

## **NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS**

### **El Ministerio del Ambiente**

#### **Considerando**

**Que**, el numeral 7 del artículo 3 de la Constitución de la República del Ecuador, señala como deber primordial del Estado proteger el patrimonio natural del país;

**Que**, el artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay* y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados;

**Que**, el numeral 27 del artículo 66 de la Constitución de la República del Ecuador, reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza;

**Que**, el numeral 4 del artículo 276 de la Constitución de la República del Ecuador señala como uno de los objetivos del régimen de desarrollo, el recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural;

**Que**, mediante Decreto Ejecutivo No. 3399, publicado en el Registro Oficial No. 725 del 16 de diciembre del 2002, se expidió el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente;

**Que**, el artículo 3 del Decreto Ejecutivo No. 3399, publicado en el Registro Oficial No. 725 de 16 de diciembre de 2002, establece que las normas técnicas ambientales serán modificadas y expedidas por acuerdo ministerial, así como los valores correspondientes a las tasas;

**Que**, mediante Decreto Ejecutivo No. 3516, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 2 de 31 de marzo de 2003, se publicó el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente;

**Que**, el artículo 109 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente establece que se crearán comités operativos ad hoc para que intervengan en la elaboración y revisión de una determinada norma y en tal virtud se conformó un comité con representantes del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, expertos de organismos de educación superior y del sector privado;

**Que**, mediante oficio....., oficio ....., el Ministerio del Ambiente realizó la convocatoria para la ejecución de tres talleres de consulta pública que se desarrollaron en las Ciudades de Quito, Cuenca y Guayaquil, los días .., .. y .. de .... de 2012 respectivamente;

**Que**, entre el .. y el .., estuvo disponible en la página web del Ministerio del Ambiente la versión revisada de propuesta de actualización de la Norma para la prevención y control de la contaminación de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados, a fin de que la ciudadanía en general efectuara sus observaciones y comentarios;

**Que**, mediante informe técnico....., la Dirección Nacional de Control de la Contaminación Ambiental recomendó la aprobación de la revisión de la Norma para la prevención y control de la contaminación de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados;

**Que**, mediante memorando No. ...., la Coordinación General de Asesoría Jurídica emite pronunciamiento favorable al proyecto de Acuerdo Ministerial mediante el cual se reforma

la Norma para la prevención y control de la contaminación de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados;

En uso de las atribuciones establecidas en el numeral 1 del artículo 154 de la Constitución de la República de Ecuador en concordancia con el artículo 17 del Estatuto del Régimen Jurídico y Administrativo de la Función Ejecutiva;

## **ACUERDA:**

Art. 1.- Reformar la Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados, constante en el Anexo 2 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, y que forma parte del conjunto de Normas Técnicas Ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación, citadas en la Disposición General Primera del Título IV del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, de conformidad al texto que se transcribe a continuación:

## **0. INTRODUCCIÓN**

Esta norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, se somete a las disposiciones contenidas en esos instrumentos y es de aplicación obligatoria por parte de toda persona natural o jurídica, pública o privada, que desarrolle actividades que tengan potencial de afectación a la calidad ambiental del suelo en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina:

- Los objetivos y parámetros de calidad ambiental del suelo a ser considerados para diferentes usos de este recurso.
- El procedimiento para determinar los valores iniciales de referencia respecto a la calidad ambiental del suelo.
- Los límites permisibles de contaminantes en función del uso del suelo, en relación con un valor inicial de referencia.
- Los métodos y procedimientos para la determinación de los parámetros de calidad ambiental del suelo.
- Los métodos y procedimientos para la remediación de suelos contaminados.

## **1. OBJETIVO GENERAL**

La presente norma tiene como objetivo principal preservar la salud de las personas y velar por la calidad ambiental del recurso suelo a fin de salvaguardar las funciones naturales en los ecosistemas, frente a actividades antrópicas con potencial para modificar su calidad, resultantes de los diversos usos del recurso.

### **A.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Establecer Normas de aplicación general para diferentes usos del suelo
- Definir criterios de calidad de un suelo.
- Formular criterios de remediación para suelos contaminados.
- Establecer normas técnicas para evaluación de la capacidad agrológica del suelo

## **2. DEFINICIONES.**

Para el propósito de la presente norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, y las que a continuación se indican:

**2.1 Actividades potencialmente contaminantes.-** Aquellas actividades de origen antrópico que, ya sea por el manejo de sustancias peligrosas o la generación de residuos, podrían contaminar al suelo.

**2.2 Adsorción.-** Proceso en el cual los iones y moléculas presentes en una fase tienden a condensarse y concentrarse en la superficie de otra fase. Por ejemplo, la adsorción de los contaminantes del aire y del agua sobre el carbón activado se utiliza frecuentemente para su purificación.

**2.3 Aguas residuales.-** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

**2.4 Agua Salina.-** Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS.

**2.5 Agua Salobre.-** Es aquella que posee una salinidad comprendida entre 0.5 y 30 UPS.

**2.6 Agua Subterránea.-** Es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación (se sitúa debajo del nivel freático donde todos los espacios abiertos están llenos con agua, con una presión igual o mayor que la atmosférica). Alícuota.- submuestra o espécimen del suelo en base a la cual se preparan muestras compuestas de suelo.

**2.7 Alícuota.-** Especimen o submuestra de suelo en base a la cual se prepara una muestra compuesta de suelo.

**2.8 Aptitud natural.-** Características físicas, químicas y biológicas de un suelo en ambiente natural.

**2.9 Área natural protegida.-** Superficie definida geográficamente que haya sido designada por la ley u otra norma jurídica dictada por los órganos competentes de la Función Ejecutiva, cualquiera sea su categoría de manejo, a fin de cumplir los objetivos de conservación definidos por la ley o norma.

**2.10 Asentamiento humano.-** Ocupación territorial con marcada intervención cultural, que sirve para alojar a grupos humanos.

**2.11 Barrera viva.-** Faja de vegetación arbustiva o arbórea, sembrada generalmente en curvas de nivel, que sirven para contrarrestar tanto la erosión eólica como hídrica.

**2.12 Calidad ambiental del suelo.-** Capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte y con el que interactúa, y que posibilita su utilización para un propósito específico en una escala amplia de tiempo

**2.13 Capa arable.-** Capa superficial del suelo que puede ser modificada por el hombre a través de su manejo con fines productivos., corresponde generalmente a los horizontes O y A en un perfil del suelo.

**2.14 Capacidad de intercambio catiónico.-** Se determina como la cantidad total de cationes que el suelo puede adsorber mediante intercambio de cationes, usualmente se expresa como miliequivalentes por 100 gramos.

**2.15 Caracterización del suelo.-** Determinación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, que definen su calidad ambiental.

**2.16 Caracterización inicial del suelo.-** Caracterización entregada por el proponente, como parte del Estudio de Impacto Ambiental inicial, o Ex post, en el cual se establece la calidad ambiental del suelo en el área de ejecución de un proyecto.

**2.17 Caracterización vía residuo.-** Es el ensayo realizado directamente sobre la matriz sólida de un suelo o residuo con el fin de determinar su composición química.

**2.18 Caracterización vía lixiviado.-** Es el ensayo químico en el cual se obtiene un líquido representativo de un residuo sólido a través de un ensayo de lixiviación.

**2.19 Conservación.-** Uso y manejo óptimo del recurso suelo para mantener un conjunto de características que le permitan funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte.

**2.20 Contaminante del suelo.-** Sustancia que, en cualquier estado físico o formas, que al incorporarse o interactuar en el suelo, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad ambiental.

**2.21 Degradación.-** Pérdida de calidad ambiental del suelo debida a contaminación por sustancias nocivas, deterioro de la estructura física, modificación de la composición química, alteración de procesos biológicos o uso inapropiado del recurso.

**2.22 Descarga contaminante.-** Acción de verter, depositar, o inyectar aguas, sustancias o desechos en forma permanente, intermitente o fortuita que degrade por contaminación la calidad ambiental del recurso suelo.

**2.23 Desecho corrosivo.-** Un desecho es corrosivo si presenta una de las siguientes propiedades:

- Ser acuoso y tener un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5
- Ser capaz de corroer el acero a una tasa mayor que 0.25 pulgadas al año.

**2.24 Desecho explosivo.-** Un desecho es explosivo, si presenta una de las siguientes características:

- Formar mezclas potencialmente explosivas con agua.
- Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y 1 atm.
- Ser una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico.

**2.25 Desecho inflamable.-** Un desecho se considera inflamable, si presenta cualquiera de las siguientes características:

- Ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60°C
- No ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25°C y 1 atm, producir fuego por fricción, adsorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del suelo.
- Ser oxidante que pueda liberar oxígeno, y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

**2.26 Desecho patógeno.-** Un desecho es considerado patógeno si en su estructura contiene microorganismos o toxinas capaces de producir enfermedades. No se incluyen en esta definición a los residuos sólidos o líquidos domiciliarios o aquellos tratados en sistema de tratamiento de efluentes domésticos.

**2.27 Desecho pecuario.-** Desecho orgánico producido por el ganado ((vacas, caballos, ovejas, cerdos o cabras) y otras especies de animales (abejas, aves y peces y crustáceos) que se crían para consumo humano

**2.28 Desecho peligroso.-** Desecho, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representa una amenaza para la salud humana, el equilibrio ecosistémico o los componentes ambientales.

**2.29 Desecho reactivo.-** Un desecho es reactivo, si muestra una de las siguientes características:

- Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar.
- Reaccionar violentamente con agua
- Generar gases, vapores o humos tóxicos, en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua.
- Poseer entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente.
- Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.

**2.30 Desecho tóxico.-** Es todo aquel residuo sólido, lodoso, líquido o gaseoso envasado que debido a su cantidad, concentración o características físicas, químicas o infecciosas podrían:

- Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles
- Que presente un riesgo potencial para la salud humana o para el entorno al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada, sea de forma individual o al contacto con otros residuos.

**2.31 Desorción térmica.-** Proceso de separación física en el cual un suelo contaminado es calentado a una temperatura en la cual el agua y los contaminantes presentes son volatilizados.

**2.32 Disposición de residuos peligrosos.-** Colocación final o destrucción de desechos considerados peligrosos, así como pesticidas u otros químicos, suelos contaminados, recipientes que han contenido materiales peligrosos removidos o abandonados. La disposición puede ser llevada a cabo a través de rellenos sanitarios de seguridad, pozo de inyección profunda, incineración, encapsulamiento, fijación u otra técnica aprobada. Dentro de esta definición, no se incluyen los desechos radiactivos debido a que estos se encuentran regulados por la Comisión de Energía Atómica.

**2.33 Ecosistema.-** Conjunto natural de componentes físicos y biológicos de un entorno, interrelacionados e interdependientes.

**2.34 Ensayo de Lixiviación.-** Es la extracción bajo condiciones estándares de un líquido representativo de la composición química de un sólido.

**2.35 Escorrentía.-** Caudal superficial de aguas, procedentes de precipitaciones por lo general que corre sobre o cerca de la superficie en un corto periodo de tiempo.

**2.36 Erosión.-** Desagregación, desprendimiento y arrastre de partículas sólidas desde la superficie terrestre por acción del agua, viento, gravedad, hielo, por causas naturales o inducidas por el hombre.

**2.37 Espécimen.-** Porción de suelo a ser utilizada, ya sea como una muestra simple o como parte de una muestra compuesta, para determinar la calidad ambiental de un suelo.

**2.38 Fertilidad del suelo.-** Capacidad de producción del suelo, en función de la disponibilidad equilibrada de elementos químicos, microorganismos y otros factores.

**2.39 Fertilizante.-** Producto de origen químico y/u orgánico que sirve para aportar nutrientes al suelo, a fin de mejorar su productividad.

**2.40 Horizonte de suelo.-** Componentes horizontales del suelo, definidos genéticamente o por diagnóstico.

**2.41 Límites máximos permisibles.-** Valores límites de contaminación de suelos determinados para cada parámetro.

**2.42 Línea base.-** Denota el estado de un sistema alterado en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades productivas o humanas.

**2.43 Línea de fondo (background).-** Denota las condiciones ambientales imperantes, antes de cualquier perturbación. Es decir, significa las condiciones que hubieran predominado en ausencia de actividades antropogénicas, sólo con los procesos naturales en actividad.

**2.44 Lixiviado.-** Es un líquido representativo de un sólido, obtenido a través de un Ensayo de Lixiviación.

**2.45 Material peligroso.-** Sustancia sólida, líquida o gaseosa que por sus características físicas, químicas o biológicas puede ocasionar daños al ser humano, al ambiente o a los bienes.

**2.46 Medidas preventivas.-** Acciones estructurales y no estructurales tendientes a que una actividad potencialmente contaminante afecte en el menor grado posible a la variación de la calidad ambiental del suelo.

**2.47 Muestra.-** Especímenes representativos de un suelo para definir su calidad ambiental, tomados de acuerdo a un plan de muestreo.

**2.48 Muestra compuesta.-** Conjunto de varias submuestras o especímenes representativos de un área de suelo

**2.49 Muestra simple.-** Muestra constituida por un solo espécimen de suelo tomado en iguales condiciones de área y profundidad.

**2.50 Nivel Genérico de Referencia.-** Concentración de una sustancia contaminante en el suelo que no implica un riesgo mayor al máximo aceptable para la salud humana o para los ecosistemas.

**2.51 Perfil de suelo.-** Corte vertical del terreno que permite estudiar al suelo en su conjunto desde su superficie hasta el material subyacente.

**2.52 Reciclaje.-** Operación de separar, clasificar selectivamente a los desechos para utilizarlos convenientemente. El término reciclaje se refiere cuando los desechos clasificados sufren una transformación para luego volver a utilizarse.

**2.53 Recurso suelo.-** Tierras continentales e Insulares aptas para la agricultura, ganadería, forestación de reservas naturales, áreas protegidas, asentamientos humanos, entre otros.

**2.54 Relleno de seguridad.-** Obra de ingeniería diseñada, construida y operada para confinar en el terreno desechos peligrosos. Consiste en una o varias celdas de disposición final y un conjunto de elementos de infraestructura para la recepción y acondicionamiento de desechos, así como para el control de ingreso y evaluación de su funcionamiento..

**2.55 Relleno sanitario.-** Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de residuos sólidos municipales. El método consiste en confinar los desechos sólidos en un área menor posible y comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, reduciendo su volumen al mínimo aplicable, para luego cubrirlos con una capa de tierra u otro material inerte por lo menos diariamente y efectuando el control de los gases, lixiviados, y la proliferación de vectores, sin causar perjuicio al medio ambiente, molestia o peligro para la salud y seguridad pública.

**2.56 Remediación.-** Conjunto de medidas y acciones tendientes a restaurar afectaciones ambientales producidas por impactos ambientales negativos o daños ambientales, a consecuencia del desarrollo de actividades, obras o proyectos económicos o productivos.

**2.57 Reuso.-** Acción de aprovechar un desecho, sin previo tratamiento.

**2.58 Rotación de cultivos.-** Técnica conservacionista que consiste en cambiar de forma regular y sistemática los cultivos de un terreno a fin de mantener la fertilidad del suelo.

**2.59 Salinización.-** Proceso de acumulación de sales solubles en el suelo.

**2.60 Sorción.-** Concentración o movimiento de los contaminantes de una fase a otra.

**2.61 Submuestra.-** Alícuota de suelo con características homogéneas que conformarán una muestra compuesta.

**2.62 Suelo.-** Capa superficial de la corteza terrestre, situada por sobre el sustrato rocoso, integrada por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos, que cumple tanto funciones naturales como de uso.

**2.63 Suelo agrícola.-** Suelo, donde la actividad primaria es la producción de alimentos, usando los suelos para crecimientos de cultivos y producción de ganado. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora nativa.

**2.64 Suelo residencial urbano.-** Suelos, donde la actividad primaria es la ocupación de los suelos para fines residenciales y para actividades de recreación, no se considera dentro de esta definición las áreas silvestres, tal es el caso de los parques nacionales o provinciales.

**2.65 Suelo comercial.-** Suelos, donde la actividad primaria se relaciona con operaciones comerciales y de servicios, por ejemplo centros comerciales, y su ocupación no es para propósitos residenciales o industriales.

**2.66 Suelo industrial.-** Suelo donde la actividad principal abarca la elaboración, transformación o construcción de productos varios.

**2.67 Suelo contaminado.-** Todo aquel cuyas características físicas, químicas y biológicas naturales, han sido alteradas debido a actividades antropogénicas y representa un riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

**2.68 Sustancia química peligrosa.-** Sustancias o productos que por sus características físico/químicas y/o tóxicas representan peligros para la salud humana y el medio ambiente en general. Están sujetos a manejos y precauciones especiales en el almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición.

**2.69 Textura del suelo.-** Grado de consistencia, conforme al tamaño de las partículas o los

grupos que lo constituyen. Es la proporción de arcilla, limo y arena del suelo.

**2.71 Uso industrial del suelo.-** El que tiene como propósito esencial servir para el desarrollo de actividades industriales, excluyendo las agrícolas y ganaderas.

**2.72 Uso urbano del suelo.-** El que tiene como propósito esencial servir para el desarrollo de actividades de construcción de viviendas, oficinas, equipamiento urbano y dotación de servicios.

**2.73 Usos diversos del suelo.-** Aquellos que, sin ser urbano ni industrial, sirven para el desarrollo de actividades agrícolas, forestales, ganaderas, mineras, recreativas, y de conservación y protección.

**2.74 Valores de línea de base.-** Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de base.

**2.75 Valores de fondo.-** Parámetros o indicadores que representan cuantitativa o cualitativamente las condiciones de línea de fondo.

## 2 CLASIFICACIÓN

Esta norma presenta el siguiente contenido:

- Normas de aplicación general,
- Prevención de la contaminación al recurso suelo,
- De las actividades que degradan la calidad del suelo,
- Suelos contaminados,
- Muestreo y análisis de suelo
- Criterios de calidad de suelo y criterios de remediación,
- Remediación del suelo

## 4 REQUISITOS

### 4.1 Normas de aplicación general

La presente norma se aplica para los siguientes usos del suelo: agrícola, ganadero, forestal, urbano, minero, recreativo, de conservación, industrial, comercial y camaroneras.

Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se establecen los siguientes criterios:

Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales, industriales, comerciales y de servicios, incorporando técnicas apropiadas y procedimientos para su minimización, reuso y reciclaje.

Utilizar sistemas de agricultura que no degraden, contaminen o desequilibren el ecosistema del área geográfica en que se desenvuelven; esto incluye el uso racional y técnico de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

En aquellos suelos que presenten contaminación, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperarlos, restaurarlos o restablecer las condiciones iniciales, previas a la ejecución de un determinado proyecto.

Durante las diferentes etapas del manejo de residuos industriales, comerciales y de servicios, la Autoridad Ambiental de Control vigilará:

El depósito o almacenamiento de residuos no peligrosos y peligrosos en suelos de conservación ecológica o áreas naturales protegidas.

El depósito o almacenamiento de residuos industriales, comerciales y de servicios de carácter peligroso en el suelo. Sin embargo, este procedimiento podrá aplicarse, siempre y cuando la parte interesada presente los estudios técnicos que demuestren fehacientemente la viabilidad ambiental y obtenga el correspondiente permiso emitido por la Autoridad Ambiental de Control.

#### 4.1.1 Prevención de la contaminación del recurso suelo

La prevención de la contaminación del recurso suelo se fundamenta en las buenas prácticas de manejo e ingeniería aplicadas a cada uno de los procesos productivos. Se evitará trasladar el problema de contaminación de los recursos agua y aire hacia el recurso suelo o viceversa.

##### 4.1.1.2 Sobre las actividades generadoras de desechos sólidos no peligrosos

Toda actividad productiva que genere desechos sólidos no peligrosos, deberá implementar una política de reciclaje o reuso de los mismos. Si el reciclaje o reuso no es viable, los desechos deberán ser dispuestos de manera ambientalmente aceptable.

Las industrias y proveedores de servicios deben llevar un registro de los desechos generados, indicando el volumen y sitio de disposición de los mismos. Por ningún motivo se deberá disponer los desechos en áreas no aprobadas para el efecto por parte de la Autoridad Ambiental de Control.

##### Sobre las actividades que generen desechos peligrosos

Los desechos peligrosos que son generados en las diversas actividades industriales, comerciales, agrícolas o de servicio, deben ser devueltos a sus proveedores o entregados a un gestor ambiental calificado por la autoridad de control, quienes se encargarán de efectuar la disposición final del desecho mediante métodos de eliminación establecidos en las normas técnicas ambientales y regulaciones expedidas para el efecto.

El manejo, almacenamiento, transporte y disposición de residuos peligrosos, debe ser realizado de acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental correspondiente.

Se deberá establecer un punto de muestreo del suelo en las zonas de disposición final de desechos peligrosos, la cual se monitoreará al menos 1 vez al año para determinar la afectación a la que está siendo sometido el recurso. La autoridad ambiental podrá solicitar mayor número de muestras e incrementar la frecuencia en dependencia de la actividad.

##### 4.1.1.4 De la disposición de desechos pecuarios

Los desechos pecuarios generados en establecimientos de faenamiento, engorde, o crianza, deberán recibir tratamiento técnico adecuado, y evitar de esta forma la contaminación por microorganismos y cambio en sus características naturales. Los residuos pecuarios no podrán ser dispuestos en cuerpos hídricos receptores.

Las actividades acuícolas localizadas en tierras altas o en zonas agrícolas, deberán incluir un Plan de Cierre y Abandono del sitio del proyecto a desarrollarse.

##### 4.1.1.5 De la salinización de suelos

Las organizaciones públicas y privadas que utilicen o aprovechen aguas salinas o salobres deberán adoptar las medidas técnicas necesarias a fin de evitar la salinización y cualquier tipo de contaminación o degradación total o parcial de las características o cualidades físicas, químicas o biológicas de las tierras con aptitud agrícola, ganadera, forestal o de reserva natural.

Las organizaciones localizadas en zonas agrícolas, dedicadas a la producción acuícola, que utilizan aguas con contenido de sales mayores a la salinidad presente en el suelo, deberán adoptar los correctivos necesarios a fin de evitar la intrusión de esta agua en el suelo, y la posterior adsorción de sales en el suelo, o su migración a fuentes de agua subterránea. Para el efecto deberán remitirse a la normativa existente referente a la actividad acuicultora en tierras altas.

#### 4.1.1.6 De la prohibición de descargas, infiltración o inyección de efluentes en el suelo y subsuelo

La Autoridad Ambiental de Control vigilará que no se realice la descarga, infiltración o inyección en el suelo o en el subsuelo de efluentes, tratados o no, que alteren la calidad del recurso. Se exceptúa de esta disposición a las actividades de inyección asociadas a la exploración y explotación de hidrocarburos, las cuales deberán adoptar los procedimientos ambientales señalados en la normativa ambiental hidrocarburífera vigente en el país.

### 4.2 De las actividades que degradan la calidad del suelo

**4.2.1.** Las personas naturales o jurídicas públicas o privadas dedicadas a la comercialización, almacenamiento y/o producción de químicos, hidroelectricidad, exploración y explotación hidrocarburífera, minera, ganadera, florícola, camaronera, agrícola y otras, tomarán todas las medidas pertinentes a fin de

que el uso de su materia prima, insumos y/o descargas provenientes de sus sistemas de producción, comercialización y/o tratamiento, no causen daños físicos, químicos o biológicos a los suelos.

**4.2.2** Los talleres mecánicos y lubricadoras, así como estaciones de servicio o cualquier otra actividad industrial, comercial o de servicio que dentro de sus operaciones maneje y utilice hidrocarburos o sus derivados, deberá realizar sus actividades en áreas pavimentadas e impermeabilizadas y por ningún motivo deberán verter los residuos aceitosos o disponer los recipientes, piezas o partes que hayan estado en contacto con estas sustancias sobre el suelo y deberán ser eliminados mediante los métodos establecidos en las Normas Técnicas y Reglamentos aplicables y vigentes en el país. Los aceites minerales usados y los hidrocarburos desechados serán considerados sustancias peligrosas y nunca podrán ser dispuestos directamente sobre el recurso suelo, tal como lo establece el artículo Ministerial 161.

### 4.3 Suelos contaminados

**4.3.1** Los causantes acción de contaminación del recurso suelo, a causa de derrames, vertidos, fugas, almacenamiento o abandono de materiales peligrosos, deberán proceder a la remediación de la zona afectada, considerando para el efecto los criterios de remediación de suelos contaminados que se encuentran en la presente norma.

**4.3.2** La Autoridad Ambiental de Control exigirá al causante la remediación del sitio contaminado y el seguimiento de las acciones de remediación, hasta alcanzar los objetivos o valores de remediación establecidos en la presente norma.

**4.3.3** Ante la inaplicabilidad para el caso específico de algún parámetro establecido en la presente norma o ante la ausencia en la norma de un parámetro relevante para el suelo bajo estudio, la Autoridad Ambiental de Control adoptará el siguiente criterio de evaluación:

- El regulado deberá establecer los valores de fondo o de referencia del parámetro de interés presente en el suelo.
- El regulado determinará la concentración presente o actual del parámetro bajo estudio en el área afectada. Así, se procede a comparar los resultados obtenidos de la concentración presente en el suelo contra los valores de fondo. Se considera que una concentración presente tres veces mayor que el valor de fondo para el suelo, denota contaminación que requiere atención inmediata por parte de la Autoridad Ambiental de Control. (Ver Tabla 1). El procedimiento descrito será coordinado y supervisado por la Autoridad Ambiental de Control.
- Si la concentración se encuentra tres veces más alta que el valor de fondo, la Autoridad Ambiental de Control dará atención inmediata a esta situación y deberá obligar al regulado a la remediación del suelo hasta que la concentración presente sea menor o igual a 1,5 en relación al valor de fondo.

TABLA 1

## Indicadores de Contaminación

Factor de contaminación (Concentración presente/ valor de fondo)	Grado de perturbación	Denominación
< 1,5	0	Cero o perturbación insignificante
1,5 – 3,0	1	Perturbación evidente
3,0 – 10,0	2	Perturbación severa
> 10,0	3	Perturbación muy severa

**4.3.4** No serán consideradas como áreas degradadas o contaminadas aquellas en las que sus suelos presenten, por causas naturales y en forma habitual, alto contenido de sales solubles de sodio, de elementos tóxicos para la flora, fauna, ecosistemas y sus interrelaciones, de baja fertilidad química nativa, capa de agua alta o suspendida que anule o disminuya muy notoriamente el crecimiento radicular de las plantas, que requieran riego constante o suplementario, de desmonte o desmalezado.

**4.3.5** Cuando por cualquier causa se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos o materiales peligrosos de forma accidental sobre el suelo, áreas protegidas o ecosistemas sensibles, se debe dar aviso inmediato de los hechos a la Autoridad Ambiental de Control, aviso que deberá ser ratificado por escrito dentro de las 24 horas siguientes al día en que ocurran los hechos, para que dicha dependencia determine la aplicación de las medidas de seguridad y de contingencia que procedan.

El aviso por escrito al que se refiere el numeral anterior deberá comprender:

- Identificación, domicilio, teléfonos y casillero judicial de los propietarios, tenedores, administradores, representantes legales o encargados de los residuos o productos peligrosos de los que se trate;
- Localización, coordenadas y características del sitio donde ocurrió el accidente;
- Causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido;
- Descripción precisa de las características físico-químicas, biológicas y toxicológicas, así como la cantidad de los residuos o sustancias peligrosas derramadas, infiltrados, descargados o vertidos;
- Acciones realizadas para la atención del accidente;
- Medidas adoptadas para la limpieza y restauración de la zona afectada;
- Se deberán analizar los posibles riesgos a la salud humana y ambiente producto de la contaminación;
- Plan de Remediación del sitio afectado
- Plan de monitoreo del recurso suelo a corto, mediano y largo plazo del sitio afectado, de ser el caso.

**4.3.6** Cuando un suelo se encuentre contaminado, la persona natural o jurídica pública o privada responsable de la contaminación, adoptará los siguientes procedimientos de informe:

### 1.- Caracterización del Área de Influencia Directa

Ubicación Geográfica del sitio

Ubicación respecto a zonas aledañas de interés

Condiciones locales de la zona:

Precipitación y o riego (frecuencia de la precipitación y riego así como su cantidad)

Nivel freático de la zona

Escorrentía

Ubicación de cuerpos de agua aledaños, pozos para explotación de agua (en uso, clausurados, en proyecto)

Condiciones climáticas y dirección del viento

Caracterización del suelo:

Uso del suelo: agrícola, forestal, ganadero, urbano, recreativo, conservación de hábitats, industrial, comercial, minero, camaroneras  
Morfología  
Vegetación presente  
Granulometría  
Permeabilidad  
Composición química, física y biológica del suelo  
Perfiles estratigráficos del área en estudio.

2.- Determinación del origen de la contaminación: Características de la actividad que da origen a la contaminación:

Exploración o explotación del recurso.  
Procesos Industriales.  
Centro de Almacenamiento o transporte de productos químicos o sustancias peligrosas.  
Terminal Marítima o Terrestre.  
Estación de Transferencia, Centro de Transferencia.  
Ducto, poliducto, líneas de flujo, líneas de transferencia, pozos, plataformas  
Rellenos sanitarios, botaderos y sistemas de tratamiento de desechos.  
Otras

Planos de las instalaciones.

Estudios Previos efectuados al área en evaluación (estudios ambientales, mediciones del nivel freático, composición del suelo del área afectada, entre otros).

Determinación primaria del contaminante (si el contaminante es materia prima, producto, subproducto o desecho del proceso).

Localización de las fuentes de contaminación (superficial o subterránea).

Tiempo transcurrido desde el inicio de la contaminación y de la verificación del mismo.

3.- Diagnóstico de la contaminación *in situ*: El diagnóstico *in situ* debe posibilitar tener una primera apreciación general de la contaminación del suelo, en términos de severidad, extensión y tiempo, en base a información obtenible de manera simple y rápida. Partiendo de la observación visual detallada, se utilizarán métodos de diagnóstico comunes (geoeléctricos, gasométricos, radiométricos, etc.). Dependiendo de la naturaleza de la contaminación se emplearán otro tipo de métodos descritos en la literatura y aprobados por la entidad ambiental de control.

4.- Criterios de Toma de muestras: La toma de muestras para el caso de suelos contaminados, se ajustará a los establecido en el numeral 4.5.2 de la presente norma.

5.- Análisis de muestras: Los análisis de muestras de suelo contaminados, se realizarán siguiendo lo especificado en los numerales 4.6.1, 4.6.2 y 4.6.3 de la presente norma, y tomando en consideración los parámetros señalados en el Anexo1, según uso del suelo.

6.- Remediación del Suelo Contaminado : Se deberá evaluar y adoptar el método más idóneo de remediación, actividad que dependerá del tipo de sustancia contaminante presente, conforme a lo estipulado en el numeral 4.7.1 de la presente norma.

#### **4.4 Criterios de calidad de suelo y criterios de remediación**

4.4.1 Caracterización inicial del suelo.- La caracterización inicial del suelo presentada por el proponente en el Informe Inicial de Calidad del suelo, como parte del Estudio de Impacto Ambiental, constituirá el valor referencial respecto al cual se evaluará una posible contaminación del suelo, aplicando como criterio los parámetros señalados en el Anexo 1.

4.4.2 Criterios de calidad del suelo.- Los criterios de calidad del suelo son valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante presente en el suelo. Los valores de fondo se refieren a los niveles ambientales representativos para un contaminante en el suelo. Estos valores pueden ser el resultado de la evolución natural del área, a partir de sus características geológicas, sin influencia de actividades antropogénicas. Los criterios de calidad del suelo constan en el Anexo 2.

4.4.3 Criterios de remediación del suelo.- Los criterios de remediación se establecen de acuerdo al uso del suelo, tienen el propósito de establecer los niveles máximos de concentración de contaminantes en un suelo, y son presentados en el Anexo 3.

4.4.4 Toda persona natural o jurídica, pública o privada que desarrolle actividades que tengan el potencial de afectar al recurso suelo, presentará periódicamente a la Autoridad Ambiental de Control una evaluación de la calidad del suelo, reportando los parámetros aplicables para el uso respectivo del suelo, según consta en el Anexo 1, siguiendo los procedimientos de campo y los métodos analíticos de laboratorio establecidos en la presente norma.

4.4.5 En el caso de que se sobrepase el límite máximo permisible, la Autoridad Ambiental de Control declarará formalmente a un suelo contaminado y lo notificará por escrito al regulado y dispondrá la ejecución de medidas de remediación necesarias, señalando plazos y condiciones para su adopción, ejecución y para la presentación de informes periódicos que evidencien la recuperación de la calidad ambiental del suelo.

## **4.5 Muestreo y análisis de suelos**

### **4.5.1 De la toma de muestras para caracterización de suelos**

4.5.1.1, En general, el número de alícuotas de suelo no deberá ser inferior a 16 por hectárea, de las cuales 8 serán tomadas en superficie y 8 a 0.5 m de profundidad en los mismos puntos de muestreo, debiendo ser el peso de cada espécimen no inferior a 0.5 kg. Las alícuotas serán mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, la cual tendrá un peso de entre 0.5 y 1.0 kg, y que servirá para realizar los análisis requeridos. En el caso de existir diversidad de tipos de suelo, se tomará una muestra compuesta para cada uno de los tipos presentes en el área, en las condiciones señaladas.

4.5.1.2. Para los proyectos lineales (vialidad, sistemas de riego, conducciones de agua potable) se tomará una muestra de suelos por cada 5 km. Para proyectos de saneamiento (red de alcantarillado sanitario y pluvial), se tomará una muestra de suelo, en tanto que para plantas de tratamiento se tomarán al menos dos muestras.

4.5.1.3 Para los informes periódicos, el proponente realizará el muestreo de suelo en con las mismas características y en las mismas condiciones que las señaladas en 4.5.1.1.

### **4.5.2 De la toma de muestras en caso de suelos contaminados**

4.5.2.1 El número de especímenes de suelo a coleccionar dependerá de la extensión y profundidad alcanzada por el contaminante y del tiempo transcurrido desde que se ha producido la contaminación. Se deberá tomar como mínimo cinco y máximo 20 especímenes por hectárea, cuando el contaminante no haya alcanzado una profundidad mayor a 50 centímetros. Los especímenes no serán integrados en muestras compuestas sino procesados individualmente.

4.5.2.2 Cuando la profundidad de afectación alcance niveles superiores a los 50 centímetros, se procederá a tomar muestras del perfil del suelo hasta la profundidad, que determine la entidad ambiental de control y en el número que ella establezca, En todo caso, el muestreo deberá incluir la zona saturada y la no saturada.

4.5.2.3 Selección del sitio y toma de muestra: Se trazará una cuadrícula extendida sobre toda el área afectada, con líneas de la cuadrícula a distancias de 3 metros. Cuando la contaminación cubra grandes áreas, se seleccionará las muestras más representativas de los nudos de la cuadrícula. Cuando el área contaminada sea pequeña o de forma irregular, y la cuadrícula con intervalos de 3 metros no contenga al menos cinco muestras, se utilizará una cuadrícula más pequeña para proceder a recolectar las muestras, o se tomarán muestras aleatorias.

4.5.2.4 Tamaño y tipo de muestra: El tamaño de la muestra se ajustará a lo establecido en el punto 4.5.1.1 de la presente norma.

4.5.2.5 Como un procedimiento de aseguramiento de calidad, por cada 6 o 7 muestras, se tomará una muestra testigo, en el caso de la determinación de Inorgánicos tóxicos.

4.5.2.6 La selección del sitio de colección de muestras, así como el número de muestras a coleccionar deberá efectuarse con la aprobación y preferentemente en la presencia de un representante de la entidad ambiental de control.

#### 4.6 De los métodos analíticos

4.6.1 Los análisis físicos, químicos y microbiológicos requeridos, deberán ser realizados por laboratorios que tengan acreditados los parámetros requeridos, y siguiendo las metodologías estipuladas y validadas para cada caso. Los parámetros requeridos por la presente norma serán determinados en base seca de muestras de suelo. Adicionalmente, para suelos remediados, se harán determinaciones vía lixiviado.

4.6.2 Los ensayos de lixiviación deberán realizarse utilizando el procedimiento de lixiviación característico EPA 1311, también conocido como TCLP, por sus siglas en inglés.

4.6.3 Los valores máximos permitidos para los ensayos de lixiviación son los establecidos en la Tabla 2

**TABLA 2: Valores máximos permitidos para ensayos de lixiviación**

Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor máximo permitido
Hidrocarburos totales	TPH	mg/L	20
Organoclorados	OC	mg/L	0.05
Organofosforados	OF	mg/L	0.01
Carbamatos	CB	mg/L	0.01
Cadmio	Cd	mg/L	0.05
Níquel	Ni	mg/L	2
Plomo	Pb	mg/L	0.2
Mercurio	Hg	mg/L	0.005
Arsénico	As	mg/L	0.1
pH	pH		5<pH<9
Conductividad Eléctrica	CE	uS/cm	4000
Hidrocarburos Aromáticos policíclicos	HAPS	mg/L	<0.003
Vanadio	V	mg/L	<0.2
Bario	Ba	mg/L	<5

#### 4.7 Remediación de suelos

##### 4.7.1 Del proceso de remediación

4.7.1.1 En el caso de declaratoria de suelo contaminado, el regulado pondrá en ejecución las medidas de remediación aprobadas por la Autoridad Ambiental de Control, dentro de los plazos y condiciones señaladas para su adopción y ejecución.

4.7.1.2 La remediación del suelo se ejecutará utilizando las mejores técnicas disponibles, atendiendo a las características propias de cada caso, buscando soluciones que garanticen la recuperación y el mantenimiento permanente de la calidad del suelo

4.7.1.3 Se privilegiarán las técnicas de remediación *in situ*. El traslado de suelos contaminados para tratamiento y/o disposición *ex situ* sólo será posible en casos especiales, debidamente justificados ante la Autoridad Ambiental de Control, quien autorizará expresamente su ejecución.

4.7.1.4 Se utilizará la Tabla 3 para establecer los límites para la remediación de suelos contaminados.

**TABLA 3.- Límites para la remediación de suelos contaminados**

Parámetro	Expresado como	Unidad <sup>(1)</sup>	Valores mínimos para considerar un suelo remediado
Hidrocarburos totales	TPH	mg/kg	50
Organoclorados	OC	mg/kg	0.1
Organofosforados	OF	mg/kg	0.1
Carbamatos	CB	mg/kg	0.1
Cadmio	Cd	mg/kg	<2
Níquel	Ni	mg/kg	<50
Plomo	Pb	mg/kg	<100
Mercurio	Hg	mg/kg	1.4
Arsénico	As	mg/kg	4
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	HAPS	mg/kg	<2
pH	pH		6<pH<9
Conductividad Eléctrica	CE	uS/cm	Valor de fondo +/-500
Bario	Ba	mg/kg	<5
Vanadio	V	mg/kg	<0.2
Espesor de capa arable	De acuerdo a caracterización inicial		

4.7.1.5 Para el caso de suelos declarados contaminados, el regulado deberá tomar muestras superficiales y en profundidad de la manera ya señalada en los apartados 4.5.1 y 4.5.2, a fin de verificar el resultado de la remediación.

#### 4.7.2 De los resultados de la remediación

4.7.2.1 La declaración de suelo contaminado quedará sin efecto una vez que el proponente remita el respectivo informe en el cual se pueda verificar mediante análisis de laboratorio que los parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles, lo cual será notificado al regulado. Esto, no obstante, no lo libera de responsabilidades ulteriores.

4.7.2.2 En el caso de que la remediación no permita alcanzar los niveles de calidad iniciales, ya sea por razones técnicas, ambientales o de otra índole, apropiadamente justificadas, la Autoridad Ambiental de Control podrá aceptar soluciones orientadas a reducir la exposición de personas y/o ecosistemas a los contaminantes, para lo cual se pondrán en práctica medidas de contención o de confinamiento de los suelos afectados.

## ANEXO 1: PARÁMETROS PARA VALORACIÓN DE LA CALIDAD INICIAL DEL SUELO SEGÚN USO DEL SUELO

Uso del Suelo	Parámetros a evaluar por Uso del Suelo
Agrícola	Metales (bario, boro, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) Plaguicidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides) Contenido de materia orgánica en el suelo Conductividad eléctrica Nitrógeno total pH Humedad Espesor de la capa arable
Forestal	Metales (bario, boro, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) Plaguicidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides) Contenido de materia orgánica en el suelo Conductividad eléctrica Nitrógeno total pH Humedad Espesor de la capa arable
Ganadero	Metales (bario, boro, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) pH Conductividad eléctrica Detergentes Humedad Espesor de la capa arable
Urbano	Metales (bario, boro, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) pH Conductividad eléctrica Detergentes
Recreativo	Metales (bario, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) Plaguicidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides) pH Conductividad eléctrica Humedad Granulometría
Conservación de hábitats	Metales (bario, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) Contenido de materia orgánica en el suelo pH TPH Detergentes Humedad Espesor de la capa arable
Industrial	Metales (bario, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, cianuro, mercurio, zinc, vanadio) PCB's (en el caso de plantas termoeléctricas) Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAP's) TPH pH Conductividad eléctrica Detergentes Humedad
Comercial	Metales (bario, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) TPH pH Conductividad eléctrica Humedad
Minero	Metales (bario, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) Cianuro TPH pH Conductividad eléctrica Radiactividad natural de fondo Humedad Espesor de la capa arable
Camaroneras	Metales (bario, cadmio, cromo, níquel, plomo, arsénico, mercurio, zinc) pH Conductividad Nitrógeno total bacterias aerobias TPH Contenido de materia orgánica en el suelo Humedad Espesor de la capa arable

## ANEXO 2

### CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

Parámetro	Unidades (Concentración en peso seco de suelo)*	Valor
<b>Parámetros Generales</b>		
Conductividad	mmhos/cm	2
pH		6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4
<b>Parámetros inorgánicos</b>		
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	5
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	30
Cromo Total	mg/kg	20
Cromo VI	mg/kg	2.5
Cianuro (libre)	mg/kg	0.25
Estaño	mg/kg	5
Flúor (total)	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	2
Níquel	mg/kg	20
Plomo	mg/kg	25
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	25
Zinc	mg/kg	60
<b>Parámetros orgánicos</b>		
Benceno	mg/kg	0.05
Clorobenceno	mg/kg	0.1
Etilbenceno	mg/kg	0.1
Estireno	mg/kg	0.1
Tolueno	mg/kg	0.1
Xileno	mg/kg	0.1

PCBs	mg/kg	0.1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorobencenos (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0.1
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0.01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hidrocarburos totales	mg/kg	0.5
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	0.1
Contenido de materia orgánica en el suelo	mg/kg	-
Nitrógeno total	mg/kg	-
Bacterias aerobias	mg/kg	-
Detergentes		-

### ANEXO 3: CRITERIOS DE REMEDIACIÓN (VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES)

Parámetro	Unidades (Concentración en peso seco de suelo)*	USO DEL SUELO			
		Agrícola	Residencial	Comercial	Industrial
<b>Parámetros Generales</b>					
Conductividad	mmhos/cm	2	2	4	4
pH		6 a 8	6 a 8	6 a 8	6 a 8
<b>Parámetros inorgánicos</b>					
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	12	15	15	15
Azufre (elemental)	mg/kg	500	-	-	-
Bario	mg/kg	750	500	2000	2000
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	2	-	-	-
Cadmio	mg/kg	2	5	10	10
Cobalto	mg/kg	40	50	300	300
Cobre	mg/kg	63	63	63	63
Cromo Total	mg/kg	65	65	90	90
Cromo VI	mg/kg	0.4	0.4	1.4	1.4
Cianuro (libre)	mg/kg	0.9	0.9	8.0	8.0
Estaño	mg/kg	5	50	300	300

Flúor (total)	mg/kg	200	400	2000	2000
Mercurio	mg/kg	0.8	2	10	10
Molibdeno	mg/kg	5	10	40	40
Níquel	mg/kg	50	100	100	100
Plomo	mg/kg	100	100	150	150
Selenio	mg/kg	2	3	10	10
Talio	mg/kg	1	1	1	1
Vanadio	mg/kg	130	130	130	130
Zinc	mg/kg	200	200	380	380
<b>Parámetros orgánicos</b>					
Aceites y grasas	mg/kg	500	<2500	<2500	<2500
Benceno	mg/kg	0.05	0.5	5	5
Etilbenceno	mg/kg	0.1	1.2	20	20
Estireno	mg/kg	0.1	5	50	50
Tolueno	mg/kg	0.1	0.8	0.8	0.8
Xileno	mg/kg	0.1	1	17	20
PCBs	mg/kg	0.1	0.1	0.1	0.1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0.05	0.5	5	5
Fenoles (total)	mg/kg	3.8	3.8	3.8	3.8
Benzo(a)atraceno	mg/kg	0.1	1	1	1
Benzo(a)pirenos	mg/kg	0.1	0.7	0.7	0.7
Naftaleno	mg/kg	0.1	0.6	22	22
Pirenos	mg/kg	0.1	10	10	10
Bifenilos policlorados	mg/kg	0.5	1.3	33	33
Clorinados alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0.1	5	50	50
Hidrocarburos totales	mg/kg	200	200	200	200
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	<2	<1	<5	<1
Clorobencenos (cada tipo)	mg/kg	0.05	2	10	10
Tetracloroetilenos	mg/kg	0.1	0.2	0.5	0.6
Tricloroetileno	mg/kg	0.1	3	30	30
Pesticidas organoclorados y sus metabolitos totales	mg/kg	0.1	0.1	0.1	0.1
Endrin (total)	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Heptacloro	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Hexaclorociclohexano (todos los isómeros)	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Atrazina	mg/kg	0.005	0.005	0.005	0.005
Carbofuran	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Alifáticos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0.3	-	-	-

Piretroides	mg/kg	0.05	0.05	0.05	0.05
Detergentes	mg/kg	0.5	0.5	0.5	0.5

## BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados. Libro VI Anexo 2. República del Ecuador.

Mario Pablo Cantú; Analía Becker; José Camilo Bedano & Hugo Francisco Schiavo. Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices. Departamento de Geología, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta 36 km 601, (X5804BYA) Río Cuarto, Córdoba. Cl. Suelo (Argentina) 25(2): 173-178, 2007

Norma de Calidad Ambiental de Suelos para Diversos Usos. Anteproyecto. Programa Ambiental Nacional. Contrato No. PAN 03-2006. 30 de marzo de 2007. Panamá.

Estudio Científico y Técnico. Norma de Calidad Ambiental de Suelos para Diversos Usos. Programa Ambiental Nacional. Contrato No. PAN 03-2006. 30 de marzo de 2007. Panamá.

Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. D. O. F. 29 de marzo de 2005.

NORMA Mexicana NMX-AA-091-1987 Calidad del Suelo - Terminología.

Norma Mexicana NMX-AA-022-1985 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Selección y Cuantificación de Subproductos.

Norma Mexicana NMX-AA-061-1985 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales- Determinación de la Generación.

Norma Mexicana NMX-AA-015-1985 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo – Método de Cuarteo.

Constitución de la República del Ecuador. 2008.

C. Garbisu, J.M. Becerril, L. Epelde, I. Alkorta. Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador. Ecosistemas 16 (2). Mayo 2007.

Ministerio de Energía y Minas República del Perú. Republica del Perú. Ministerio de Energía y Minas. Guía para el muestreo y análisis de suelo. Capitulo adicional a agregarse a: xv Restauracion de suelos en instalaciones de refinación y producción petrolera. Dirección General de Asuntos Ambientales. Octubre – 2000.

United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Heavy Metal Soil Contamination, Soil Quality – Urban Technical Note No. 3. 2000.

<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/pventa.php>. Muestreo y caracterización de un sitio. Instituto nacional de Ecología. México.

<http://www.pca.state.mn.us/wimn/index.cfm> Soil Contaminants Information. Minnesota Pollution Control Agency. 651.296.6300. 651.757.2593.

Daniel Sotelino. Brazil: Updated Soil Contamination Regulations. ENHESA: Global Compliance Assurance. 2010.

José Manuel Bellalta Arán, Magdalena Luna Rojas Ruddoff. Análisis de estándares internacionales sobre contaminación de suelos y modelación de eventos de riesgo. Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería. Santiago – Chile 2005.

María Isabel Mallea Alvarez. Remediación de suelos contaminados y análisis de un proyecto piloto en Chile, en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental. Universidad de Chile. s/f.

Norma Técnica Colombiana NTC 3656 1994-11-23. Gestión Ambiental Suelo. Toma de muestras de suelo para determinar contaminación.

Oscar Dario Tosse Luna. Legislación ambiental relacionada con contaminación del recurso suelo en Colombia. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Ecosistemas. Bogotá, Abril de 2003.

LEY 1/2005, de 4 de febrero, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo. BOPV - miércoles 16 de febrero de 2005.

[www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques\\_Tematicos/Evaluacion](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Evaluacion) de la calidad de los suelos y niveles genéricos de referencia. s/f.

Guía Técnica de aplicación del RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente. España.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial 32 Diciembre 2002.

Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos. Diario Oficial 29 de marzo de 2005

NORMA Oficial Mexicana NOM-133-ECOL-2000, Protección ambiental-Bifenilos policlorados (BPC's)-Especificaciones de manejo. DIARIO OFICIAL 10 de diciembre de 2001

Augusto Gonzalez Artieda. CLIRSEN. Generación de geo información para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000. Reunión preparatoria para el atlas de suelos de Latinoamérica. Rio de Janeiro. Septiembre 2010.

Manuel B. Suquilanda B. El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. s/f.

Z. Filip. (2002). International approach to assessing soil quality by ecologically-related biological parameters. Agriculture, ecosystems and environment. Volume 88, Issue 2, pp. 169-174.

Anderson, J.D. 1982. Soil respiration. p 831- 871. In: Page, A.L.; Miller, R.H.; Keeny, D.R. (Ed). Methods of Soil Analysis. Madison, WI: American Society of Agronomy.