



Programa de la asignatura:

Tecnologías ambientales de residuos, suelos y energía

U1

Problemas ambientales





Unidad 1. Problemas ambientales



Contaminación ambiental. Tomada de: www.freepik.com



Índice

Presentación de la Unidad	4
Propósitos de la unidad.....	5
Competencia específica.....	6
Actividades	6
1.1. Generalidades de los problemas ambientales.....	7
1.2. Fundamentos para el análisis del comportamiento de contaminantes.....	13
Cierre de la Unidad	20
Para saber más.....	21
Fuentes de consulta.....	25



Presentación de la Unidad

En esta unidad podrás revisar las generalidades de los problemas ambientales en los residuos, suelos y generación de energía, identificando los principales conflictos ambientales para diferenciar sus repercusiones por medio de la modelación del comportamiento de sus contaminantes.

De igual manera, podrás consultar los fundamentos de comportamiento de los contaminantes en diferentes medios como, por ejemplo: aire, agua y suelo, ya que la caracterización de estos contaminantes te ayudará a observar el balance de masa y energía, sus conceptos fundamentales y la formulación para realizar estos procesos.

Para la revisión de este documento deberás consultar cada título de los materiales o lecturas que se encuentran especificados en el texto. Estos materiales los encontrarás en el aula en la carpeta *Material de estudio* o bien, en caso de que sean páginas electrónicas o videos, los revisarás en la sección *Fuentes de consulta*.



Propósitos de la unidad



Al término de esta unidad podrás:

- 1** **Identificar** los principales problemas ambientales de residuos, suelos y generación de energía.
- 2** **Identificar** elementos de balance de masa, energía y reacciones.
- 3** **Identificar** las repercusiones por medio del comportamiento de los contaminantes.



Competencia específica

Identifica los principales problemas ambientales de residuos, suelos y energía para diferenciar sus repercusiones por medio del análisis del comportamiento de los contaminantes.



Actividades



Las instrucciones de las actividades de aprendizaje, las podrás consultar en el espacio de *Avisos importantes*, toma en cuenta que para estas unidades se han generado actividades colaborativas, individuales, complementarias, autorreflexiones y la evidencia de aprendizaje.



1.1. Generalidades de los problemas ambientales

El hombre desde el inicio de la historia ha sido el gran transformador del medio en el que se encuentra, debido a todas las actividades que realiza tanto para sí mismo como para la sociedad en la que se desenvuelve, esta actividad que tiene frente al ambiente ha provocado gradualmente cambios en su entorno provocando los problemas ambientales que se aprecian cada día en el mundo.

Con el transcurrir del tiempo se ha deteriorado de forma cada día más importante tanto el medio natural como el ambiente, presentándose problemas como la falta de agua, contaminación de vasos acuíferos, extinción de especies animales y vegetales, destrucción de bosques y selvas, ciudades que presentan altos índices de contaminación, etc.

Las empresas y los gobiernos en todos los niveles han sufrido transformaciones que involucran no solo la producción, sino que abarcan todos los sistemas de Gestión de Calidad Total en los que se encuentran inmersos, como los cambios en la responsabilidad social, nuevos procesos de investigación y por consiguiente nuevos productos, modernización en la organización, entre otros, cuya finalidad es la elevación de la competitividad, pero sin dañar el ambiente.

Asimismo, el avance de la tecnología y el incremento de productos con poco periodo de vida ha contribuido a que cada día sean más los productos que están en la basura y que se convierten en contaminantes. Cabe hacer mención que muchos de estos productos ayudan a la vida del hombre en sus actividades cotidianas, pero a su vez tienen efectos secundarios que se han comprobado después de haberlos usado, entre ellos se pueden mencionar: las pilas, los celulares, *hardware*, entre otros.

Por lo tanto, se puede decir, que los problemas ambientales son alteraciones originadas por actividades humanas o condiciones naturales del medio, que deben ser solucionados a los fines de una mejor calidad de vida (Kopta, 1999). Mediante estudios se ha determinado que estos problemas ambientales no sólo afectan de forma local sino global, ya que en México se presentaban algunos de ellos y se observó que estos problemas también existían en otras regiones del planeta; se puede enlistar una serie sin fin de problemas ambientales, sin embargo, los principales son: el cambio climático, la escasez de agua, los problemas de residuos, entre otros. (SEMARNAT, 2008).



Los problemas de residuos son una grave situación que emerge en estos días, te has imaginado:

¿Cuánto producimos y generamos al año?



Para poder darte una idea más amplia **observa** el siguiente video llamado *Impacto ambiental del hombre* en el cual te darás cuenta de que es un problema apremiante y que incluye a todas las sociedades del mundo. Y podrás analizar cuidadosamente la importancia que tiene un manejo eficaz de los residuos para la formulación de soluciones a estas problemáticas. Lo podrás encontrar en la siguiente liga: <https://www.youtube.com/watch?v=gO0TkMPJtK4>

Por otro lado, en el artículo elaborado por Bustos Flores en 2009, llamado *La problemática de los desechos sólidos*, encontrarás una definición básica de desechos sólidos, los cuales pueden incluir materiales combustibles y no combustibles. Así mismo, podrás encontrar una clasificación de estos desechos en base al origen del cual fueron emitidos.

Ahora bien, en la siguiente página de la SEMARNAT, llamada *Residuos sólidos urbanos y de manejo especial*, podrás darte cuenta todo lo que existe conforme a este tema el país. Su liga respectiva la podrás encontrar en la sección *Fuentes de consulta*.

Una vez leídas las generalidades podrás darte cuenta de que dos de los principales problemas ambientales son:

- La generación de residuos sólidos y
- Las disposiciones de residuos



Si quieres profundizar más en esta problemática de residuos se te recomienda que consultes el artículo *Biotechnologías ambientales para el tratamiento de residuos ganaderos* de la Revista Tecnociencia, éste lo podrás consultar en la sección *Para saber más*.



Si quieres profundizar más en la problemática de contaminación de suelos se te recomienda que consultes el artículo *Gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos* del autor Gómez Antón, éste lo podrás consultar en la sección *Para saber más*.



Si quieres revisar qué tecnologías se pueden remediar problemáticas ambientales, consulta el artículo *Biotechnologías ambientales para el tratamiento de residuos ganaderos* de los autores Vélez Sánchez Verín, C., Pinedo Álvarez, C., Viramontes Olivas, O., Ortega Ochoa, C. y Megloza Castillo, A. publicado en el 2008, éste lo podrás consultar en la sección *Para saber más*.



Para lo cual puedes retomar algunos ejemplos como el que encontrarás en una sección del documento *GEO Andino 2003, Perspectivas del Medio Ambiente* emitido por la ONU para el Medio Ambiente y la Secretaria General de la Comunidad Andina, en el que presentan algunas ciudades cuya característica principal es que son ciudades de grandes ingresos y que, a diferencia de México, presentan un mayor adelanto en el manejo de residuos. Este lo podrás encontrar en la carpeta *Material de estudio*.

Otro de los puntos que podrás conocer en este artículo, es el referente a la gestión integral de los desechos sólidos debido al desmedido aumento de la producción y al consumo de bienes y servicios, así como el manejo de éstos mediante su reducción, reciclaje, reúso, reprocesamiento, transformación y vertido, mismo que podrás encontrar en la problemática de los desechos sólidos.

Además, podrás consultar en este mismo documento los problemas ambientales de suelos. En él revisarás la importancia económica del suelo, ya que éste es el medio utilizado para actividades productivas, dichas actividades se han disminuido al ser utilizado para otros fines como es la construcción de viviendas e industria. Así como otros de los principales problemas ambientales de suelo como la erosión, la desertificación y salinización.

Después que has estudiado la importancia económica del suelo, es necesario que conozcas la legislación ambiental y ecológica vigente en el país, para esto debes leer el Título Tercero Capítulo II de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (LGEEPA), donde encontrarás lo referente a la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo y sus recursos, así como el artículo *México hacia la sustentabilidad*, presentado por la Organización Greenpeace donde diferentes organizaciones civiles hacen 40 propuestas para un mejor desarrollo ambiental en el sexenio 2012-2018, las temáticas de las propuestas son extensas, como por ejemplo para priorizar el fortalecimiento institucional para una gestión efectiva, adecuación del marco legal y participación social, acciones concretas para



combatir el cambio climático, bosques y suelos saludables para garantizar el acceso al agua, aprovechamiento sustentable de mares y costas, entre otras.

Ya has conocido la importancia del suelo, es momento que estudies la generación de energía y las distintas alternativas existentes entre ellas, como, por ejemplo: el biocombustible, así como enfoques para su manejo de acuerdo a un estudio titulado *AGRO (bio) combustibles Por qué no nos salvarán*, realizado por el Centro de Investigación de la Paz en el que se vinculan las relaciones del ser humano con su entorno social y natural.

Hablando de generación de electricidad, en la actualidad, existe una comparación de tecnologías presentada por la Asociación de productores de energía renovables, en el estudio llamado *Impactos ambientales de la producción de electricidad*, donde se muestran los impactos medioambientales analizados, la unidad de medida de estos impactos, un análisis de los resultados por tecnología y por categorías de impacto, así como el agotamiento de recursos energéticos.

Asimismo, la generación de electricidad hace necesario buscar soluciones por lo que es indispensable encontrar consejos útiles sobre su impacto, así como el cálculo de consumos, cálculo de emisiones en el hogar, en la empresa, en vehículos y el aprovechamiento de recursos renovables y los impactos ambientales en centrales térmicas, todo esto te lleva a conocer la eficiencia energética, siendo un ejemplo la página de la SEMARNAT-INECC en donde podrás encontrar los *Impactos de la generación de electricidad* **consúltalo**.

Dentro de esta misma página podrás encontrar los cálculos de consumo, los cálculos de emisiones en el hogar, en la empresa, en vehículos, sólo que tendrás que dirigirte a los botones: *Cálculo de consumo* en donde vas a encontrar una calculadora de emisiones de CO₂ en el hogar y en el transporte.

Ahora ya sabes qué es un problema ambiental, cuáles son los principales y cuáles atañen a México, por tanto, con lo revisado, podrás realizar la siguiente actividad:

Con todo lo anterior, puedes afirmar que una de las mayores alarmas que presenta la humanidad es el problema del deterioro ambiental, se ha contaminado el aire, el agua y el suelo causando daños irreversibles al entorno.



Sin embargo, gracias a ello has aprendido que debes saber el funcionamiento del ambiente y que debes respetarlo y seguir las leyes tanto de la naturaleza misma como las que se han desarrollado en el entorno social.

Por lo anterior puedes detectar la necesidad de la sociedad de tener una mejor educación ambiental, y de realizar un análisis crítico en su relación con la naturaleza, de forma que puedas cuidar tu entorno y al mismo tiempo seas capaz de utilizarlo para satisfacer las necesidades tanto tuyas como de la sociedad en que te desenvuelves.

Por lo tanto, ahora sabes que el estudio de los problemas ambientales se realiza a partir de condiciones locales y se debe ampliar a nivel regional, estatal y nacional, principalmente.

Tomando como referencia el estudio de los problemas ambientales, México, al igual que todos los demás países del mundo, ha tenido la misma historia de alteración de los ecosistemas, generando contaminación, arrasando con selvas y bosques, persistiendo en cada uno de estos movimientos la sobreexplotación, derrochándose la energía, y muchas otras actividades extractivas que se realizan sin control ni planeación.

Por lo anterior, puedes deducir que a partir de la aparición del hombre en la Tierra éste ha actuado sobre el ambiente para explotar sus recursos con el fin de subsistir. Es así que a lo largo de su existencia se ha notado que el hombre ha transformado los ecosistemas para extraer de ellos materia y energía. Asimismo, ha creado ecosistemas artificiales para vivir (ciudades) y alimentarse (granjas y cultivos artificiales) y con ello ha afectado a la biodiversidad del planeta.

De esta forma, el conocimiento de cada uno de estos temas y su tratado te ayuda, a entender todo el proceso relacionado con el uso del suelo, además de las leyes ambientales mexicanas las cuales regulan el equilibrio ecológico en el territorio, haciendo hincapié en la importancia del uso racional de recursos hacia un mejor desarrollo sustentable, para que de manera persistente se señalen medidas a tomar para revertir estos problemas y procurar en el futuro un estilo de vida amigable con el ambiente. Ya que no se puede olvidar que hay límites en la utilización de recursos y se debe actuar eficazmente y con medida dentro de estos límites.



Ahora estudiarás los fundamentos para el análisis del comportamiento de contaminantes que te ayudarán a determinar las características de los elementos existentes en un impacto ambiental y establecer el nivel de contaminación de residuos, suelos y energía.

1.2. Fundamentos para el análisis del comportamiento de contaminantes

Existen diversos tipos de contaminantes que son los agentes causales de diversas enfermedades, esta clasificación abarca contaminantes tóxicos, irritantes, alergénicos e infecciosos, los cuales pertenecen a la clasificación de los contaminantes químicos, físicos y biológicos, que estudiaste en asignaturas anteriores.

Estos contaminantes afectan a todo el entorno, pero de forma preponderante se reflejan en la afectación del ambiente, este no es un fenómeno propio de la época moderna, sino que se remonta al momento de la aparición del hombre sobre el planeta.

Por otro lado, la naturaleza fácilmente puede recuperarse de perturbaciones pequeñas y no consistentes, derivadas del avance de la civilización o de eventos naturales, algunas de estas llevadas a cabo por el hombre han resultado irreversibles, estas perturbaciones han provocado desequilibrios y empobrecimiento de cada uno de los ecosistemas debido a la exposición de sustancias contaminantes que alteran su funcionamiento.

Es por ello que, para protegerse de cualquier actividad pública o privada que pueda causar desequilibrios ecológicos o rebasar aquellos límites o condiciones señaladas de cada uno de los contaminantes que puedan ser significativos para la salud del planeta, es necesaria la aplicación de leyes que regulen el uso y las emisiones de contaminantes por lo que en el país se promulgó la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental.

Es decir, el Gobierno Federal y las entidades federativas, han instrumentado leyes y reglamentos que en correspondencia con su función, trazan las directrices de la



política ambiental nacional, estatal y municipal, dentro de un marco de desarrollo planeado acorde con las condiciones medioambientales, el índice de contaminantes y el balance de materia y energía adecuado para tener una atmósfera en condiciones de flujo de energía y circulación de materia óptima para el abastecimiento constante y eficaz de los ecosistemas.



Por lo anterior, es necesario que leas acerca de algunas determinaciones del uso de tecnologías de remediación de sitios contaminados, algunos datos requeridos para la remediación de suelos contaminados, los factores que inciden en la eficiencia de una tecnología de remediación como son: el comportamiento de un contaminante en el suelo, sus características, procesos químicos, procesos físicos o de transporte, procesos biológicos, la ubicación geográfica, entre otros. Todo esto, lo podrás encontrar en la lectura *Tecnologías de remediación para suelos contaminados* de los autores Volke y Velasco publicado por el INE y la SEMARNAT en 2002. Mismo que se encuentra en la carpeta *Material de estudio*.

Asimismo, Hannah Shayler, Murray McBride y Ellen Harrison, en su artículo *Fuentes e impactos de contaminantes en los suelos*, te muestra como estas fuentes y contaminantes en suelos están distribuidos, además podrás revisar que sucede con estos contaminantes en los suelos, cuales son algunas fuentes más comunes de contaminantes en suelos, cómo es que la gente está expuesta a estos contaminantes en los suelos, así como cuáles son los posibles efectos en las salud por exposición a estos contaminantes y algunos aspectos que pueden verse afectados a partir de ello como son los impactos ambientales dentro de un ecosistema.

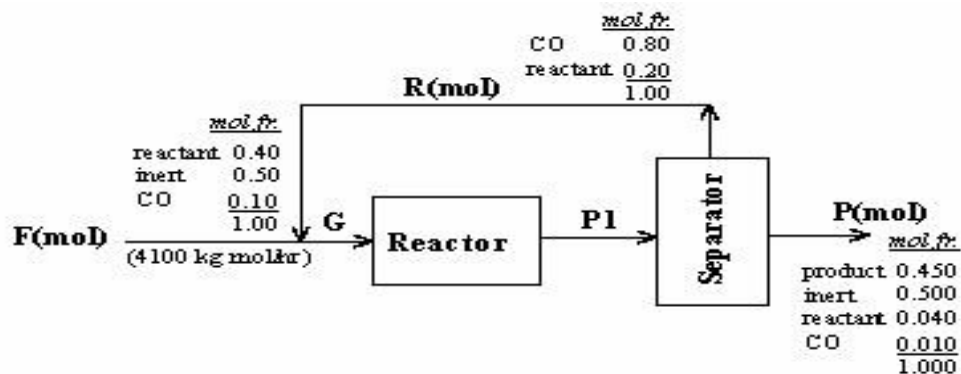
De igual manera, para conocer el balance de materia podrás observar a través de la Ley de la Conservación de la Materia, el método general para resolver balances de masa, las definiciones importantes de la terminología utilizada, además, de fórmulas a utilizar para dichos cálculos, los elementos de correlación, los cálculos en procesos con recirculación, la recirculación con reacción química, entre otras temáticas, siendo la recirculación y la purga un proceso de remediación para el impacto ambiental,



puedes consultar el artículo *Balance de materia* de la Facultad Regional La Plata Integración III, publicado por la UTN en 2003.

El balance de materia de energía es un estado uniforme o estacionario que es importante en cualquier tipo de proceso tanto con reacciones químicas, como sin ellas. Muchas industrias químicas generan emisiones de componentes volátiles que deben ser controlados, de allí su relevancia en la tecnología de residuos de suelo y energía, un ejemplo de cómo se genera lo podemos ver en el CO conocido como monóxido de carbono, cuando se encuentra en exceso y es sustancialmente reducido mediante la separación de un efluente de un reactor en donde este mismo CO es recirculado, y su corriente de alimentación posee 0% de reactivo, 50% son inertes y 10% son de CO, donde 2 moles de reactivo van a producir 2.5 moles de producto. Reflejándose la relación molar de las corrientes de reciclo y producto de la siguiente manera:

Figura 1. Balance de materia y energía (recirculación).



Tomado de la Facultad Regional La Plata Integración III, (2003).

Es en este tipo de ejercicios donde el balance de materia y energía resulta importante, ya que puedes conocer los componentes volátiles de cualquier sistema contaminante además de conocer cómo se afecta el equilibrio en la naturaleza, haciéndose notar la cantidad de materia y energía que es utilizada y desperdiciada observándose cuanta energía es desperdiciada.

Otro de los tópicos que podrás revisar dentro del documento anterior, son los elementos de correlación, los cuales son materiales, que pasan de una a otra de las corrientes sin cambiar en ningún aspecto o sin permitir que se le sume o pierda material



semejante a él, como podrás leer los cálculos de recirculación son las etapas más significativas de un proceso, es decir, en una tecnología de residuos ayuda a decidir si una tecnología es viable desde el punto de vista económico para saber qué posibilidad hay de realizarlo. La recirculación permite la recuperación y utilización de reactivos no consumidos, la recuperación de catalizadores, la dilución del flujo de un proceso y el control de una variable del proceso.

Asimismo, también pudiste revisar si es necesario completar la separación de parte de la alimentación a un proceso y la incorporación posterior al corriente resultado del proceso, que es el que se conoce como BYPASS o derivación el cual tiene dos puntos de divergencia y un punto de mezcla. El bypass es una tecnología de remediación que ayuda a eliminar los residuos resultantes en cualquier proceso de contaminación, actuando como un filtro de dichos residuos.

Con lo anterior, se puede decir que en una reacción química se producen la separación de nuevos elementos y la desaparición de otros elementos que ya existían para dar lugar a los balances moleculares o grado de avance de una reacción química.

Si quieres observar el comportamiento de los contaminantes tóxicos así, como los daños genéticos, las alteraciones en el funcionamiento de las hormonas, las alergias y los efectos sinérgicos puedes **consultar** el tema Productos químicos: *Efectos de los contaminantes tóxicos* del libro Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.

Con todo lo consultado, tienes los elementos suficientes para realizar la segunda actividad que a continuación se te muestra.



El balance de energía también es de suma importancia en el avance del aprendizaje para el análisis del comportamiento de contaminantes, haciéndose indispensable que **consultes**, el capítulo séptimo llamado *Fundamentos del flujo de calor en fluidos*, en el subtema Balance de energía, escrito por los autores McCabe, Smith y Harriott, donde conocerás, los coeficientes de transferencia de calor y flujo de calor, como por ejemplo, el coeficiente global de la transferencia de calor y coeficientes individuales de transferencia de calor, los símbolos y una serie de problemas prácticos para que aterrices la teoría en la práctica sobre esta temática. Este lo podrás encontrar en la carpeta *Material de estudio*.

Así mismo es necesario que puedas considerar las principales aplicaciones de los balances como son el estudio de las operaciones básicas, y la comprobación de su funcionamiento (fugas), así como algunos ejemplos que te ayuden a determinar el balance de materia y energía, en distintas industrias. Haciéndose necesario que consultes el quinto tema llamado *Balances de energía* publicado por la Universidad de Castilla.



Otro de los puntos importantes a considerar en el comportamiento de los contaminantes es el balance de reacciones, para ello es necesario que conozcas la clasificación de reacciones químicas en el diseño de reactores como son las homogéneas y heterogéneas, las variables que afectan la velocidad de reacción y la definición de la velocidad de reacción, a través del primer capítulo llamado *Introducción* del Libro Ingeniería de las reacciones químicas de Levenspiel, editado en 2005. Éste lo podrás consultar en la carpeta *Material de estudio*.



Para ello, es importante mencionar los conceptos cinéticos y termodinámicos que son aplicados a nivel industrial para diseñar y hacer funcionar correctamente las reacciones químicas a escala industrial, teniendo como objetivo principal el diseño y el funcionamiento de los reactores químicos esto lo puedes **consultar** en el artículo de *Ingeniería de Reacciones* publicado por la Universidad Carlos III de Madrid.



Para terminar, es preciso que sepas interpretar los datos de velocidad de reacción, el cálculo comercial y diseño, fundamentos del diseño de reactores, cinética química, cinética y termodinámica, termodinámica de las reacciones químicas y la clasificación de los reactores, toda esta información la encontrarás en el capítulo uno llamado *Introducción* del libro *Ingeniería de la cinética química* de Smith publicado por CIA Editorial. Lo encontrarás en la carpeta *Material de estudio*.



Por otro lado, en la siguiente página llamada *Cálculo de balances de materia en hojas de cálculo* realizada por el Dr. Medina Arce publicada por el Instituto Politécnico Nacional podrás **revisar** el cálculo de balances de materia en procesos químicos utilizando una hoja de cálculo, también podrás observar ejemplos y mediante la solución en esta hoja de cálculo podrás diferentes estrategias de solución: solución secuencial modular y la solución simultánea. Lo encontrarás en la carpeta *Material de estudio*.



Ahora que conoces las reacciones químicas su clasificación y balance, así como los reactores químicos, podrás darte cuenta de que son muchas y variadas las formas en que el hombre puede asegurar su supervivencia en la Tierra a largo plazo. Para ello, todo tipo de actividad antropogénica debe estar enmarcada en el concepto de aprovechamiento racional. Es imposible evitar la expansión de las ciudades, la agricultura y la ganadería extensiva, el desarrollo industrial y todas y cada una de las actividades que proporcionan satisfactores para cubrir las necesidades básicas y no tan básicas del hombre. Por esta razón, se debe evitar la explosión demográfica, el consumismo, la explotación irracional de los recursos, la contaminación agresiva y las prácticas agropecuarias que dañan los ecosistemas y comprometen su equilibrio. Para lograrlo es necesario que el balance de materia y energía se encuentre en equilibrio, ejemplo de esto, son las técnicas de trabajo que determinan el tipo de contaminantes y su análisis que deben estar adaptadas para aprovechar al máximo los recursos energéticos y biomásicos de los ecosistemas para producir alimentos y otros artículos necesarios para la humanidad.

Al existir un equilibrio entre la materia y la energía y de las prácticas que se utilizan para desarrollar los satisfactores de la humanidad se debe tener presente, la idea del desarrollo sustentable que implica que el hombre lleve a cabo un manejo racional de los recursos naturales renovables y no renovables, para existir y subsistir. Por lo tanto, los recursos transformados o no, solo alcanzan para sostener a una determinada cantidad de seres humanos, más allá de estos límites pueden existir cambios drásticos en el ambiente o desequilibrios ecológicos adversos, por lo que un buen análisis de los contaminantes puede ayudar a visualizar ecotecnologías que permitan el aprovechamiento racional de los recursos vegetales y animales, tanto terrestres como acuáticos.

Por ello, se puede afirmar que son muchas las acciones que son posibles emprender para lograrlo, hay maneras de atacar rápidamente este tipo de problemas, pero debes recordar que una de las más importantes es la preservación y restauración del medio ambiente a partir del análisis y estudio de la clasificación de los contaminantes, para lograr con ello un proceso estable entre la materia y la energía.



Cierre de la Unidad

En esta unidad, revisaste las generalidades de los problemas ambientales, principalmente en residuos, suelos y generación de energía.

También, pudiste consultar los fundamentos del comportamiento de contaminantes, como, por ejemplo, la ubicación geográfica de estos y su caracterización.

Finalmente, conociste los procesos de balance de masa, de energía y de reacciones químicas, mediante conceptos básicos, formulación y cálculos de los mismos.

En la siguiente unidad, conocerás el fundamento y comportamiento de los residuos no peligrosos, peligrosos, técnicas de aislamiento y saneamiento de suelos, así como las técnicas biológicas de degradación en suelos, para un mejor manejo y tratamiento de residuos y su peligrosidad.

¡Sigue adelante!



Para saber más



Si quieres profundizar más en esta problemática de residuos se te recomienda que consultes el artículo *Bioteecnologías ambientales para el tratamiento de residuos ganaderos* de la Revista Tecnociencia, éste lo podrás consultar en la carpeta *Material de estudio*.



El autor Gómez, Antón M. R. en el año 2003 en el díptico *Gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos*. Podrás leer una exposición virtual sobre la gestión y tratamiento de los residuos urbanos, su concepto, clasificación, materiales que lo componen, los recursos y los procesos productivos, así como la importancia del desarrollo sostenible. Para ello da clic en esta liga:

<http://www.uned.es/biblioteca/rsu/diptico.html>



El artículo *Una experiencia de caracterización y remediación de un suelo arcilloso contaminado con hidrocarburos* publicado por El Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Morelia, México. Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales versa sobre cómo aplicar un tren de tratamiento para un suelo contaminado con hidrocarburos, primero aplicando una remediación física extrayendo agua subterránea con hidrocarburos y después con una remediación química suministrando tensoactivos. Para verlo da clic en la siguiente liga:
<https://docplayer.es/30895963-Una-experiencia-de-caracterizacion-y-remediacion-de-un-suelo-arcilloso-contaminado-con-hidrocarburos.html>



El artículo *Recuperación de suelos contaminados mediante biobarreras*, publicado por Ingeniería química versa sobre las barreras biológicas in situ que promueven la biodegradación de compuestos orgánicos al mismo tiempo que impiden el paso de contaminantes. Para verlo da clic en la siguiente liga:
https://www.researchgate.net/publication/278017082_Rcuperacion_de_suelos_contaminados_mediante_biobarreras



El artículo *La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México* publicado por Gaceta Ecológica versa sobre los hidrocarburos en el suelo, la legislación ambiental que los regula y los tipos de biorremediación usados en la restauración de suelos contaminados con hidrocarburos. Para verlo da clic en la siguiente liga:

<https://www.redalyc.org/pdf/539/53906906.pdf>



El artículo *Desarrollo de la tecnología de inmovilización: estabilización/solidificación de desechos peligrosos en Costa Rica* publicado por Avances en Química versa sobre la solidificación/estabilización de un lodo proveniente del tratamiento del agua residual del proceso de electrodeposición de cromo y níquel sobre cobre con materiales cementantes específicamente de mezclas cemento Pórtland/carbonato de calcio y cemento Pórtland. Para verlo da clic en la siguiente liga:

<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/18336/2/articulo2.pdf>



El artículo *Comportamiento de limos loessicos contaminados con hidrocarburos estabilizados y solidificados con cemento Portland* publicado por Boletín Geológico y Minero versa sobre la estabilización/solidificación de un suelo limoso contaminado con hidrocarburos utilizando distintos contenidos de cemento Portland. Para verlo da clic en la siguiente liga:

https://www.researchgate.net/publication/261710811_Comportamiento_de_limos_loessicos_contaminados_con_hidrocarburos_estabilizados_y_solidificados_con_cemento_Portland



El artículo *Vitrificación solar de lodos de flotación de la zona minera de Sierra Almagrera (Almería)* publicado por Residuos: revista técnica versa sobre la vitrificación mediante un horno solar de lodos provenientes de la actividad minera de plomo y mercurio, así también se evalúa la capacidad de lixiviación después de la vitrificación. Para verlo da clic en la siguiente liga:

<http://upcommons.upc.edu/e-prints/handle/2117/6279>



El artículo *Durabilidad de un suelo contaminado y tratado con cemento portland* publicado por Revista ingeniería de construcción versa sobre el comportamiento físico (durabilidad) del suelo contaminado con un residuo oleoso después de su encapsulación con cemento Portland. Para verlo da clic en la siguiente liga:

<http://www.scielo.cl/pdf/ric/v23n3/art04.pdf>



Fuentes de consulta



Bibliografía básica

1. Levenspiel, O. (2005). Introducción. (Cap. 1). En Levenspiel, O. (Ed.), *Ingeniería de las Reacciones Químicas*. (5ª. ed., pp. 1-7). España: Reverte.
2. Ortiz Bernad, I., Sanz García, J., Dorado Valiño, M., Villar Fernández, S. (2006). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados*, Madrid: Círculo de Innovación en Tecnologías de Medioambientales y Energía (CITME), Confederación Empresarial de Madrid (CEIM), Universidad de Alcalá, Comunidad de Madrid.
3. Volke Sepúlveda T., Velasco Trejo J. A. (2002). *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*, México: Instituto Nacional de Ecología Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Bibliografía complementaria:

4. Volke Sepúlveda T., Velasco Trejo J. A., De la Rosa Pérez D. A. (2005). *Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación*, México: Instituto Nacional de Ecología -Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Fuentes electrónicas:

5. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, (2002). Resúmenes de Salud pública-Creosota de madera, creosota de alquitrán de



- hulla y alquitrán de hulla (Creosote).
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs85.html
6. Asociación de productores de energías renovables. (2012). *Impactos ambientales de la producción de electricidad. Estudio comparativo de ocho tecnologías de generación eléctrica* (pp. 1-29). México: Ministerio de ciencia y tecnología; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía.
<https://www.aeeolica.org/uploads/documents/569-impactos-ambientales-de-la-produccion-de-electricidad-elaborado-por-appa-e-idae.pdf>
 7. Aznar, A. y Cabanelas, J. (2012). *Ingeniería de Reacciones*. Madrid: Universidad Carlos III.
http://ocw.upm.es/pluginfile.php/1259/mod_label/intro/cap1.pdf
 8. Bustos, Flores, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. (pp.121125). *Revista Economía*. XXXIV, 27.
<https://www.redalyc.org/pdf/1956/195614958006.pdf>
 9. Corona Ramírez, L. & Iturbe Argüelles, R. (2005). Atenuación natural en suelos contaminados con hidrocarburos. *Revista Ingeniería. Investigación y Tecnología*, VI (2) 119-126. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40460203>
 10. CETCO. IBERIA, (2012a). Sellado de vertederos. <http://www.cetco.es/Left-Side-Navigation/Obra-civil-y-medio-ambiente/Productos/Geocompuestos-de-bentonita/Aplicaciones-de-Bentomat>
 11. CETCO. IBERIA, (2012b). *Encapsulación de tierra contaminada*. <http://www.cetco.es/Left-Side-Navigation/Obra-civil-y-medio-ambiente/Productos/Geocompuestos-de-bentonita/Aplicaciones-de-Bentomatambiente/Productos/Geocompuestos-de-bentonita/Aplicaciones-de-Bentomat>
 12. Díaz, A., Gorostiza, I., Susaeta, I., García, I., Zárata, G., Martín, I., & Muiña, B. (1999). Recuperación de suelos contaminados mediante biobarreras, *Ingeniería química –Madrid-*, 31(358) 157-164.
https://www.researchgate.net/publication/278017082_Recuperacion_de_suelos_contaminados_mediante_biobarreras
 13. Esquivel, L. G. R., Camareno, M. V., & Barrantes, F. P. (2007). Desarrollo de la tecnología de inmovilización: estabilización/solidificación de desechos peligrosos en Costa Rica. Estudio de caso en lodo de electrodeposición. *Avances en Química*, 2(3), 9-14.
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/18336/2/articulo2.pdf>
 14. Francisca, F. M., 2010. Comportamiento de limos loessicos contaminados con hidrocarburos estabilizados y solidificados con cemento Portland. *Boletín Geológico y Minero*, 121 (2): 131-138.



- [Comportamiento de limos loessicos contaminados con hidrocarburos estabilizados y solidificados con cemento Portland](https://www.researchgate.net/publication/261710811)
15. Frers, C. (2007). El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales, *The Ecologist para España y Latinoamérica*.
[https://www.ecoportal.net/temas-especiales/contaminacion/el uso de plantas acuaticas para el tratamiento de aguas residuales/](https://www.ecoportal.net/temas-especiales/contaminacion/el_uso_de_plantas_acuaticas_para_el_tratamiento_de_aguas_residuales/)
 16. Greenpeace México. (2012). *México Rumbo a la Sustentabilidad: 40 Propuestas para la Administración Federal 2012-2018*.
<https://cemda.org.mx/pdfs/mexico-sustentabilidad.pdf>
 17. Jiménez Rojas, José W, Consoli, Nilo C, & Salvagni Heineck, Karla. (2008). Durabilidad de un suelo contaminado y tratado con cemento portland. *Revista ingeniería de construcción*, 23(3), 163-170.
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732008000300004&lng=es&tlng=es
 18. Kurcharz, T. (2008). Soberanía alimentaria vs. agroenergía. En Di Donato, M. (Ed.), *AGRO (bio) combustibles Por qué no nos salvarán*. (pp.3-23). Madrid: Centro de Investigación para la Paz.
https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/Dossier_Agrobiocombustibles.pdf
 19. Lara-Díaz, R. A. y Melgoza-Alemán, R. M. (2009). Solidificación Estabilización de Cromo, Níquel y Plomo en una Matriz Sólida de Hormigón Fabricada con Cemento Portland, *Revista Información Tecnológica*, 20(1) 29-38. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v20n1/art05.pdf>
 20. López-Martínez, S., Gallegos-Martínez, M. E., Pérez Flores, L. J. & Gutiérrez Rojas, M. (2005). Mecanismos de fitorremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobióticas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 21(2) 91-100.
<http://redalyc.org/articulo.oa?id=37021205>
 21. Madrigal Monárrez, I., Benoit, P., Barriuso, E., Réal, B., Dutertre, A., Moquet, M., Trejo Hernández, M. & Ortiz Hernández, L. (2008). Caracterización de la sorción y desorción de herbicidas en suelos con diferentes tipos de ocupación. *Revista Ingeniería e Investigación*, 28(3) 96-104.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64328315>
 22. Manilla Pérez, E., Poggi Varaldo, H. M., Chávez Gómez, B., Esparza García, F. & Barrera Cortés, J. (2004). Evaluación del funcionamiento de un tambor rotatorio aplicado a la biorremediación de un suelo contaminado con hidrocarburos. *Revista Interciencia*, 29(9) 515-520.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33909608>



23. McCabe, L., Smith, J. y Harriott, J. (2007). Fundamentos del flujo de calor en fluidos. Balance de energía. (Cap. 7). En McCabe, L; Smith, J. y Harriott, J (Ed.), *Operaciones unitarias en ingeniería química*. (7ª. ed., pp. 344-362). México: Mc Graw-Hill.
24. Medina Arce, E. (2008). *Cálculo de balances de materia en hojas de cálculo*. México: Instituto Politécnico Nacional.
25. Mojica, A. & Guerrero, J. A. (2010). Extracción de residuos de plaguicidas en suelos asistida por ultrasonido. *Revista Colombiana de Química*, 39(3) 371-387. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309026685006>
26. National Geographic. (2013, 16 de octubre). *Impacto ambiental del hombre*. [Video]. EUA: National Geographic. <https://www.youtube.com/watch?v=gO0TkMPJtK4&t=283s>
27. Navarro, A. F., Cañadas, I., Martínez, D., Rodríguez, J. (2009). Vitrificación solar de lodos de flotación de la zona minera de Sierra Almagrera (Almería). *Residuos: revista técnica*, 114 50-57. <http://upcommons.upc.edu/e-prints/handle/2117/6279>
28. ONU para el Medio Ambiente y la Secretaría General de la Comunidad Andina. (2003). El estado del ambiente. Áreas urbanas. Residuos sólidos. (Cap.3). En la ONU para el Medio Ambiente y la Secretaría General de la Comunidad Andina. (Ed.), *Pro-Andino 2003. Perspectivas del Medio Ambiente*. (1ª. ed., pp. 98-99). Perú: PNUMA; Comunidad Andina Secretaría General; Universidad del Pacífico.
29. Ortíz Brito, O., Ize, I. & Gavilán, A. (2003). La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México. *Gaceta Ecológica*, (69) 83-92. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906906.pdf>
30. Renholds J. (1998). *In Situ Treatment of Contaminated Sediments*. U.S. Environmental Protection Agency. Washington EUA. <https://clu-in.org/products/intern/renhold.htm>
31. Saval, S., & Lesser, J. M. (2000). Una Experiencia de Caracterización y Remediación de un Suelo Arcilloso Contaminado con Hidrocarburos. In *Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Morelia, México., Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales*. <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/mexicona/R-0110.pdf>
32. Semarnat, (2010a). Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/programas/Documents/Programa_Nacional_Remediacion_Sitios.pdf
40. Semarnat, (2012). Informe de la situación del medio ambiente en México, Capítulo 7 Residuos. En Semarnat, *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de*



- desempeño ambiental* (pp. 318-361). México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf
41. Semarnat. (2016). Residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/residuos-solidos-urbanos>
 42. SEMARNAT, INECC. (2011). *Impactos de la generación de electricidad*. <http://www.inecc.gob.mx/dica/578-calaire-termoelectricas>
 43. Serrato Sánchez, R., Ortiz Arellano, A., Dimas López, J. y Berúmen Padilla, S. (2002). Aplicación de lavado y estiércol para recuperar suelos salinos en la Comarca Lagunera, México. *Revista Terra Latinoamericana*, 20(3) 329-336. <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/20/3/art329-336.pdf336.pdf>
 44. Shayler, H., McBride, M. y Harrison, E. (2009). *Fuentes e impactos de contaminantes en los suelos*. New York: Cornell Waste Management Institute. <http://cwmi.css.cornell.edu/sourcesandimpacts.pdf>
 45. The University of Arizona Center for Toxicology (2004). *Proceso de biorremediación in situ de agua y suelo*. <http://toxamb.pharmacy.arizona.edu/c4-3-1-1.html>
 46. Tecnum. (1999). *Productos químicos: Efectos de los contaminantes tóxicos*. En Tecnum. (Ed.), *Ciencias de la Tierra y del Medio ambiente*. España: Tecnum. <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/09ProdQui/140EfToxic.htm>
 47. Universidad de Castilla- La Mancha (2013). *Combinación de las técnicas de extracción de vapor del suelo y aireación del suelo: la primera actúa por encima del nivel freático, y la segunda por debajo*. <http://www.uclm.es/users/hiqueras/mam/MMAM10.htm>
 48. Universidad de Castilla. (2012). *Balances de energía*. http://www3.uclm.es/profesorado/giq/contenido/fund_quimicos/Tema_5.pdf
 49. United States Environmental Protection Agency (USEPA), (2003b). *Guía para el cuidado sobre Solidificación/Estabilización*. https://cluhttps://clu-in.org/download/citizens/es_solid_stab.pdfin.org/download/citizens/es_solid_stab.pdf
 50. UTN Facultad Regional La Plata Integración III. (2003). *Balance de materia*. Argentina: UTN. http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/integracion3/UT2_Balance_de_materia.pdf
 51. Velasco, J. A. & Volke Sepúlveda, T. L. (2003). El composteo: una alternativa tecnológica para la biorremediación de suelos en México. *Revista Gaceta Ecológica*, (66) 41-53. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906604>