratorios, y tal vez algunos residuos a granel acuosos conteniendo bajos niveles de solventes orgánicos – dependiendo, de las propiedades de los residuos y de las características de absorción que prevalezcan en el sitio de confinamiento. El pre-tratamiento de estos residuos, por ejemplo, mediante solidificación, puede atenuar los problemas de lixiviación, En tales casos, se requiere tener mucho cuidado y las licencias y permisos de los confinamientos deben ser sujetos a escrutinio para asegurar que esas actividades pueden permitirse.

27. Los métodos biológicos pueden ser empleados para degradar y disponer de ciertos residuos conteniendo solventes, pero debe tenerse mucho cuidado y ser selectivos si se quiere que tales métodos trabajen adecuadamente. Estos métodos son generalmente más apropiados para corrientes de efluentes acuosos en los cuales están presentes ciertos solventes, y es más probable que se instalen en los lugares en los que se generan los residuos en cuestión, o por lo menos tan cerca de ellos que los residuos puedan ser movilizados mediante un ducto.

28. No todos los solventes son biodegradables (o por lo menos, no a velocidades que sean útiles), y el proceso biológico mismo depende en la consistencia y uniformidad de la corriente de residuos. Fluctuaciones bruscas en las concentraciones de las especies biodegradables, o cambios en las especies mismas, junto con la presencia de cantidades aún muy pequeñas de “venenos”, pueden rápidamente destruir la actividad del proceso. Muchos solventes clorados son poco adecuados para ser tratados con los métodos biológicos convencionales, ya sea porque son resistentes a su degradación, o por que son “venenosos” para el sistema biológico ¡o ambos!

29. Existen métodos de tratamiento físico-químico que tienen por lo menos la capacidad de actuar sobre ciertos tipos de residuos de solventes. Procesos como la oxidación con aire húmedo pueden ser efectivos para residuos que contienen ciertas especies de solventes orgánicos, a la vez que están emergiendo tecnologías como la del agua supercrítica que son capaces de lograr eficiencias altas de destrucción para residuos acuosos que contienen un amplio rango de especies orgánicas. Los residuos de solventes halogenados, pueden por lo menos en teoría, ser procesados a través de procesos de decloración química, los cuales en su mayoría han sido desarrollados para tratar sustancias persistentes como los bifenilos policlorados, pero sus costos

por el momento no son atractivos para los residuos de solventes clorados en general.

Consideraciones Legislativas Generales para el Manejo de Residuos

30. La mayoría de las opciones consideradas para estos residuos involucran transportación, ya sea a las instalaciones de recuperación o de disposición. El transporte de materiales peligrosos requiere de cuidado, así como la observación de prácticas profesionales y de normas como se establece en varias Recomendaciones Internacionales, Códigos y Convenios (Guías para Desarrollar Estrategias Nacionales/Regionales para el Manejo Ambientalmente Racional de Residuos Peligrosos – Basel Convention Highlights. No 96/001). No todos estos Códigos y Convenciones explícitamente cubren el tema de los residuos, pero especifican buenas prácticas y requerimientos en cuestiones tales como el etiquetado, el diseño de los vehículos y contenedores, capacitación de los conductores, información de emergencia etcétera, que son aplicables al movimiento de residuos. Los residuos son un sub-conjunto de los materiales peligrosos y requieren de medidas que no van más allá de las que aplican a los materiales no-residuos de propiedades comparables.

31. Todas las instalaciones y actividades involucradas en el manejo de residuos de solventes, ya sea para su recuperación, transferencia, almacenamiento o disposición, necesitan ser operadas bajo las condiciones establecidas en una licencia, permiso, norma regulatoria u otro sistema de autorización (aunque esto debe ser sujeto a una legislación doméstica), que especifiquen en enfoque y manera en que debe desarrollarse la actividad. Los aspectos a considerar incluyen: los tipos y cantidades de residuos a ser procesados, los métodos de prueba de los procesos empleados y los estándares de operación requeridos, la forma de integrar las bitácoras, el número y calificación del personal, los procedimientos y políticas de seguridad, la necesidad de seguros, de monitoreo y vigilancia de la salud. Está implícito que el cumplimiento de estos requisitos debe ser supervisado para verificar su aplicación, por parte de una autoridad competente que debe tener acceso completo a todos los registros.

32. La instalación debe diseñarse y construirse de acuerdo con normas o estándares específicos. Éstos deben ser por lo menos suficientes para asegurar que las emisiones y liberaciones ambientales de todo tipo y a todos los medios presentan niveles consistentes con las normas requeridas para asegurar la protección a la salud y al ambiente.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

A continuación se refieren las disposiciones más relevantes de esta Ley aplicables al manejo de los disolventes orgánicos usados.

Definiciones relevantes al manejo de los disolventes orgánicos usados

Aprovechamiento de los Residuos:	Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía;
Co-procesamiento:	Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo;
Generación:	Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;
Generador:	Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;
Manejo Integral:	Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social;
Reciclado:	Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos;
Plan de Manejo	Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e

	involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;
Residuo	Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven
Residuos Peligrosos	Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley
Reutilización:	El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación;
Tratamiento:	Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad;
Valorización:	Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica,

Facultades de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales relevantes al manejo de los disolventes orgánicos usados

<p>Artículo 7.- Son facultades de la Federación:</p> <p>II. Expedir reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas para regular el manejo integral de los residuos peligrosos, su clasificación, prevenir la contaminación de sitios o llevar a cabo su remediación cuando ello ocurra;</p> <p>V. Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios para determinar qué residuos estarán sujetos a planes de manejo, que incluyan los listados de éstos, y que especifiquen los procedimientos a seguir en el establecimiento de dichos planes;</p> <p>VI. La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas;</p> <p>VII. Regular los aspectos ambientales relativos al transporte de los residuos peligrosos;</p> <p>VIII. Verificar el cumplimiento de la normatividad en las materias de su competencia, e imponer las medidas de seguridad y sanciones que en su caso correspondan;</p>
--

IX. Celebrar convenios con los gobiernos de las entidades federativas para participar en la autorización y el control de los residuos peligrosos generados por microgeneradores, y brindarles asistencia técnica para ello;

X. Autorizar el manejo integral de residuos peligrosos, así como la prestación de los servicios correspondientes, de conformidad con lo previsto en esta Ley;

XI. Promover, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios, de otras dependencias y entidades involucradas, la creación de infraestructura para el manejo integral de los residuos con la participación de los inversionistas y representantes de los sectores sociales interesados;

XII. Autorizar la importación, exportación o tránsito de residuos peligrosos por el territorio nacional, de acuerdo con lo previsto en esta Ley;

XIII. Establecer y operar, en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, el sistema para la prevención y control de contingencias y emergencias ambientales relacionadas con la gestión de residuos;

XIV. Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia, de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes de la gestión integral de los residuos;

XVII. Integrar, dentro del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, subsistemas de información nacional sobre la gestión integral de residuos;

XIX. Suscribir convenios o acuerdos con las cámaras industriales, comerciales y de otras actividades productivas, los grupos y organizaciones sociales, públicos o privados, para llevar a cabo acciones tendientes a cumplir con los objetivos de esta Ley;

XX. Diseñar y promover mecanismos y acciones voluntarias tendientes a prevenir y minimizar la generación de residuos, así como la contaminación de sitios;

XXI. Diseñar y promover ante las dependencias competentes el establecimiento y aplicación de incentivos económicos, fiscales, financieros y de mercado, que tengan por objeto prevenir o evitar la generación de residuos; su valorización; su gestión integral y sustentable, así como prevenir la contaminación de sitios por residuos y, en su caso, su remediación;

XXII. Determinar los indicadores que permitan evaluar la aplicación del presente ordenamiento, e integrar los resultados al Sistema de Información Ambiental y de Recursos Naturales;

Criterios para el manejo de los residuos peligrosos incluyendo los disolventes orgánicos usados

Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:

I. La forma de manejo;

II. La cantidad;

III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;

IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;

V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;

VI. La duración e intensidad de la exposición, y

VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.

Residuos peligrosos sujetos a planes de manejo previstos en la Ley

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

II. Disolventes orgánicos usados

Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:

- I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;
- II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;
- III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables, y
- IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.

Fines de los planes de manejo de disolventes orgánicos

Artículo 27.- Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:

- I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;
- II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;
- III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;
- IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y
- V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.

Responsables de formular y operar los planes de manejo incluyendo los de disolventes orgánicos

Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

- I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;
- II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes

Aspectos a considerar al establecer planes de manejo de disolventes orgánicos

Artículo 29.- Los planes de manejo aplicables a productos de consumo que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

I. Los procedimientos para su acopio, almacenamiento, transporte y envío a reciclaje, tratamiento o disposición final, que se prevén utilizar;

II. Las estrategias y medios a través de los cuales se comunicará a los consumidores, las acciones que éstos deben realizar para devolver los productos del listado a los proveedores o a los centros de acopio destinados para tal fin, según corresponda;

III. Los procedimientos mediante los cuales se darán a conocer a los consumidores las precauciones que, en su caso, deban de adoptar en el manejo de los productos que devolverán a los proveedores, a fin de prevenir o reducir riesgos, y

IV. Los responsables y las partes que intervengan en su formulación y ejecución.

En todo caso, al formular los planes de manejo aplicables a productos de consumo, se evitará establecer barreras técnicas innecesarias al comercio o un trato discriminatorio que afecte su comercialización.

Artículo 64.- En el caso del transporte y acopio de residuos que correspondan a productos desechados sujetos a planes de manejo, en términos de lo dispuesto por el artículo 31 de esta Ley, se deberán observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.

Artículo 32.- Los elementos y procedimientos que se deben considerar al formular los planes de manejo, se especificarán en las normas oficiales mexicanas correspondientes, y estarán basados en los principios que señala la presente Ley.

Artículo 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven.

En caso de que los planes de manejo planteen formas de manejo contrarias a esta Ley y a la normatividad aplicable, el plan de manejo no deberá aplicarse.

Artículos Transitorios:

OCTAVO.- Los responsables de formular los planes de manejo para los residuos peligrosos a los que hace referencia el artículo 31 de este ordenamiento, contarán con un plazo no mayor a dos años para formular y someter a consideración de la Secretaría dichos planes.

DÉCIMO.- El procedimiento para la presentación de los anteproyectos de las normas oficiales mexicanas relativas al establecimiento de los criterios para determinar y listar los residuos sujetos a planes de manejo y los procedimientos para formularlos y aplicarlos deberá iniciarse en un plazo no mayor a ciento veinte días naturales a partir de la publicación del presente Decreto en el Diario Oficial de la Federación.

Autorizaciones para el manejo de residuos peligrosos incluyendo disolventes orgánicos

Artículo 50.- Se requiere autorización de la Secretaría para:

I. La prestación de servicios de manejo de residuos peligrosos;

II. La utilización de residuos peligrosos en procesos productivos, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 63 de este ordenamiento;

- III. El acopio y almacenamiento de residuos peligrosos provenientes de terceros;
- IV. La realización de cualquiera de las actividades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos provenientes de terceros;
- V. La incineración de residuos peligrosos;
- VI. El transporte de residuos peligrosos;
- VII. El establecimiento de confinamientos dentro de las instalaciones en donde se manejen residuos peligrosos;
- VIII. La transferencia de autorizaciones expedidas por la Secretaría;
- IX. La utilización de tratamientos térmicos de residuos por esterilización o termólisis;
- X. La importación y exportación de residuos peligrosos, y
- XI. Las demás que establezcan la presente Ley y las normas oficiales mexicanas.

Artículo 53.- Las autorizaciones deberán otorgarse por tiempo determinado y, en su caso, podrán ser prorrogadas.

El Reglamento que al respecto se expida señalará los términos y condiciones de las autorizaciones.

Artículo 80.- Las personas interesadas en obtener autorizaciones para llevar a cabo los servicios a terceros para el transporte, acopio, almacenamiento, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos, según sea el caso, deberán presentar ante la Secretaría su solicitud de autorización, en donde proporcionen, según corresponda, la siguiente información:

- I. Datos generales de la persona, que incluyan nombre o razón social y domicilio legal;
- II. Nombre y firma del representante legal o técnico de la empresa;
- III. Descripción e identificación de los residuos que se pretenden manejar;
- IV. Usos del suelo autorizados en la zona donde se pretende instalar la empresa, plano o instalación involucrada en el manejo de los residuos y croquis señalando ubicación. Esta autorización podrá presentarse condicionada a la autorización federal;
- V. Programa de capacitación del personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos, en la operación de los procesos, equipos, medios de transporte, muestreo y análisis de los residuos, y otros aspectos relevantes, según corresponda;
- VI. Programa de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales y a accidentes;
- VII. Memoria fotográfica de equipos, vehículos de transporte e instalaciones cuya autorización se solicite, según sea el caso;
- VIII. Información de soporte técnico de los procesos o tecnologías a los que se someterán los residuos, así como elementos de información que demuestren que se propone, en la medida de lo posible, la mejor tecnología disponible y económicamente accesible y formas de operación acordes con las mejores prácticas ambientales;
- IX. Propuesta de seguros o garantías financieras que, en su caso, se requieran;
- X. Copia de los permisos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y
- XI. La que determinen el Reglamento de la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables.

Artículo 81.- Para el otorgamiento de la autorización de la prestación de los servicios a que se refiere este Capítulo, la Secretaría requerirá de una garantía suficiente para cubrir los daños que se pudieran causar durante la prestación del servicio y al término del mismo.

Artículo 82.- El monto de las garantías a que se refiere este Capítulo las fijará la Secretaría de acuerdo con el volumen y características de los residuos cuyo manejo ha sido autorizado, así como la estimación de los costos que pueden derivar de la reparación del daño provocado en caso de accidente o de contaminación de los sitios, que se puedan ocasionar por el manejo de dichos residuos.

La Secretaría podrá revocar las autorizaciones en caso de que no se renueven las garantías correspondientes.

En el caso de la prestación de servicios de confinamiento, la responsabilidad del prestador de

servicios se extiende por el término de 20 años posteriores al cierre de sus operaciones. La forma en que se estimará el monto, el cobro y la aplicación de las garantías se establecerá en el Reglamento.

Artículo 83.- Tratándose de acopio de residuos peligrosos a los que se hace referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de este ordenamiento, se estará a lo dispuesto en los planes de manejo, que se registrarán ante la Secretaría y a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Artículo 84.- El trámite de las autorizaciones a que se refiere este Capítulo, se sujetará a lo dispuesto en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Obligaciones de quiénes traten, reciclen o dispongan de residuos peligrosos incluyendo disolventes orgánicos

Artículo 57.- Aquellos generadores que reciclen residuos peligrosos dentro del mismo predio en donde se generaron, deberán presentar ante la Secretaría, con 30 días de anticipación a su reciclaje, un informe técnico que incluya los procedimientos, métodos o técnicas mediante los cuales llevarán a cabo tales procesos, a efecto de que la Secretaría, en su caso, pueda emitir las observaciones que procedan. Esta disposición no es aplicable si se trata de procesos que liberen contaminantes al ambiente y que constituyan un riesgo para la salud, en cuyo caso requerirán autorización previa de la Secretaría.

En todo caso, el reciclaje de residuos se deberá desarrollar de conformidad con las disposiciones legales en materia de impacto ambiental, riesgo, prevención de la contaminación del agua, aire y suelo y otras, que resulten aplicables.

Artículo 58.- Quienes realicen procesos de tratamiento físicos, químicos o biológicos de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría los procedimientos, métodos o técnicas mediante los cuales se realizarán, sustentados en la consideración de la liberación de sustancias tóxicas y en la propuesta de medidas para prevenirla o reducirla, de conformidad con las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan.

Artículo 59.- Los responsables de procesos de tratamiento de residuos peligrosos en donde se lleve a cabo la liberación al ambiente de una sustancia tóxica, persistente y bioacumulable, estarán obligados a prevenir, reducir o controlar dicha liberación.

Artículo 65.- Las instalaciones para el confinamiento de residuos peligrosos deberán contar con las características necesarias para prevenir y reducir la posible migración de los residuos fuera de las celdas, de conformidad con lo que establezca el Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables.

La distancia mínima de las instalaciones para el confinamiento de residuos peligrosos, con respecto de los centros de población iguales o mayores a mil habitantes, de acuerdo al último censo de población, deberá ser no menor a cinco kilómetros y al establecerse su ubicación se requerirá tomar en consideración el ordenamiento ecológico del territorio y los planes de desarrollo urbanos aplicables.

Artículo 66.- Quienes generen y manejen residuos peligrosos y requieran de un confinamiento dentro de sus instalaciones, deberán apegarse a las disposiciones de esta Ley, las que establezca el Reglamento y a las especificaciones respecto de la ubicación, diseño, construcción y operación de las celdas de confinamiento, así como de almacenamiento y tratamiento previo al confinamiento de los residuos, contenidas en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Normatividad prevista para el manejo de residuos peligrosos incluyendo disolventes orgánicos

Artículo 56.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.

Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.

Prohibiciones relativas al manejo de residuos peligrosos incluyendo los disolventes orgánicos

Artículo 67.- En materia de residuos peligrosos, está prohibido:

- I. El transporte de residuos por vía aérea;
- II. El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables;
- V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras;
- VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada;
- VII. El uso de residuos peligrosos, tratados o sin tratar, para recubrimiento de suelos, de conformidad con las normas oficiales mexicanas sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de otros organismos competentes;
- VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y
- IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.

Anexo 1. Lista de Algunos Solventes Usados Comúnmente

(traducción del inglés no especializada ni oficial)

	ONU Clase	ONU Número	Punto de Ignición (OC)	Solución en Agua (mg/kg)
Hidrocarburos Alifáticos				
- Ciclohexano	3	1145	-18	<1
- Nafta solventes	3	1256	<-20	<1
Hidrocarburos Aromáticos				
- Benceno	3	1114	-11	0.2
- Tolueno	3	1294	6	<1
- Xilenos	3	1307	25-30	<1
- Decahidronaftaleno		1147		
Hidrocarburos Halogenados				
- Clorometano	2	1063		
- Metileno cloruro de	6.1	1593	bd	1.3
- Cloroformo	6.1	1888	nc	0.8
- Tetracloruro de carbono	6.1	1846	nc	0.08
- 1, 1- dicloroetano	3	2362	-10	0.5
- Tricloroetileno	6.1	1710	bd	0.04
-1,1,1-tricloroetano	6.1	2831		
- Percloroetileno	6.1	1897	nc	0.01
- Clorobenceno	3	1134	29	<1
- o-Diclorobenceno	6.1	1591	66	0
- p-Diclorobenceno	6.1	1592		
- Etilen dicloruro	3	1184	13	<1
- Cloronitrobenceno	6.1	1578	127	0
- Etil Cloruro	2	1037		
- Etilen dibromuro	6.1	1605	nc	<1
- Diclorodiflormetano	2	1028		
Alcoholes, Glicoles, Éteres, Fenoles, Epoxides				
- Isobutanol	3	1212	28	
- Butanoles	3	1120	35	
- 3-Pentanol	3	2706		
- Metanol	3	1230	11	100
- Etilen glicol dietil Eter	3	1153		
- Etilen glicol monobutil Eter	6.1	2369		
- Etilen glicol monoetil Eter acetate	3	1172		

	ONU Clase	ONU Número	Punto de Ignición (OC)	Solución en Agua (mg/kg)
- Etilen glicol Monoetil eter	3	1188		
- Etilen glicol metil Eter acetate	3	1189		
- Dimetil eter	2	1933		
- Propileno óxido	3	1280	-44	40
- Cresoles	6.1	2076	81	2
- Fenol (fundido)	6.1	2312	79	6.7
- Fenol (sólido)	6.1	1671		
- Fenol (soluciones)	6.1	2821		
- Isopropanol	3	1219		
- Etanol	3	1170	12	100
Cetonas, Aldehídos				
- Aldehídos, tóxicos	3	1988		
- Aldehídos, n.o.s.	3	1989		
- Formaldehído (soluciones)	9	2209		100
- Formaldeído (soluciones, inflamable)	3	1198	<23	
- Acetaldehído	3	1089		
- Acetona	3	1090	-20	100
- Acroleína dímero, estabilizado	3	2607		
- Acroleína, inhibida	3	1092	<-20	
- Metil etil cetona	5.2	2563	-1	27
- Metil etil cetona	5.2	2550		
- Metilen etilen cetona	5.2	2127		
- Metil isobutil cetona	3	1245		
- Ciclohexanona	3	1915	43	6
- Dietil cetona	3	1156		
Esteres, Amidas				
- Etil acetato	3	1173	-4	8.7
- Isobutil acetato	3	1213	19	<<1
- Butil acetato	3	1123	26	
- Methyl acetato		1231		24
Ácidos, Nitrilos				
- Nitrobenceno	6.1	1662		<1
- Acrilonitrilo	3	1093	-5	5
Compuestos Heterocíclicos				
- Tetrahidrofurano	3	2056	-17	100
- Furfural	3	199	60	8.3
Notes				

	ONU Clase	ONU Número	Punto de Ignición (OC)	Solución en Agua (mg/kg)
bd – se quema con dificultad				
nc - noncombustible				

Fuente: OCDE

Anexo 2. Usos de Algunos Solventes/Generación de Residuos por la Industria

(traducción del inglés no especializada ni oficial)

TIPO DE RESIDUO DE SOLVENTES	ORÍGENES DE LOS RESIDUOS DE SOLVENTES/ USOS MAYORES
Acetona	Industria química, textiles, plásticos, fotografía, imprenta.
Acilonitrilo	Industria petroquímica.
Benceno	Limpieza y desengrase de metales.
Butanol	Industria química, farmacéutica, textil, manufactura de recubrimientos.
Butil acetato	Industria química, imprenta.
Carbono bisulfuro de	Industria química, textil, procesamiento de plásticos.
Ciclohexanona	Industria química, textil, manufactura de recubrimientos plásticos
Dietil eter	Industria química, textil, procesamiento de plásticos
Dimetil formamida	Industria química.
Dietil formamida	Industria química, textil, plásticos
Esteres	Fabricación de vehículos de motor
Etanol	Industria química, productos terapéuticos, textile, industria extractiva, imprenta, fotografía.
Etil acetato	Industria química, fabricación de productos terapéuticos y pirotécnicos
Glico eter	Industria química.
Isopropanol	Industrias extractivas, saborizantes de alimentos, cosméticos, productos de baño, fabricación de pinturas y barnices.
Keroseno	Limpieza y desgrasado de metales, fabricación de vehículos.
Metanol	Industria química, fabricación de productos terapéuticos.
Metil etil cetona	Industria química, adhesivos
Stireno	Industria petroquímica.
Tetrahidrofurano	Industria química, fabricación de productos terapéuticos y pirotécnicos.
Tolueno	Limpieza y desgrasado de metales, fabricación de vehículos de motor, adhesivos y productos químicos.
Xileno	Limpieza y desgrasado de metales, plantas de coke, de gas, industria química, de vehículos de motor e imprentas.
Tetracloruro de carbono	Procesamiento de plásticos, industria química, fabricación de

TIPO DE RESIDUO DE SOLVENTES	ORÍGENES DE LOS RESIDUOS DE SOLVENTES/ USOS MAYORES
	fluorocarbonos, aerosols.
Clorobenceno	Industria química, textil, lavado en seco, desengrasado, manufactura de recubrimientos.
Cloroformo	Industria química, fluorocarbonos, colorantes, productos farmacéuticos, cosméticos, productos de baño, textil, limpieza en seco, desengrasado, manufactura de recubrimientos.
Dicloroetano	Industria química, producción de cloruro de vinilo, fabricación de pinturas, barnices y removedores para acabados.
Etil cloruro	Industria química, fabricación de tetrametilo de plomo.
Etileno cloruro de	Industria química, textil, limpieza en seco, desengrasado, fabricación de recubrimientos.
Etileno dibromuro de	Industria química, resinas sintéticas, plaguicidas, agentes anti-detonantes en combustibles.
Metileno cloruro de	Industria química, farmacéutica y de extracción de alimentos, pinturas, removedores y desengrasantes.
Pentaclorofenol	Textil, madera, pinturas y biocidas.
Percloroetileno	Industria química, fabricación de fluorocarbonos, industria textil, limpieza en seco, desengrasado.
111 tricloroetano	Amplio rango de aplicaciones de solventes y desengrasantes, por ejemplo en la industria textil y del hule.
Tricloroetileno	Industria química, industria textil, limpieza en seco, desengrasado, manufactura de recubrimientos.
Tricloroflourometano	Aerosoles, refrigerantes, espuma plástica agente explosivo, intermediario químico.

Fuente: OCDE