



C A P Í T U L O 1 2

La remediación ambiental como herramienta sostenible

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1981325180712>

Víctor Aguilar Pizarro

Investigador de Tiempo Completo

Sistema de Enseñanza Abierta

Maestría en Gestión de la Calidad

Universidad Veracruzana, Veracruz, México

RESUMEN: Históricamente el ser humano ha realizado actividades de explotación de recursos naturales con el objetivo de satisfacer necesidades de vivienda, alimentación y salud, principalmente. La manera de hacerlo es a través de la captura, excavación, tala, etc., estas acciones tienen como consecuencia, además de la obtención del recurso objetivo, la modificación del medio ambiente. Frecuentemente estas modificaciones impactan negativamente al ecosistema y por ende al ser humano. Las actividades que realiza el ser humano tienden a contaminar no importa que tan pequeño o grande sea una empresa o emprendimiento, por lo que el gobierno toma medidas al respecto implementando leyes y normatividad que regulen el medio ambiente. En todos los países existe normatividad que regule el uso de agentes contaminantes, este proceso de detección se conoce como diagnóstico ambiental, el cual puede variar de un país a otro en términos de cumplimiento, sin embargo, es necesario observarlo debido a que cada día se incrementan los niveles de contaminación a nivel global ya sea en el aire, el agua o en la tierra, afectando esto directamente al ser humano y todos los seres vivos del planeta.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad, remediación ambiental, normatividad ambiental

INTRODUCCIÓN

México es un país con una orografía diversa y es rico en recursos materiales, sin embargo, todos los lugares ya tienen indicios de contaminación, desde la zona desértica, mares, ríos y tierra, dada esta condición, es inminente la ejecución de estrategias de recuperación de suelos libres de contaminantes.

A partir de un diagnóstico ambiental se puede conocer la situación actual en cuanto a contaminación se refiere, para posteriormente llevar a cabo medidas correctivas para su solución.

Dentro de las actividades para realizar la remediación ambiental se incluyen criterios ambientales específicos para poder alcanzar la recuperación de incluyen un conjunto de actividades a ser implementadas a fin de cumplir con criterios ambientales específicas y alcanzar los objetivos sociales deseados de recuperación de las condiciones naturales, libres de elementos contaminantes. Las etapas del proceso de remediación de un sitio contaminado varían dependiendo de, entre otras cosas: su extensión, los tipos de contaminantes involucrados y la gravedad de la problemática causada por éstos.

Muchas de las técnicas de remediación ambiental involucran el tratamiento y remediación de cuerpos de agua con lodos contaminados. El alto volumen de agua a tratar o de sólidos contaminados con un alto contenido de humedad, requieren grandes superficies para su tratamiento y disposición.

La aplicación de acciones de remediación ambiental por parte de los especialistas permitirá el confinamiento de sedimentos o lodos contaminados, reduciendo el volumen a tratar de forma inmediata, recuperando suelos, la calidad de agua subterránea y superficial, libre de sedimentos o sólidos contaminados, así como la disposición correcta de desechos sólidos urbanos y manejo especial.

MARCO NORMATIVO PARA LA REMEDIACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO

Con la finalidad de contribuir al desarrollo sustentable del país y acorde a los principios de la Ley General de Protección y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), la Dirección General de Gestión Integral Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), cuyo objetivo central es establecer las medidas y acciones necesarias en materia de remediación de sitios contaminados.

Se analizarán los aspectos más importantes en atención de sitios probablemente contaminados conforme al marco jurídico vigente en materia de remediación de sitios contaminados, el cual está señalado en la Constitución Política de los Estados

Unidos Mexicanos y en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), su Reglamento, así como en diversas Normas Oficiales Mexicanas. El presente estudio pretende establecer las medidas necesarias, así como las acciones que deben aplicarse en la atención de sitios contaminados.

El artículo 4o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.* Dicho párrafo fue adicionado y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de junio de 1999 y reformado y publicado en el mismo medio de difusión el 8 de febrero de 2012.

Así mismo, los artículos 25 y 26 Constitucionales, corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional, garantizando que sea integral y sustentable. Los artículos 22 y 26 de la Ley de Planeación se desprende que el Plan Nacional de Desarrollo indicará los distintos programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que coadyuvará al desarrollo integral del país. En enero de 2004 entró en vigor la y posteriormente su Reglamento (enero 2007), que cubren aspectos en la gestión de sitios contaminados, tales como: las obligaciones de los responsables de la contaminación de un sitio o propietarios de un sitio contaminado; la transferencia de sitios contaminados; la identificación, inventario, registro y categorización de los sitios contaminados; la remediación de sitios contaminados mediante programas o declaratorias de remediación; y la necesaria coordinación con otras dependencias para realizar acciones de remediación.

En el artículo 7, fracción 1 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se señala como una de las facultades de la federación en materia de la remediación de sitios contaminados, elaborar el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, mismo que tiene que enriquecerse a través con el registro de sitios contaminados por los responsables.

La institución responsable de la publicación, ejecución y seguimiento del Programa es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de acuerdo a sus facultades en materia de remediación de sitios contaminados con materiales o residuos peligrosos establecidas en su Reglamento Interior, así como en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, con la participación de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Dirección General de Energía y Actividades Extractivas, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y la Comisión Nacional del Agua.

El Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados deriva del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND) y contribuye a cumplir los compromisos asumidos por el Estado Mexicano en los convenios de Estocolmo y Minamata. Referente a los artículos que hacen referencia a las actividades de restauración forestal y reforestación en la legislación del País, se encuentran establecidos en la Ley de Planeación, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

De acuerdo con la Ley de Planeación, creada en 1983 y aún vigente, el Ejecutivo Federal es responsable de conducir la planeación nacional del desarrollo. Existen diferentes instrumentos regulatorios que señalan mecanismos y acciones para la gestión de los recursos naturales y el ambiente. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) promulgada en 1988 establece las disposiciones referentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio nacional. La Ley General de Vida Silvestre rige lo relativo a la toma de decisiones entre los distintos órdenes de gobierno para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. En lo concerniente al sector forestal, el artículo 126 de la LGDFS establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), creada en 2001, son responsables del diseño y aplicación de programas e instrumentos que fomenten la conservación y restauración de los recursos forestales, así como de las cuencas hídricas, tomando en cuenta las condiciones socioeconómicas de sus habitantes. De acuerdo con lo dispuesto en los artículos 22 (fracciones XVI, XXII y XXV) y 127 de la LGDFS, la CONAFOR es responsable de formular, promover y ejecutar programas productivos, de restauración, de protección, de conservación y de aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales y de los suelos en terrenos forestales o preferentemente forestales; de formular y ejecutar programas de restauración ecológica a propósito de propiciar la evolución y continuidad de los procesos naturales cuando se presenten procesos de degradación, desertificación, o desequilibrios ecológicos en terrenos forestales; así mismo, que los propietarios, poseedores, usufructuarios o usuarios de terrenos forestales o preferentemente forestales, están obligados a realizar las acciones pertinentes que para tal caso dicte dicha dependencia. Además, las entidades federativas tienen como atribuciones elaborar e instrumentar programas de reforestación y forestación en zonas degradadas que no sean competencia de la Federación, así como llevar a cabo acciones de protección y mantenimiento de las zonas reforestadas o forestadas (Fracción X IX del Artículo 13) y elaborar estudios para recomendar a la Federación el establecimiento de restricciones a la forestación y reforestación en su territorio (Fracción XXXI). Por su parte, los municipios deben participar en la planeación y ejecución de la reforestación, forestación, restauración de suelos y conservación de los bienes y servicios ambientales forestales, dentro de su ámbito territorial de

competencia (Fracción XII del Artículo 15) y se coordinarán con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, entre otras, para la conservación de los bosques y la promoción de reforestaciones y de plantaciones agro-forestales (Fracción 1 del Artículo 27). Dependencias del orden federal como la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Federal de Electricidad también deberán colaborar con la Secretaría de Medio Ambiente y la Comisión Nacional Forestal, a fin de desarrollar acciones y presupuestos tendientes al manejo integral de las cuencas, así como para promover la reforestación de zonas geográficas con vocación natural que beneficien la recarga de cuencas y acuíferos, en la valoración de los bienes y servicios ambientales de los bosques y selvas en las cuencas hidrológico forestales y participar en la atención de desastres o emergencias naturales.

CONTAMINACIÓN DE SUELDOS Y LA REMEDIACIÓN AMBIENTAL

La situación actual de los sitios contaminados en México permite establecer Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el contexto de la contaminación, y en congruencia con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2017), esto significa que ningún grupo o comunidad tiene que cargar de manera desproporcionada con los efectos nocivos de la contaminación.

El PNRSC contribuirá al Eje General 2. Política Social del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el rubro Desarrollo sostenible, ya que la remediación de sitios permite recuperar los servicios ambientales que tiene el suelo y el agua, y permitirá el desarrollo de actividades económicas (ej. uso agrícola, ganadero, industrial, forestal, recreativas; construcción de obras civiles, etc.). El concepto de sitio contaminado es definido por la LGPGIR como: lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas.

El suelo es un recurso natural no renovable, es de vital importancia para sustentar la vida y las actividades económicas de un país. El suelo desempeña varias funciones y usos: actúa como regulador del ciclo del agua y los ciclos biogeoquímicos; es el medio filtrante del agua que recarga los acuíferos y, por lo tanto, su capa de protección; alberga una gran diversidad de organismos lo que implica que el suelo contiene importantes reservas genéticas; es el espacio para actividades agrícolas, ganaderas, forestales y recreativas; es la base para la construcción de obras civiles; y alberga parte de la riqueza cultural.

La contaminación de sitios en México ha sido provocada por diversas actividades antropogénicas, algunas de éstas son:

a) Actividades mineras. Han generado grandes cantidades de jales y escorias, muchos de los cuales, fueron dispuestos inadecuadamente antes de que iniciara la regulación ambiental en México. la lixiviación de estos residuos contamina el suelo y potencialmente el agua.

b) Actividades del sector hidrocarburos. Ha generado contaminación por hidrocarburos y otro tipo de sustancias potencialmente tóxicas que han dañado suelo y cuerpos de agua.

c) Actividades agrícolas. El empleo de agroquímicos en las actividades agropecuarias y las prácticas inadecuadas, han impactado no sólo los suelos de las áreas en donde se aplican, sino que pueden afectar a los ríos, lagunas e incluso las zonas costeras.

d) Actividades industriales. La producción de bienes de consumo ha generado focos de contaminación por el manejo inadecuado de materiales peligrosos y todo tipo de residuos.

e) Instalaciones de servicio. Como las estaciones de servicio de gasolina, talleres de reparación de vehículos, estaciones e instalaciones de ferrocarriles, terminales de autobuses y aeropuertos entre otras, han generado contaminación de suelo y agua subterránea derivado de las fugas en contenedores de materiales peligrosos; derrames continuos de lubricantes; solventes orgánicos, u otro tipo de sustancias, así como por prácticas inadecuadas del manejo de estas.

f) Uso de aguas residuales en irrigación de campos agrícolas. El empleo de dichas aguas para riego de cultivos agrícolas provoca que los suelos y los cultivos se contaminen con los residuos químicos provenientes de descargas industriales y municipales.

g) Depósito de residuos de manera irregular (a cielo abierto). En estos sitios ocurre la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos que pueden estar mezclados con residuos peligrosos y cuya lixiviación contamina el suelo.

La SEMARNAT cuenta con un registro de 594 sitios potencialmente contaminados en el país; es decir, sitios para los que se presume un problema ambiental, pero no se ha realizado una caracterización o estudio que permita comprobar su contaminación. Dicha información se obtuvo entre 2006 y 2011 a través de un levantamiento de información de campo en todas las entidades federativas. Los estados con mayor número de sitios potencialmente contaminados son Veracruz, Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Colima, Estado de México, Michoacán, Chihuahua, Aguascalientes y San Luis Potosí.

Debido a que los vacíos de información dificultan las acciones efectivas para solucionar la contaminación es necesario que en la implementación de este programa

se revise la información de los sitios potencialmente contaminados localizados en zonas rurales y urbanas para determinar si existe contaminación y definir las prioridades de remediación.

REMEDIACIÓN AMBIENTAL

La remediación se define como un conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos.

Las principales técnicas de remediación ambiental se dividen en tres:

- Físicas.
- Químicas.
- Biológicas.

Incluso es posible realizar una combinación entre ellos para potenciar sus efectos.

Los responsables de la remediación de un sitio contaminado con materiales o residuos peligrosos son:

- a) Las personas físicas o morales que, directa o indirectamente, contaminen un sitio u ocasionen un daño o afectación al ambiente;
- b) Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, y
- c) Los propietarios o poseedores de predios de dominio privado y los titulares de áreas concesionadas. cuyos suelos se encuentren contaminados.

Las entidades federativas, cuando son propietarias de predios cuyos suelos se encuentran contaminados. también son responsables de su remediación. Sin embargo, las entidades federativas no siempre tienen la capacidad técnica o económica suficiente para llevar a cabo la remediación (ej. elaborar programas de remediación de pasivos ambientales y proyectos ejecutivos).

El desarrollo de actividades económicas de manera no sustentable ha contribuido a la emisión de compuestos potencialmente tóxicos que, bajo ciertas condiciones y concentraciones. pueden tener efectos nocivos a la salud de la población y afectaciones al equilibrio ecológico y el ambiente.

En virtud de que los elementos regulados pueden estar presentes en el suelo de manera natural y en ocasiones en concentraciones tales que pueden representar un riesgo para la salud de la población humana o de los ecosistemas, es importante

establecer criterios para determinar la contaminación antropogénica en suelos y en su caso las concentraciones de remediación. En el ámbito internacional estos criterios toman como base los valores de fondo y las evaluaciones de riesgo a la salud o ambiental.

De acuerdo con el PNUMA (2017), la legislación ambiental hace posible que las sociedades respondan a la contaminación de tal forma que se respete los derechos fundamentales y principios de justicia. El reto no es crear nuevas medidas regulatorias, sino mejorar su efectividad usando conocimiento, experiencia y tecnología (PNUMA.201723).

Existen regulaciones que permiten fortalecer el marco jurídico en materia de sitios contaminados: las NOM y los Estándares, de acuerdo con la LIC.

Las NOM son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedida por las Autoridades Normalizadoras competentes, cuyo fin esencial es el fomento de la calidad para el desarrollo económico y la protección de los objetivos legítimos de interés público previstos en la propia LIC. mediante el establecimiento de reglas, denominación, especificaciones o características aplicables a un bien, producto, proceso o servicio, así como aquéllas relativas a terminología, marcado o etiquetado y de información.

En ese sentido, su aplicación es fundamental, ya que establecen los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos o criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por metales, los lineamientos para el muestreo en la caracterización de sitios contaminados y establecen especificaciones para la remediación. Por lo tanto, establecen los límites o concentraciones que no se deben rebasar y dan certidumbre a la efectividad de los resultados de la remediación de sitios contaminados.

Los Estándares, los cuales antes de la entrada en vigor de la LIC, se conocían como Normas Mexicanas, son documentos técnicos que prevén un uso común y repetido de reglas, especificaciones, atributos o métodos de prueba aplicables a un bien, producto, proceso o servicio. Para el caso de sitios contaminados establecen, en el caso de los hidrocarburos, métodos para el análisis de contaminantes, y en el caso de metales, las especificaciones generales para el muestreo de suelos, así como aquéllas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado, etiquetado o concordaciones.

De lo anterior, es de resaltar que las NOM son complementadas por los Estándares las cuales, por regla general, son de aplicación voluntaria excepto cuando se requiera su observancia obligatoria mediante referencia expresa en una NOM para los fines determinados por la misma.

En México se han publicado 13 normas que regulan la gestión de sitios contaminados en México (Tabla 1).

NOM-147- SEMARNAT/ SSA1- 2004	Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.
NOM-138- SEMARNAT/ SSA1- 2012	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
NOM-133- SEMARNAT-2015	Protección ambiental-Bifenilos Policlorados (BPCs)-Especificaciones de manejo.
NMX-AA-134-SCFI- 2006	Suelos Hidrocarburos Fracción Pesada (FP) por extracción y gravimetría método de prueba
NMX-AA-145-SCFI- 2008	Suelos - Hidrocarburos Fracción Media (FM) por cromatografía de gases con detector de ionización de llama método de prueba.
NMX-AA-146-SCFI- 2008	Suelos- Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) por cromatografía de gases/espectrometría de masas (CG/EM) o cromatografía de líquidos de alta resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (UV-VIS) método de prueba.
NMX-AA-105-SCFI- 2014	Suelos - Hidrocarburos Fracción Ligera (FL) por cromatografía de gases con detectores de ionización de flama o espectrometría de masas (Cancela a la NMX-AA-105-SCFI-2008).
NMX-AA-141-SCFI- 2014	Suelos Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (BTEX) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas y fotoionización método de prueba (Cancela a la NMX-AA-141-SCFI- 2007).
NMX-AA-132-SCFI- 2016	Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra (Cancela a la NMX-AA-132-SCFI- 2006).
NOM-001- SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
NOM-002- SEMAR NAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
NOM-003-CONAGUA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
NOM-004-CONAGUA-1996	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.

Tabla 1. Normas obligatorias y voluntarias relacionadas con sitios de suelos y cuerpos de agua contaminados.

Fuente: tabla modificada a partir de información de la OGGIMAR de la SEMARNAT. 2019.

Con el cumplimiento de las metas referentes a los Sitios Contaminados, se establece una estrategia a nivel nacional e internacional para mitigar y remediar sitios con condiciones no aptas para un desarrollo sustentable, de tal manera que al llevar a cabo una remediación ambiental por parte de personal calificado permite que las empresas de actividades industriales específicamente de hidrocarburos cuenten con evidencia para formar parte de un grupo selecto de empresas socialmente responsable.

Así mismo, el compromiso de que la información a disposición del público en general sobre este tipo de sitios se integre con datos fidedignos y actualizados, logrando identificar plenamente los sitios que sí están contaminados para incorporarlos al INSC y se podrán diferenciar de aquellos que fueron limpiados, mismos que podrán ser eliminados de dicho inventario. Con estos avances, se priorizará su atención cumpliendo con las atribuciones en materia de remediación de sitios, de acuerdo con lo que establece la LGPGIR y adicionalmente se tendrá un inventario actualizado en el año 2024.

Lo anterior, permitirá que en el año 2040 se pueda observar en el INSC, información más confiabilidad, detallada y precisa para conocer la tendencia de la contaminación a nivel nacional, es decir, identificar plenamente qué contaminantes son los más recurrentes en los sitios, cómo se distribuyen, y qué cantidad de suelo y agua se encuentran afectados.

VIVEROS COMO MEDIDA DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL

La reforestación es necesaria para mantener en buen estado el ambiente natural y los recursos que son esenciales e importantes para la vida, entre los cuales se pueden mencionar: el agua, el aire y el suelo. Además, dicha labor contribuye en brindar protección a otros elementos.

En tal sentido, se deben aplicar estrategias para la reforestación de diversas especies de árboles que favorezcan la conservación de los bosques, así como también motivar a los habitantes de las comunidades para que participen activamente en los proyectos ambientales.

En los últimos años, diversos factores como el cambio climático, el cambio de uso de suelo, la contaminación, el exceso de recolección y el acelerado crecimiento de las zonas urbanas, han impactado negativamente en la conservación de ecosistemas provocando una gran pérdida de biodiversidad. Derivado de estas alteraciones en el medio ambiente, se ha generado la necesidad de desarrollar trabajos de investigación que estén enfocados en el estudio de la diversidad, distribución y conservación de plantas nativas para utilizarlas en proyectos de restauración de zonas afectadas y en la creación de nuevas áreas verdes en zonas rurales y urbanas.

En este contexto, los viveros son un elemento esencial para las estrategias de restauración; estos espacios cuentan con la infraestructura necesaria para la producción de plantas, en ellos se pueden diseñar metodologías orientadas hacia el conocimiento de la biología reproductiva de las especies nativas y generar técnicas hortícolas que les provean las condiciones favorables para disminuir la mortalidad en campo y asegurar su desarrollo. De esta manera es posible obtener plantas de calidad que puedan adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas del sitio donde se establezcan.

Un vivero forestal es un área dedicada a la producción de árboles de especies forestales, destinados a ser utilizados en la restauración, forestación, reforestación, repoblación forestal o cualquier otra actividad que involucre el establecimiento de especies forestales.

Hoy en día es posible producir árboles en viveros a partir de semillas a través de diversos sistemas, desde la tradicional producción en bolsa hasta los no tradicionales como los sistemas de bandejas (tubos, plásticos, pellets, contenedores, entre otros).

Otra alternativa viable consiste en la creación de viveros principales o centrales y auxiliares. En los principales se realiza la producción de plántulas y el manejo durante las primeras semanas después de la germinación, después se trasladan a raíz desnuda a los viveros auxiliares ubicados cerca de los proyectos de restauración para reducir los costos y la pérdida de material por el traslado a grandes distancias.

- Selección del sitio. El primer paso para establecer un vivero es la elección del sitio y el sistema productivo. Luego se abordan aspectos como la cantidad de plántulas, las especies a producir y los aspectos financieros del vivero
- Diseño de vivero. Una vez seleccionado el sitio donde se establecerá el vivero, el siguiente paso será diseñar su distribución. Se debe tomar en cuenta el tipo de producción, la cantidad de plántulas a producir, los períodos de producción de las especies seleccionadas, y los recursos económicos disponibles.
- Sistemas de producción. La elección del sistema de producción depende de factores como el mercado, las especies a propagar, las condiciones del sitio por plantar, el área, la escalada de producción y el tamaño de la semilla. Dentro de estos sistemas podemos mencionar las bolsas plásticas (sistema tradicional), contenedores, (pellets), estacas, pseudoestacas, tubos de plástico, bambú, entre otros.
- Secciones del vivero. Por lo general, un vivero cuenta con tres partes fundamentales: semilleros o almárgos, área de media sombra y bancales. Otras secciones importantes en el vivero son: Área para colocación de material de sustrato (arena, tierra, broza, entre otros). Área de propagación

de plantas a raíz desnuda, estacas, entre otros. Bodega para guardar las herramientas y el equipo. Bodega para guardar insumos, fertilizantes y agroquímicos.

- Cuidados y mantenimientos en etapa de crecimiento. Riego, Deshierbe y poda de raíces, Fertilización, Plagas y enfermedades y Tamaño de las plántulas al momento de la restauración.

Corredor biológico para la observación y restauración del ambiente natural sustentable.

Los bosques naturales y distintos ecosistemas del mundo han sufrido un proceso de degradación (deforestación, contaminación, explotación, etc.) sin precedentes desde la revolución industrial. Esto se debe, por un lado, al uso de grandes maquinarias y consumo de fuentes de energía, lo que ha ocasionado esta fuerte transformación.

Las actividades del hombre han ido transformando, destruyendo y simplificando la cobertura del planeta, disminuyendo el área de hábitat naturales y construyendo en su lugar asentamientos humanos, terrenos agrícolas, quedando fragmentos aislados de bosques remanentes.

Tanto la deforestación, como la fragmentación del bosque nativo son fenómenos que ocurren a escala global y constituyen problemas ambientales apremiantes por su impacto sobre la biodiversidad.

Para conservar la biodiversidad de estos ecosistemas degradados, se han de buscar soluciones de gestión que permitan realizar una conectividad entre zonas con alto valor de biodiversidad, así como desarrollar su mejor conservación, gestionándolas como una superficie continua de bosques.

Los corredores mantienen la continuidad de los procesos biológicos. Uno de los más importantes para la conservación es el proceso de dispersión de los individuos. Generación tras generación las poblaciones se dispersan y colonizan exitosamente lugares lejanos al sitio donde nacieron. En las plantas son las semillas las que realizan la dispersión mientras que, en los animales, generalmente son los individuos jóvenes los que migran. Los corredores permiten el movimiento y colonización de los individuos con lo que se previene la extinción local de poblaciones, se mantiene el flujo genético, se reduce la consanguinidad y se conserva la diversidad de especies en los fragmentos.

En los últimos años, el creciente reconocimiento de los valores de la biodiversidad ha llevado a productores, consumidores, inversionistas y otros actores a utilizar a los mercados para promover la conservación y el uso sustentable de sus bienes y servicios. Asimismo, las autoridades gubernamentales han venido introduciendo incentivos económicos para promover el cumplimiento de la normatividad ambiental

de forma eficiente, incluyendo la normatividad relacionada con la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad.

Para la formulación de una propuesta de corredor ecológico en la zona de estudio es necesario:

- a) Identificar la cobertura boscosa nativa
- b) Identificar la aptitud territorial para la presencia de cobertura vegetal
- c) Composición y estructura faunística (mamíferos, insectos y aves)
- d) Proponer la creación de conectores (corredores ecológicos y zonas de amortiguamiento)
- e) Procesar la geo información

EDUCACIÓN AMBIENTAL: ESTRATEGIA PARA LA SOSTENIBILIDAD EN EL MEDIO

Conscientes de la importancia de la Educación Ambiental para las comunidades es de vital importancia, estableciendo programas continuos que les permita entender los ecosistemas circundantes como sistemas complejos que contienen procesos, energía, especies, servicios, etc. para el cuidado de los mismos y generar un sentido de propiedad de los ecosistemas, que al mismo tiempo brindan servicios ambientales a nuestra sociedad. En los últimos años diversos autores han documentado el surgimiento de nuevos instrumentos en las labores de seguimiento de los sectores, entre los cuales se encuentra la Educación Ambiental, que tiene por objetivo la conservación de ecosistemas y el mejoramiento de las condiciones sociales o habitantes de las áreas donde se encuentran presentes ecosistemas afectados por las actividades comerciales, agricultura, ganadería, explotación, transporte, etc.

Por lo anterior, en la presente propuesta se plantea un esquema de charlas talleres dirigidos a estudiantes de nivel básico, básico-superior, trabajadores y la población en general, que les permita conocer y acercarse a la ciencia de una manera ágil, lúdica y divertida. El personal encargado de brindar el proceso de Educación Ambiental, son ingenieros, biólogos, comunicólogos, historiadores y pedagogos con Posgrado en Ciencias, Diplomado en comunicación de la ciencia y con experiencia en la formación en distintos niveles educativos.

La búsqueda de nuevas estrategias, instrumentos y/o metodologías alternativas que promuevan la conservación de la biodiversidad han sido una de las labores principales que han desarrollado las autoridades ambientales y demás organizaciones ambientalistas del orden nacional e internacional de carácter público y/o privado en los últimos años. Generar conocimiento en cuanto a la disminución de la biodiversidad

y de los recursos naturales como consecuencia de actividades antrópicas permite tener comunidades que trabajen en conjunto para el logro de objetivos que promuevan la conservación de estos.

A continuación, se describe una propuesta general de las charlas-talleres:

Tema I: EL AGUA

Actividad 1. La molécula de la vida.

Actividad 2. Cuerpos de agua y ecosistemas.

Actividad 3. Ecosistemas costeros: la ruta hacia el mar.

Tema II: LA NATURALEZA

Actividad 4. Ecosistemas: nuestros mejores aliados.

Actividad 5. Desde la montaña hasta el mar

Actividad 6. Calentamiento global, ¡la cosa está que arde!

Actividad 7. El costo de la energía en la vida

Tema III: SUSTENTABILIDAD

Actividad 8. Sustentabilidad y las acciones que generan el cambio.

Actividad 9. La ONU y la sustentabilidad.

Actividad 10. El problema de la basura.

El desarrollo del programa de educación ambiental está diseñado para realizarse de manera itinerante, con el equipamiento necesario para la instalación rápida y efectiva y con la capacidad de adaptarse al espacio disponible y al tipo de público objetivo.

La presente propuesta está sujeta a cambios y/o modificaciones según las necesidades del grupo de trabajo y requerimientos del público objetivo.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Un plan de manejo ambiental brinda un panorama amplio de la gestión de los recursos y la maximización de su aprovechamiento, de igual forma es indicativo del manejo de los residuos del sistema que requiere de dicho plan. Dentro del plan de manejo se encuentran, de manera minuciosa, respuestas a preguntas con respecto al lugar, a los recursos, a los participantes, al gobierno, instituciones o cualquier otra influencia activa directa o indirectamente. Es un plan que se percibe intuitivo, debe ser flexible y ordenado, y sobre todo en cumplimiento a la normatividad que rige

la zona. Para la LGPGIR se define al Plan de Manejo como un “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 los Residuos, diseñado bajo 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 productos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.”

Apegados a la definición anterior, los planes de manejo son diseñados principalmente para cumplir la ley, pueden ser en diferentes modalidades: privados, mixtos, individuales y colectivos; de forma local, regional o nacional. En la mayoría de los casos, los planes de manejo se presentan de manera obligatoria por la ley, debido al tipo de actividad y los residuos que de ella se desprenden. En otras ocasiones el gobierno o las instituciones lo utilizan para la conservación de Áreas Naturales Protegidas.

En el caso de implementar el programa de remediación ambiental aquí propuesto, un plan de manejo ambiental ayudaría a preservar las acciones realizadas en el transcurso de este. Serviría de coadyuvante en la recuperación del flujo de materia y energía del ecosistema. Sirve como base para alcanzar objetivos planteados por la ONU o la OCDE en caso de requerirse.

ACCIONES PARA LA SUSTENTABILIDAD

El Distintivo ESR[®] es un reconocimiento otorgado anualmente en México por el Centro Mexicano para la Filantropía (Cemefi) y AliaRSE. El distintivo no es una certificación de RSE porque no se trata de un proceso de auditoría. Se trata de un proceso autodiagnóstico de varias áreas de la empresa.

El cumplimiento de metas económicas, sociales y ambientales son indispensables para que una empresa se encuentre acreditada ante sus empleados, inversionistas, clientes, autoridades y sociedad, como una organización comprometida públicamente con la responsabilidad social.

La remediación ambiental para los sitios contaminados es una oportunidad que permite a una empresa ser socialmente responsable. Los beneficios de ser una empresa socialmente responsable son muchos: Las instituciones financieras recurren cada vez más a listas de Empresas Socialmente Responsables, ESR, para evaluar los riesgos de sus préstamos o inversiones.

Está demostrado que cuando se elige entre dos marcas de la misma calidad y precio, la responsabilidad social afecta en la decisión de compra por encima del diseño, la innovación y la lealtad de la marca.

En esta propuesta de remediación ambiental es una oportunidad para que la empresa que se encuentra realizando actividades en esa zona pueda aprovechar y cumplir con la normatividad ambiental, generando un beneficio social, económico y ecosistémico.

Es importante denotar que en México muchas empresas del ramo industrial se ha destacado por ser una empresa con Responsabilidad Social Corporativa, y que en los últimos 10 años ha realizado una gestión ambiental, social y de gobernanza que le permite cubrir las expectativas de sus clientes de manera eficaz a nivel internacional, de esta manera, la remediación ambiental de suelos contaminados en México, que es el estado que presenta mayor contaminación de suelo y agua por actividades petroleras, y que se pueda contribuir a la mitigación y remediación ambiental siguiendo la estrategia de trabajó para el desarrollo de los Objetivos de Desarrollos Sostenibles e indicadores.

REFERÊNCIAS

Gobierno de México. (2020). <https://www.gob.mx/agenda2030/#2302>. Obtenido de <https://www.gob.mx/agenda2030/#2302>

Jácome, L. R. (2021). <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/697/3/LIBRO%20RICHAR%20LEON.pdf>.

Naciones Unidas. (1973). Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Humano. *El Medio Humano*. New York: Publicación de las Naciones Unidas. Obtenido de <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N73/039/07/PDF/N7303907.pdf?OpenElement>

ONU. (2000). <https://www.cepal.org/es/temas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio-odm/objetivos-desarrollo-milenio>. Obtenido de CEPAL: <https://www.cepal.org/es/temas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio-odm/objetivos-desarrollo-milenio>

Tello, L. F. (2015). *Panorama general de los DESCA en el Derecho Internacional de los Derechos Humanos*. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Unidas, N. (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo . *Declaración de Río de Janeiro*. Río de Janeiro.

Unidas, N. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Mexico: Santiago.

Unión, C. d. (2021). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Mexico. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>

GLOSARIO

ASEA: Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

COP: Contaminantes Orgánicos Persistentes

DGEAE: Dirección General de Energía y Actividades Extractivas

DGGIMAR: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas

INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INSC: Inventario Nacional de Sitios Contaminados

LIC: Ley de Infraestructura de la Calidad

LGPGR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

NOM: Normas Oficiales Mexicanas

PNN: Programa Nacional de Normalización

PNRSC: Programa Nacional de Remedación de Sitios Contaminados

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

UGI: Unidad de Gestión Industrial

COFEPRIS: Comisión de Evaluación y Manejo de Riesgos.

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

DGATI: Dirección General de Gestión Integral de Asistencia Técnica Industrial

Contaminación: Alteración nociva de un medio, como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio.

Mitigación: Propósito de la reducción de la vulnerabilidad, se puede decir cómo, la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento geológico, como un sismo o tsunami hidrológico.

Plan de Manejo Ambiental: Se denomina plan de manejo ambiental al plan que, de manera detallada, establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo y los de contingencia. El contenido del plan puede estar reglamentado en forma diferente en cada país.

Reforestación: Es una operación en el ámbito de la silvicultura destinada a repoblar zonas deforestadas en el pasado histórico y reciente.

Remediación: La remediación es el tratamiento o conjunto de operaciones que se realizan con el objetivo de recuperar la calidad del subsuelo contaminando (suelos y aguas subterráneas asociadas).