

Estado Libre Asociado de Puerto Rico
Oficina de la Gobernadora
Junta de Calidad Ambiental

CONTAMINACION DE TERRENOS

Revisión de septiembre de 2002

CONTAMINACIÓN DE TERRENOS

I. Definición del concepto

Contaminación de terrenos es la presencia en o sobre algún terreno de cualquier desperdicio sólido, en tal cantidad, de tal naturaleza y duración o bajo tales condiciones que afecte o pueda afectar la salud y el bienestar humano, la vida animal o vegetal, o la propiedad, o que interfiera con el libre disfrute de la vida o de esa propiedad o que cree contaminantes del aire o de las aguas superficiales o subterráneas, o cause degradación ambiental.

A. Características

1. Desperdicios sólidos no peligrosos

Los desperdicios sólidos no peligrosos son clasificados como desperdicios municipales y agrícolas.

a. Desperdicios sólidos municipales

Los desperdicios sólidos municipales incluyen basura, escombros de construcción, animales muertos, cenizas, cieno seco y chatarras (vehículos desechados).

Hay desperdicios como animales muertos y vísceras de animales que son objeto de descomposición rápida, creando problemas de contaminación y manejo. Existen otros tipos de desperdicios como chatarras y artículos voluminosos que por su tamaño es imposible hacer una disposición

adecuada, por lo que hay que disponerlos sobre el terreno, a falta de facilidades para ser reutilizados.

b. Desperdicios sólidos agrícolas

Desperdicios agrícolas es todo material de desecho, ya sea en estado sólido o líquido que se produce como resultado de actividades agrícolas, a excepción de las podas de piña y la cáscara de arroz.

En Puerto Rico existen un sinnúmero de proyectos agrícolas, entre ellos, vaquerías, porquerizas comerciales y proyectos avícolas, los cuales generan una gran cantidad de desperdicios sólidos. Además, las actividades de cosechas generan desperdicios sólidos, tales como: residuos de plantas y plantas enteras que por lo general se desechan en el punto de origen.

Los desperdicios sólidos generados por los proyectos agrícolas son de difícil manejo, ya que son mal olientes y necesitan una disposición rápida para evitar la propagación de vectores (moscas). En algunos casos, la operación de limpieza de las facilidades se hacen con agua y por lo general es difícil mantener un control adecuado para evitar la contaminación del terreno y los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Por lo anterior, es necesario evaluar el método a seguir en la actividad de limpieza y

tomar en consideración las desventajas y virtudes en todos los métodos disponibles.

2. Desperdicios sólidos peligrosos

Los tipos de desperdicios peligrosos que se manejan en Puerto Rico incluyen plaguicidas, químicos orgánicos altamente tóxicos, inorgánicos, explosivos e inflamables. Algunos de estos desperdicios se degradan lentamente y por consiguiente su persistencia en el ambiente es casi indefinida. Otro problema de estos desperdicios es que la interacción entre ellos es más persistente y peligrosa.

Para identificar los desperdicios peligrosos se utilizan cuatro (4) criterios diferentes. Cualquier desperdicio que reúna por lo menos una de las siguientes características se considera peligroso.

a. Inflamabilidad

Se considera inflamable un desperdicio que:

1. Es un líquido que no es una solución acuosa conteniendo menos del veinticuatro por ciento (24%) del alcohol por volumen y tiene un punto de inflamación menor de sesenta (60) grados Centígrado (140 grados Fahrenheit).
2. No es un líquido y es propenso bajo una temperatura y presión normal, a causar fuego a

través de fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos y cuando encendido arde tan vigorosamente y persistentemente que crea un riesgo.

3. Es un gas comprimido inflamable.
4. Es un oxidante tal como el cloruro, permanganato, peróxido inorgánico, o un nitrato que genera oxígeno lo suficientemente rápido para estimular la combustión de materia orgánica.

b. Corrosividad

1. Es un desperdicio sólido acuoso que tiene una acidez (P.H.) que sea aproximadamente menos de 2 y mayor de 12.5, ya sea usando “Los métodos de prueba para la evaluación de los desperdicios sólidos, método físico/químico”.
2. Es un líquido con un coeficiente de corrosión mayor que 6.35 milímetros (0.250 pulgadas) por un año en acero a una temperatura de prueba de cincuenta y cinco grados (55°) Centígrados, según determinado por las normas de la “National Association of Corrosion Engineers”(NACE).

c. Reactividad

Un desperdicio que por sí mismo es capaz de:

-iniciar una descomposición explosiva o detonación, o reacción a temperatura y presiones normales y reaccionar en forma explosiva con agua.

-iniciar una detonación o reacción explosiva, pero que necesita una fuente iniciadora fuerte.

-un desperdicio que por sí mismo o cuando es mezclado con agua es normalmente inestable o rápidamente sufre cambio químico, pero que no detona o causa reacciones explosivas.

La reglamentación provee unas guías donde describe el método que se debe seguir para las pruebas conducentes a verificar estas cuatro (4) propiedades. (Véase el Reglamento para el Control de los Desperdicios Sólidos Peligrosos, Parte 6 y el Federal Register de mayo 19 de 1980, Subparte C, pág. 33121.)

B. Contaminantes principales

1. Desperdicios sólidos no peligrosos

Los principales contaminantes de desperdicios sólidos no peligrosos son:

-grandes cantidades de lodos que se generan en las plantas de aguas usadas

-desperdicios sólidos de proyectos agrícolas

-chatarras y basura.

Estos desperdicios sólidos no peligrosos al manejarse inadecuadamente, contaminan el terreno y los cuerpos de agua subterráneas y superficiales de la Isla.

De los desperdicios sólidos no peligrosos, el principal contaminante de agua son los jugos de lixiviación (leachate). Se define como líquido que ha percolado a través de, o drenado de desperdicio sólido y que contiene materiales miscibles solubles, parcialmente solubles, suspendidos o componentes removidos de tal desperdicio. La característica y magnitud de contaminación de los jugos de lixiviación depende del tipo de desperdicios depositados en el sistema (orgánico, inorgánico, degradable, no degradable, soluble, insoluble), condiciones en el relleno, la edad del sistema, temperatura, contenido de humedad de los desperdicios sólidos y el PH.

2. Desperdicios sólidos peligrosos

La práctica impropia de disposición y el pobre manejo de los desperdicios sólidos peligrosos representan factores potenciales en la contaminación de terrenos y las aguas subterráneas y superficiales. Entre los principales contaminantes por desperdicios sólidos peligrosos están: plaguicidas (orgánicos, inorgánicos), pinturas y baterías. Estos pueden crear un cambio

significativo en los sistemas de relleno sanitario y abastos de agua.

Entre los plaguicidas más comunes usados en la agricultura en Puerto Rico, se pueden mencionar los siguientes: parathion, malathion, organofósforo, organoclorados y aldrín.

C. Fuentes de contaminación

1. Desperdicios sólidos no peligrosos

Nuestra sociedad lleva a cabo diariamente actividades que son fuentes de contaminación de terreno, agua, aire y ruido. Estas son: actividades domésticas, recreativas, industriales y comerciales. Otras actividades principales que representan fuentes de contaminación son las inherentes a la agricultura, especialmente las agropecuarias.

2. Desperdicios sólidos peligrosos

Las principales fuentes de contaminación de desperdicios sólidos peligrosos son las industrias farmacéuticas, químicas y petroquímicas. Además, las actividades agrícolas generan contaminación por plaguicidas durante el tratamiento de las cosechas para el control de sabandijas. Este tratamiento, en la mayoría de las ocasiones, se realiza de forma inadecuada. Esto se debe a la falta de conocimiento de los agricultores sobre los métodos y tecnología existentes para esos propósitos.

II. Principales sustancias tóxicas que más se generan y utilizan en Puerto Rico

Como parte de las actividades requeridas del Programa de Control de Sustancias Tóxicas se identifican las sustancias que se describen a continuación, a base de sus características, usos principales, fuentes generadoras y los efectos de las mismas.

A. Acetato de Fenilmercurio

Son cristales lustrosos, usados como yerbicidas y funguicidas. Se ha comprobado que tienen efectos teratogénicos en experimentos con animales de laboratorio.

B. Acido Acrílico

Líquido corrosivo con olor desagradable que emite vapores. Se polimeriza al entrar en contacto con oxígeno. El uso principal de este compuesto es la manufactura de plásticos transparentes. En experimentos con animales de laboratorios ha demostrado poseer características teratogénicas (cambios a niveles fetales). Al descomponerse por le calor, emite vapores altamente tóxicos. Para combatir el fuego producido por esta sustancia se emplea espuma de alcohol.

C. Acido Fórmico

Líquido incoloro con olor fuerte, peligrosamente cáustico a la piel. Entre sus usos están decalsificador, electroplateado, análisis químicos y como astringente en la medicina. En absorciones crónicas, se ha informado que causa albuminuria (presencia anormal de albúmina en la orina).

D. Acido Hidrofluórico

Líquido incoloro o casi incoloro el cual emite vapores y es muy venenoso. Sus usos principales son: pulido de cristales para descomponer celulosa y aumentar la porosidad de la cerámica. Sus sales son usadas como insecticidas y para arrestar impurezas en la fermentación no deseable en la preparación de cervezas. Es extremadamente irritante y corrosivo a la piel y a las membranas mucosas. La inhalación de vapores puede causar úlceras del tracto respiratorio superior. Este compuesto puede producir severas quemaduras de la piel y el tejido subcutáneo puede afectarse produciéndose gangrena en la parte afectada. Al calentarse, emite vapores de fluoruro, los cuales son altamente tóxicos. Puede reaccionar con agua o vapor de agua para producir vapores tóxicos y corrosivos.

E. Acido Sulfúrico

Líquido aceitoso, incoloro e inodoro. Los usos principales del ácido son: manufactura de fertilizantes, explosivos, tintes, pegas y purificación del petróleo. Es corrosivo para todos los tejidos del cuerpo. La inhalación de vapores concentrados puede causar serios daños al pulmón. El contacto con los ojos puede resultar en la pérdida de la vista; el contacto en la piel puede producir necrosis severa. La ingestión puede producir hasta la muerte.

F. Compuestos de Arsénico

Se utilizan estos compuestos como insecticidas, herbicidas, agentes defoliantes, desecantes y rodenticidas. Se ha utilizado también contra infecciones de espiroquetas (microorganismos bacteriales) y problemas en la piel. Se ha reconocido a algunos compuestos de arsénico como productores de cáncer en la piel, pulmones y el hígado. En animales de laboratorio ha producido cáncer en la boca, esófago, laringe y vejiga. Para aliviar envenenamiento por ingestión con algunos compuestos de arsénico se recomienda el dimercaptol, así como también lavados gástricos.

G. Asbestos

Un grupo de compuestos provenientes de un tipo de serpentinita (roca) y consistente en fibras finas y delgadas. Debido a su resistencia al calor, al fuego y a muchos solventes, se ha utilizado como aisladoras resistentes al calor, cemento, guantes a prueba de fuego y ropa.

La exposición prolongada al polvo o a las fibras puede resultar en fibrosis pulmonar (asbestosis), emfisema, neoplasma del pulmón y cáncer. Usualmente, se requieren de 4 a 7 años de exposición a estas fibras para que se manifieste un alto grado de fibrosis. Entre los distintos tipos de asbestos conocidos, el más peligroso es el "Crosidolite o asbesto azul", el cual es un carcinógeno reconocido.

H. Benceno

Líquido altamente inflamable, claro (incoloro) con un olor característico.

Los usos principales son la manufactura de compuestos medicinas, tintes, linóleos, como solventes en la preparación de ceras, resinas y aceites.

La exposición a altas concentraciones del vapor (3000ppm o mayores) puede resultar en un envenenamiento agudo, caracterizado por la acción en el sistema nervioso central. Se ha reconocido al benceno como una sustancia que produce leucemia. Para combatir el fuego producido por el benceno se puede usar espuma.

I. Cadmio

Metal lustroso, color plateado-blanco que puede ser cortado fácilmente con un cuchillo. Está disponible en forma de barras, hojas, cables o en polvo granular de color gris. El uso mayor lo es en electroplateado, también se usa en celdas fotoeléctricas y fotometría de rayos ultravioletas provenientes del sol. Es altamente tóxico en forma oral.

Se han informado casos de envenenamiento de Cd en humanos por ingestión de alimentos o líquidos preparados o almacenados en envases que contienen Cd. Exposiciones breves de altas concentraciones de Cd pueden resultar en edema pulmonar y aún la muerte. Muchos compuestos de Cd son carcinógenos experimentales en tejidos conectivos, pulmones e hígado. También hay cierta evidencia de teratogenicidad. Al calentarse, estos compuestos pueden producir vapores tóxicos. Se ha informado decoloración en los dientes de trabajadores expuestos al Cd.

J. Cianuros

Compuestos altamente tóxicos. Dependiendo del compuesto en particular, así serán sus características. En términos generales, producen vapores tóxicos.

K. Clordano

Líquido viscoso color ámbar, usado como insecticida y agente fumigante. Se considera un carcinógeno experimental en animales de laboratorio donde, al ser inyectados en una forma crónica, han demostrado cambios degenerativos en el hígado y en los túbulos renales. Debe ser considerado como un compuesto tóxico.

L. Cloroformo

Líquido muy volátil no inflamable con olor y sabor característico. Usado como solvente en grasas, aceites, goma, alcaloides, ceras, resinas, agente limpiador y en extintores de fuego para bajar la temperatura de congelación del tetracloruro de carbono. Su uso principal es anestésico, pero con un margen muy estrecho de seguridad. Dosis excesivas pueden causar hipertensión, depresión respiratoria y del mío-cardio y hasta la muerte. Si ha sido ingerido o ha habido sobre exposición, se pueden utilizar los siguientes antídotos: emético, fricción, ducha fría, aire frío y estricnina. Es un carcinógeno experimental.

M. Cloruro de Acetilo

Líquido incoloro que desprende vapores de cloruro.

Su uso principal es como agente acetilante y también se le emplea para formar HCl y ácido acético al hidrolizarse. Otros usos son: para pruebas de colesterol y para determinar agua en tejidos orgánicos. Es peligroso al exponerse al calor y la llama; reacciona violentamente con el agua. Al descomponerse por calentamiento emite vapores altamente tóxicos como fosgeno; puede reaccionar con el agua o el vapor de agua y emitir calor y vapores corrosivos y tóxicos.

N. Cloruro de Vinilo (cloroetileno)

Gas incoloro que se licua en mezclas a temperatura de congelación. Se polimeriza en luz o en presencia de un catalítico. Usos: como refrigerante, en la industria de plásticos y en síntesis orgánicas.

Anestésico en altas concentraciones. Exposiciones crónicas han reportado lesiones al hígado en ratas y conejos. Cambios en el sistema circulatorio y los huesos se han informado en trabajadores manejando materiales no polimerizados. Un carcinógeno humano reconocido vía inhalación. Cuando se calienta hasta descomponerse emite vapores altamente tóxicos de fosgeno y puede reaccionar vigorosamente con materiales oxidantes.

O. Cromo

Metal lustroso, color gris, duro como el corundo y se obtiene de vetas en minas de cromo. Se usa en la manufactura de aleaciones cromo-acero o cromo-níquel-acero, para aumentar la resistencia y durabilidad de metales

y como cromo-plateado de otros metales. El ácido crómico y sus sales tienen acción corrosiva en la piel y membranas mucosas. Las sales de cromato son carcinógenas reconocidas de los pulmones y cavidades nasales y carcinógenos experimentales del estómago y la laringe. Los compuestos hexavalentes son más tóxicos que los trivalentes.

P. 2, 4D – Acido 2, 4D – diclorofenoxiacético

El 2, 4-D es una hormona de planta con propiedades de yerbicida. También se usa para aumentar la salida de “latex” de árboles de goma viejos. Es un carcinógeno experimental y puede causar náuseas y depresión al sistema nervioso central. Se han informado daños y lesiones al hígado y riñones de animales en experimentación.

Q. DDT – (dicloro difenil tricloroetano)

Cristales incoloros o un polvo blanco, inoloro. DDT es absorbido con facilidad en el tracto intestinal y esta absorción aumenta a medida que aumentan también las grasas y aceites. Se sabe que el DDT actúa sobre el sistema nervioso central (SNC), pero el mecanismo exacto para esta acción, tanto para humanos como para animales, no ha sido dilucidado. Experimentalmente, se ha comprobado que esta sustancia es una mutagénica (produce cambios en los genes) y carcinógena.

R. Flúor

Gas amarillo pálido. Es el no-metal más reactivo y el elemento más electronegativo que existe. Altamente peligroso, cuando se calienta emite vapores tóxicos y corrosivos.

S. Fulfulal

Líquido incoloro que tiene un olor peculiar parecido al benzaldehído. Se torna de amarillo a marrón al exponerse al aire y a la luz. Sus usos principales son la manufactura de plásticos, insecticidas, fungicidas y yerbicidas. El líquido es peligroso a los ojos. El vapor es irritante a las membranas mucosas y es un veneno al sistema nervioso central.

T. Hexaclorociclohexano

Es usado en síntesis orgánicas y también como fungicidas. Puede producir irritación en la piel al contacto prolongado. Cuando se calienta a descomposición emite vapores altamente tóxicos de fosgeno.

U. Hexaclorofeno (2, 2' – methylene bis (3, 4, 6 – trichlorophenol)

Es usado principalmente en la manufactura de jabones germicidas (para matar gérmenes). En medicina se usa como desinfectante. Por muchos años, el peligro toxicológico de este compuesto no fue reconocido y tuvo un uso amplio y sin restricción. No obstante, estudios recientes llevados a cabo por científicos de FDA (Federal Drug Administration) han demostrado lesiones cerebrales, tanto en ratas y monos tratados con hexaclorofeno a niveles sólo un poco mayor que las usadas por personas en productos como jabones, pastas de dientes, shampoos y una variedad de otros productos del hogar y cosméticos conteniendo hexaclorofeno. La FDA ha restringido la venta de hexaclorofeno y muchas preparaciones conteniendo altos niveles del compuesto están disponibles sólo a través de prescripción médica.

V. Hidrazina

Líquido aceitoso o incoloro, el cual emite vapores al aire. Tiene un olor penetrante parecido a la amoníaco. Entre sus usos están los siguientes: agente reductor (que oxida a otros compuestos) y como combustible para cohetes. La hidrazina y algunos de sus derivados pueden causar daños al hígado y destruir glóbulos rojos en la sangre. Un carcinógeno experimental del pulmón, sistema nervioso, hígado, riñones, senos y tejido subcutáneo. Puede autoencenderse cuando es absorbido en tierra, asbesto, tela y madera. Es un poderoso explosivo, usado mucho en el combustible para cohetes. Es muy sensitivo y no debe ser usado sin seguir completa y fielmente las instrucciones del fabricante en cuanto al manejo, almacenamiento y disposición.

W. Mercurio

Líquido metálico de color plateado blanco. Tiene infinidad de usos, entre ellos: barómetros, termómetros hidrométricos, pirómetros, como catalítico en muchas reacciones químicas y en pinturas.

Es extremadamente venenoso, luego de ser absorbido, circula en la sangre y se almacena en el hígado, riñones, huesos y bazo. Algunos síntomas cardinales del envenenamiento con mercurio en la industria son temblores y disturbios psíquicos. Puede emitir vapores de mercurio altamente tóxicos al calentarse.

X. Metacrilato de Metilo

Líquido incoloro, muy poco soluble en agua. Se ha comprobado su carcinogenicidad en animales de laboratorio. Es inflamable y puede reaccionar violentamente al mezclarse con peróxido de benzoílo y materiales oxidantes.

Y. Metiletilcetona

Líquido inflamable. Se usa como solvente en la manufactura de resinas sintéticas. Es un compuesto muy irritante y afecta al sistema nervioso periferal. Tiene características teratogénicas en experimentos efectuados a animales de laboratorio.

Z. Methylparathion

Líquido amarillento usado principalmente en la agricultura como insecticida. Un compuesto órgano-fosfatado, de alta toxicidad mamaria a través de cualquier ruta. Es un inhibidor de la enzima “colinesterase”. Se considera un compuesto con características teratogénicas en animales de laboratorio.

AA. Nitrobenceno

Líquido aceitoso, de incoloro a amarillo pálido con un olor de aceite de almendra y volátil. Usos: manufactura de anilina, jabones, betunes y aceites lubricantes para refinerías. Es peligroso, debido a la rápida absorción a través de la piel. Puede causar dolores de cabeza, náuseas, vómitos y metamoglobinemia con cianosis.

BB. Oxido de Etileno

Gas inflamable e incoloro a temperatura y presión estándar. Sus usos principales son como agente fumigante para textiles, para esterilizar instrumentos de cirugía, funguicida para la agricultura, en síntesis orgánicas, especialmente en la producción de Glicol de etileno y como materia prima en la manufactura de acrilonitrilo. Se ha encontrado en experimentos con animales de laboratorio que exhibe características carcinogénicas y mutagénicas. Concentraciones altas pueden causar edema pulmonar. Peligroso al exponerse al calor o flama. Para combatir el fuego producido por este compuesto debe usarse espuma de alcohol.

CC. Bifenilos Policlorinados

Una serie de mezclas técnicas, consistiendo de muchos isómeros y compuestos que varían desde líquidos aceitosos móviles hasta sólidos cristalinos y resinas sólidas no-cristalinas. Varían en composición y grado de clorinación. Entre las marcas registradas se encuentran: Aroclor, Chlorextol, Inerteen, Pyranol, Santhoterm y otros. Usados abundantemente como parte de los fluidos dieléctricos de transformadores, condensadores y otros equipos electrónicos como aisladores de calor. Son resistentes al calor y no se degradan con facilidad. Este compuesto es altamente tóxico y su producción fue prohibida desde 1979 porque se encontró que causaba cáncer y cloracné, entre otras enfermedades.

DD. Pentaclorofenol

Cristales en forma de agujas. Ha sido recomendado para usarse en la preservación de la madera; también tiene amplios usos en formulaciones de yerbicidas para el control de algas y limo y como fungicida. Los síntomas de envenenamiento son debilidad y cambios urinarios y de presión sanguínea.

También causa dermatitis, convulsiones y colapso. Una exposición crónica puede causar daños renales y al hígado. Al calentarse hasta descomposición, emite vapores altamente tóxicos de cloruros.

EE. Plomo

Metal altamente lustroso con un color grisáceo o plateado. Entre sus usos están los siguientes: materiales de construcción para válvulas y otros equipos, en tanques y otros equipos que manejen líquidos y gases corrosivos, refinerías y petroquímicas, halogenación, extracción y condensación, pigmentos de pintura, baterías de auto, cerámicas, plásticos y otros. También se ha usado en la medicina como fuente de radiación en condiciones benignas del ojo.

El envenenamiento con Pb es una de las enfermedades ocupacionales más comunes. Algunos compuestos de plomo son carcinógenos experimentales de los pulmones y riñones en animales de laboratorio.

FF. Sacarina

Cristales monoclinicos. Uso: agente endulzador de bajas calorías. Se han realizado pruebas de laboratorio donde se han encontrado pruebas de

carcinogenicidad. Cuando se calienta hasta descomposición emite vapores de óxidos de azufre y nitrógeno, respectivamente.

GG. Soda Cáustica

Sólido de color blanco. Usos: las soluciones de NaOH son usadas para neutralizar ácidos y hacer sales de sodio, para remover ácidos orgánicos y sulfúricos en refinerías. Estos hidrolizan grasas y forman jabones; precipitan alcaloides (bases) y la mayoría de los metales (como hidróxidos) en soluciones acuosadas de sus sales.

El peligro de este compuesto es su corrosividad a todos los tejidos.

HH. Tricloroetileno

Líquido no-inflamable. Entre sus usos están los siguientes: solvente para la manufactura de ceras, resinas, aceites, gomas, ésteres de celulosa y ésteres y la extracción de solventes en muchas industrias. Usado en la medicina como analgésico y anestésico para procedimientos cortos de operaciones.

Se considera en su etapa de experimentación como un carcinógeno. La inhalación de altas concentraciones causa narcosis y anestesia. Se han informado daños al hígado y a otros órganos y fallas cardíacas a la exposición crónica. Es un aditivo de alimentos permitido para consumo humano.