



REVISIÓN

Estado actual de la contaminación ambiental presente en la Mixteca Oaxaqueña

Current state of the environmental pollution present in the Mixtec region of Oaxaca

Marco Antonio Ruiz Vicente

Centro de Investigación y Posgrado, Universidad Anáhuac Oaxaca, Oaxaca, México

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: marco.ruizv2@anahuac.mx (Marco Antonio Ruiz Vicente).

Recibido el 23 de agosto de 2019; aceptado el 24 de septiembre de 2019.

Cómo citar este artículo:

Marco Antonio Ruiz Vicente. Estado actual de la contaminación ambiental presente en la Mixteca Oaxaqueña. JONNPR. 2020;5(5):535-53. DOI: 10.19230/jonnpr.3257

How to cite this paper:

Marco Antonio Ruiz Vicente. Current state of the environmental pollution present in the Mixtec region of Oaxaca. JONNPR. 2020;5(5):535-53. DOI: 10.19230/jonnpr.3257



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos,
ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

Resumen

Objetivo. Presentar una revisión sistemática de estudios donde se evalúa el impacto provocado por los residuos sólidos urbanos generados en la Mixteca Oaxaqueña.

Resultados. El análisis de los resultados de investigación consultados en las bases de datos: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (Redalyc), Scientific Electronic Library Online (Scielo), Dialnet, EBSCO y Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICYT), ponen de manifiesto que la contaminación es un problema que se ha venido incrementando a nivel global gradualmente lo que ha derivado que exista presencia de organismos y sustancias extraños que interfieren y dañan la salud de las personas, los recursos naturales y el equilibrio ecológico; cabe mencionar que el impacto en las comunidades provocado por la generación y manejo de los residuos sólidos en forma inadecuada altera de forma importante el ecosistema de los lugares aledaños a los sitios de



disposición final de dichos residuos. Es importante hacer notar que existe legislación en la materia y clasifica de forma puntual los diferentes sitios de disposición final y encomienda a los municipios llevar a cabo el manejo integral de los residuos sólidos urbanos pero dicha legislación no es aplicada en forma correcta a pesar de que esta problemática ha tomado mucha relevancia en las últimas dos décadas en los ámbitos gubernamentales.

Conclusiones. México tiene el reto de lograr resolver los problemas ambientales para lograr alcanzar un nivel de sustentabilidad y sostenibilidad a mediano plazo, las tasas de generación de residuos sólidos urbanos siguen aumentando por que se vive en una sociedad que ha modificado drásticamente sus hábitos de consumo. La degradación del medio ambiente y los recursos naturales para la región de la Mixteca Oaxaqueña está clasificada en rangos de inestable-crítico a crítico provocando que se ejerza presión sobre los recursos naturales, es por ello que se debe tener una adecuada gestión y disposición de los residuos sólidos urbanos, para lograrlo es preciso contar con el apoyo de la sociedad, gobiernos y sociedad en general, esta sinergia es necesaria para reducir la extracción de recursos empleados al producirlos obteniendo beneficios económicos, sociales y ambientales a largo plazo para la región.

Palabras clave

Contaminación ambiental; Residuos Sólidos; Manejo Integral de residuos sólidos

Abstract

Objective. To present a systematic review of studies assessing the impact caused by municipal solid waste generated in the mixtec region of Oaxaca.

Results. The analysis of the research results consulted in the databases: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (Redalyc), Scientific Electronic Library Online (Scielo), Dialnet, EBSCO and Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICYT), show that pollution is a problem that has been increasing at a global level gradually what has resulted in the presence of foreign organisms and substances that interfere with and damage people's health, natural resources and ecological balance; It is worth mentioning that the impact on the communities caused by the generation and management of solid waste in an inadequate manner significantly alters the ecosystem of the places adjacent to the final disposal sites of these wastes. It is important to note that there is legislation on the subject and classifies in a specific way the different final disposal sites and entrusts municipalities to carry out the integral management of urban solid waste but this legislation is



not applied correctly despite the fact that this problem has become very relevant in the last two decades in government spheres.

Conclusions. Mexico has the challenge of solving environmental problems to achieve a level of sustainability and sustainability in the medium term, the rates of generation of solid urban waste continue to increase because we live in a society that has drastically changed their consumption habits. The degradation of the environment and natural resources for the Mixteca Oaxaqueña region is classified in ranges from unstable-critical to critical, causing pressure to be exerted on the natural resources. This is why it is necessary to have adequate management and disposal of solid urban waste, to achieve this it is necessary to have the support of society, governments and society in general; this synergy is necessary to reduce the extraction of resources used to produce them, obtaining long-term economic, social and environmental benefits for the region.

Keywords

Environmental Pollution; Solid Waste; Integrated Solid Waste Management

Introducción

La problemática del medio ambiente tiene que analizarse no sin antes estudiar el crecimiento económico de los países. El problema de la conservación del medio ambiente (MA) está relacionado al crecimiento económico. Desde el punto de vista de la teoría económica, a medida que las economías crecen se preocupan más por el estado del medio ambiente y de la preservación de los recursos naturales; de esta manera, existe una relación positiva entre crecimiento económico y preservación de los recursos naturales⁽¹⁾, generalmente se presupone que las economías más ricas dañan y destruyen los recursos naturales de una manera más rápida que las economías pobres, dados sus consumos, es decir, la degradación ambiental tiende a incrementarse a medida que la estructura económica de un país o región cambia de una economía agrícola hacia una industrial, y posteriormente, esta degradación tiende a disminuir a medida que se pasa de un sector industrial intensivo a una economía basada en los servicios⁽²⁾, esto quiere decir que las potencias económicas ocupan a países en vías de desarrollo como sus fábricas y mano de obra barata. Por lo común se piensa que la calidad del medio ambiente sólo puede mejorarse escapando del proceso de industrialización⁽³⁾, la realidad es que las economías ricas invierten una mayor cantidad de recursos en investigación y desarrollo, lo que se traduce en avance tecnológico que permite remplazar tecnologías obsoletas por otras más compatibles con el medio ambiente⁽¹⁾.



La contaminación es uno de los problemas más graves a nivel mundial y es una silenciosa amenaza para la vida ⁽⁴⁾. Las causas que provocan la contaminación de un sitio son muy diversas. Algunas de las más comunes son la disposición inadecuada de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP) en terrenos baldíos, bodegas, almacenes y patios de las industrias; las fugas de materiales o RP de tanques y contenedores subterráneos, tuberías y ductos; la lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento y donde se desarrollan actividades productivas, o bien, de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto y por los derrames accidentales de sustancias químicas durante su transporte ⁽⁵⁾.

La contaminación del aire puede definirse como la modificación indeseable del ambiente, causada por la introducción a este de agentes físicos, químicos o biológicos en mayores cantidades, que resulta nociva para la salud humana, daña los recursos naturales o altera el equilibrio ecológico ⁽⁶⁾, la contaminación del suelo puede entenderse como una degradación química y, por tanto, como un proceso o procesos que conllevan a la pérdida de productividad, esto sucede cuando el suelo recibe sustancias tóxicas en concentraciones que superan su capacidad natural de autodepuración ⁽⁷⁾. El agua potable está amenazada por la continua contaminación que genera la actividad humana y por la disminución de los recursos hídricos como consecuencia del calentamiento global ⁽⁸⁾. El 97.2% del agua en el planeta Tierra es salina y solo el 2.5% corresponde a agua fresca; de ese 2.5%, 30% es subterránea, 68% está en los glaciares y otras capas de nieve y solo el 1.2% es superficial y se encuentra en ríos, lagos y otras formas de agua de superficie ⁽⁹⁾.

De acuerdo con el informe Drinking Water realizado por la Organización Mundial de la Salud en el año 2017 el 71% de la población mundial (5.3 billones de personas), tiene acceso al servicio de agua apta para consumo y este porcentaje continuará disminuyendo, por lo que se predice que para el año 2025 la mitad de la población estará viviendo en áreas de agua con problemáticas ⁽¹⁰⁾. La alta contaminación de agua fresca se traduce en problemas de salud pública que afectan no solo las poblaciones humanas y animales, sino también el ambiente natural en general. Las tasas elevadas de morbilidad infantil por enfermedad diarreica aguda es un claro ejemplo de los resultados de la contaminación del agua. Se estima que 1 800 millones de personas en el mundo consumen agua contaminada con heces fecales ⁽¹¹⁾.

La producción y el consumo de bienes y servicios generan inevitablemente algún tipo de residuos, éstos pueden ser sólidos (ya sea de naturaleza orgánica o inorgánica), líquidos (que incluyen a los que se vierten disueltos como parte de las aguas residuales) y los que escapan en forma de gases, todos ellos, en función de su composición, tasa de generación y



manejo pueden tener efectos muy diversos en la población y el ambiente. La importancia del tema de la generación y manejo de los residuos no involucra sólo los efectos ambientales y de salud pública derivados de su generación y manejo además también está implícito, desde otro ángulo, el uso de los recursos naturales ⁽¹²⁾.

En México, según la cifra más reciente publicada en 2015, la generación de RSU alcanzó 53.1 millones de toneladas, lo que representó un aumento del 61.2% con respecto a 2003 (10.24 millones de toneladas más generadas en ese período, si se expresa estas cifras por habitante, se alcanzó 1.2 kilogramos en promedio diariamente en el mismo año; el aumento en la generación de residuos sólidos urbanos puede explicarse como resultado de múltiples factores, reconociéndose entre los más importantes el crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los patrones de consumo de la población, en México, como en el caso de muchos otros países, el crecimiento de la generación de residuos sólidos marcha a la par del gasto del consumo final privado y el PIB nacional ⁽¹²⁾.

Con la época de la posguerra y la posterior industrialización acelerada en el mundo, se inicia un proceso de deterioro del ambiente, pero es especialmente a partir de la década de los setenta en el siglo pasado que este proceso se expande teniendo repercusiones globales en la pérdida de biodiversidad con impacto hacia las sociedades humanas ⁽¹³⁾.

La Mixteca Oaxaqueña

Oaxaca se ubica entre los paralelos 15° 38' y 30" y 18° 42' 30" de latitud Norte y los meridianos 93° 38' 30" y 98° 30' 30" de longitud Oeste, localizada en el suroeste del territorio mexicano, al norte limita con los estados de Veracruz y Puebla, al sur con el océano pacífico, al este con el estado de Chiapas y al oeste con Guerrero; la división política actual del estado de Oaxaca es compleja, ya que está dividida en ocho regiones geográficas y culturales, con 570 municipios fraccionados en 30 distritos rentísticos, los cuales albergan a poco más de 11 mil comunidades; las regiones de Oaxaca son: Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Sur, Sierra Norte y Valles Centrales ^(14,15). La región Mixteca en el estado de Oaxaca se encuentra localizada al noroeste de la capital estatal, colindando al norte con el estado de Puebla, al oeste con el estado de Guerrero, al sur y sureste con los distritos Rentísticos de: Putla de Guerrero y Sola de Vega, pertenecientes a la región de la Sierra Sur; Zaachila y Etlá, ambos correspondientes a la región de los Valles Centrales y, Cuicatlán y Teotitlán, que conforman la región de la Cañada ⁽¹⁶⁾.



La Mixteca se ubica en dirección oeste-este, desde la frontera entre Guerrero y Oaxaca hasta el Valle de Oaxaca y, en dirección norte-sur, desde el sur de Puebla hasta el Océano Pacífico ⁽¹⁷⁾. La región Mixteca se subdivide en tres: Mixteca Alta, Mixteca Baja y Mixteca de la Costa, su división política administrativa comprende 7 distritos conformados por 155 municipios y se tienen registradas 2,098 localidades, abarcando una superficie aproximada de 40,000 kilómetros cuadrados los cuales ocupan una tercera parte del territorio oaxaqueño, en la confluencia de la Sierra Madre del Sur y la Sierra de Oaxaca ver Figura 1 y Figura 2 ^(18,19,20). La Mixteca Oaxaqueña es la comarca más deprimida de la provincia de Oaxaca, ya que presenta limitaciones sociales y ecológicas que restringen su desarrollo económico ⁽²¹⁾.



Figura 1. Regiones en las que se divide el estado de Oaxaca. Extraído de Animal Gourmet ⁽²²⁾.

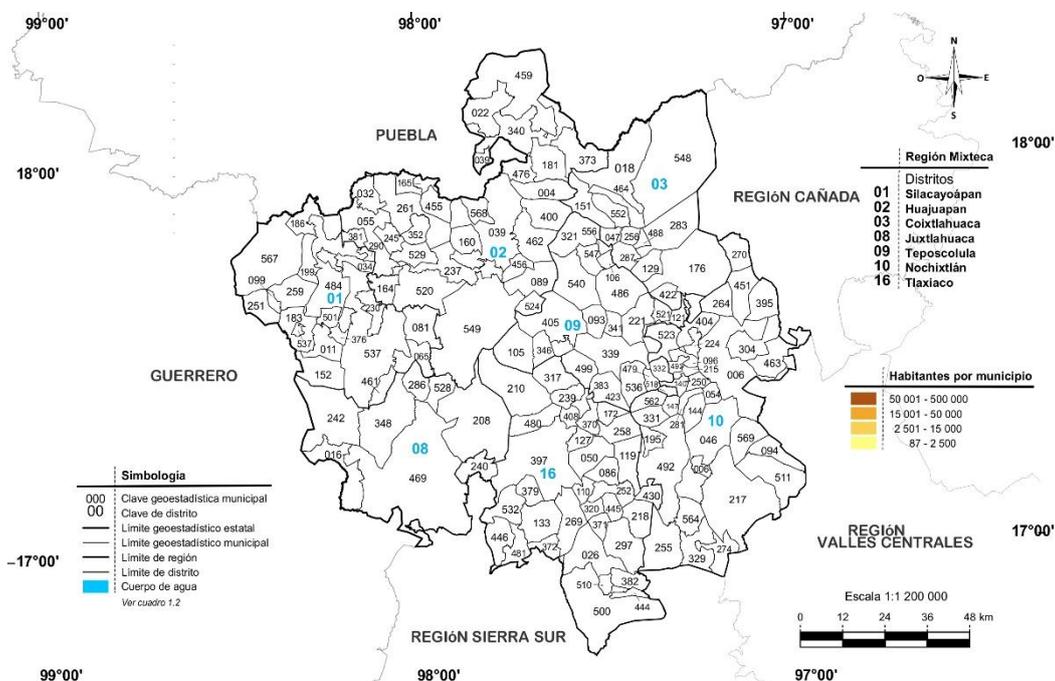


Figura 2. Región Mixteca Oaxaqueña por Distritos y Municipios, basado en INEGI ⁽²³⁾.

Contaminación ambiental

La contaminación es uno de los problemas más graves a nivel mundial. La creciente urbanización, la industria, la agricultura con excesivo uso de pesticidas y fertilizantes, la deforestación, la producción de energía y los hábitos de consumo han producido una enorme cantidad de sustancias que contaminan el agua, el suelo, la vegetación, la atmósfera y son una silenciosa amenaza para la vida ⁽⁴⁾. México, al igual que muchos países del mundo, se enfrenta al reto de atender y resolver una serie de problemas ambientales que podrían ser obstáculos importantes para alcanzar la sustentabilidad en el futuro. El cambio climático, la pérdida de los ecosistemas y de su biodiversidad, así como la escasez y contaminación de los recursos hídricos son, quizá, algunos de los más importantes, pero no los únicos ⁽¹²⁾. Es de destacar especialmente el estado de precariedad en que se encuentran una parte importante de la Gestión de los Residuos, sobre todo en lo que afecta a los tratamientos y especialmente al vertido de los residuos sólidos; por ello es necesario arbitrar medidas y urgentes soluciones de mejora, con criterios medioambientales y económicos aceptables y sostenibles ⁽²⁴⁾. En Oaxaca, la degradación del suelo se vincula con diferentes procesos y niveles, es resultado tanto de variaciones climáticas como de las actividades humanas. Lo más notable es la pérdida de hectáreas por degradación química, que en el estado alcanza 1 millón 678 mil 622 hectáreas lo



que representa casi 5% de la degradación química nacional ⁽²⁵⁾. La degradación del medio ambiente y los recursos naturales para la región de la Mixteca está clasificada en rangos de inestable-crítico a crítico, de acuerdo con el mapa del Instituto de Geografía de la UNAM en el escenario tendencial 2012. La degradación es reflejo de un conjunto de prácticas adversas que inciden negativamente en la calidad del suelo, de los ecosistemas (especialmente bosques y selvas) y del agua ⁽²⁶⁾. La Mixteca, tiene una extensión de 15.671,08 km², es la cuarta región más poblada de Oaxaca, cuenta con 155 municipios y 2.098 localidades, reúne 12% de los habitantes de la entidad, 465.991,00 habitantes, sí bien, en la región se da una gran concentración de núcleos poblacionales, se combina con una dispersión notable de sus localidades con menos de 2.500 personas ^(27,18,28). La realidad de esta dispersión lleva a los habitantes de esas poblaciones a utilizar su entorno como un sostén de vida, generando presión sobre los recursos naturales (agua, suelos y bosques), así como costos más altos para los servicios de abastecimiento de agua, drenaje, tratamiento de agua residual, recolección de basura, etcétera. Al mismo tiempo, se pugna por ensanchar las superficies urbanas impactando el medio ambiente ⁽²⁶⁾. Las causas de la presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales por esta relación de concentración-dispersión de los asentamientos humanos tienen que ver tanto con la distribución poblacional, como con el efecto natural de aprovechar el entorno como sostén de las comunidades. Por un lado, está la creciente necesidad de utilizar el territorio para conformar áreas urbanas y, por otro, el uso de los recursos para satisfacer necesidades básicas, ampliando la frontera agrícola o ganadera, la tala ilegal, la recolección excesiva de leña, el manejo forestal no sustentable, de igual manera por carecer de servicios básicos con un efecto de contaminación de los cuerpos de agua y suelos debido al inadecuado manejo de aguas residuales y residuos sólidos ⁽²⁶⁾.

La región de la Mixteca Oaxaqueña es una de las regiones más pobres de México, con altos niveles de deforestación, la de mayor deterioro del suelo y escasez de agua. Se ha estimado que cerca de 500,000 ha de esta región presentan problemas muy severos de erosión. En la Mixteca Alta, la situación de deterioro ambiental es consecuencia de un proceso histórico de cambios en la estructura social y productiva, que se remonta a la época prehispánica en donde sus habitantes hacían uso y explotación indiscriminada de sus recursos naturales para lograr la autosuficiencia necesaria ⁽²⁹⁾.



Residuos solidos

El manejo de los residuos sólidos constituye a nivel mundial un problema para las grandes ciudades, factores como el crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial y/o empresarial, los cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida, entre otros, han incrementado la generación de residuos sólidos en los pueblos y ciudades de la región ^(30,31), en los últimos 30 años, la generación de residuos sólidos en la región de Latinoamérica y el Caribe se ha incrementado; además la composición de estos desechos ha cambiado, con menos desechos orgánicos y más desechos que duran más en el medio ambiente, así como la generación de una cantidad significativa de desechos tóxicos. La mayoría de estos países carecen de la infraestructura (particularmente para la disposición final de desechos sólidos), la voluntad o la capacidad de gestión para afrontar esta situación. En los países del Caribe, se pueden encontrar problemas en todas las etapas del flujo de desechos (recolección, disposición y tratamiento), y aunque muchos países de la región tienen algún tipo de marco legal con respecto a la gestión de residuos sólidos, en la mayoría de los países, no existe un responsable formal para el manejo de los residuos sólidos ⁽³²⁾. Con excepción de algunos países del Caribe anglófono, la gestión de los RSU es una responsabilidad eminentemente municipal en casi toda la región ⁽³³⁾.

Los residuos generados por los grupos humanos siempre existieron, pero su presencia, en tanto problema ambiental, es un fenómeno reciente ⁽³⁴⁾. Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta ley como residuos de otra índole ⁽³⁵⁾. La importancia del tema de la generación y manejo de los residuos no involucra sólo los efectos ambientales y de salud pública derivados de su generación y manejo, la gestión integral de los residuos, además de procurar reducir su generación y conseguir su adecuada disposición final, también puede dar como resultado colateral la reducción, tanto de la extracción de recursos, como de energía y agua que se utilizan para producirlos, así como la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, todo ello se acompaña de importantes beneficios económicos, sociales y ambientales; los residuos se contienen en recipientes o depósitos, y necesitan estar sujetos a



tratamiento o disposición final con base en lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos ⁽³⁶⁾.

El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en México es complejo y paralelamente ha evolucionado a la par de la urbanización, del crecimiento económico y la industrialización. Se sabe que, en los años 50, la generación diaria promedio nacional de RSU era de 8,200 Ton/día, misma que aumento a más de 109,000 Ton/día para el año 2010. Lo anterior significa que en seis décadas la generación de residuos se incrementó en casi 13 veces, sin embargo, la problemática no solo radica en las grandes cantidades generadas, sino también en el cambio de la composición interna de los residuos, la cual ha dejado de ser en su mayor parte orgánica, y se han transformado en materiales que requieren de procesos físicos, químicos y biológicos para degradarse ^(37,38).

El artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final ⁽³⁹⁾, Ochoa ⁽⁴⁰⁾ [citado en Sáez et al. ⁽⁴¹⁾], establece que el manejo de residuos sólidos está comprendido por todas las actividades funcionales u operativas relacionadas con la manipulación de los residuos sólidos desde el lugar donde son generados hasta la disposición final de los mismos. La generación y gestión de residuos sólidos requiere del compromiso de la sociedad, gobiernos, academia, medios de comunicación, comunidad, organizaciones e individuos, para minimizar los efectos adversos al ambiente y la salud, principalmente, la adecuada gestión de materiales reciclables es de vital importancia para reducir la cantidad de residuos que se conducen a los rellenos sanitarios ocupando un espacio innecesario y reduciendo la vida útil de los mismos ⁽⁴²⁾, en el año 2013, el 83% de los residuos sólidos domiciliarios generados en Colombia fueron a los rellenos sanitarios y solo el 17% fue recuperado por recicladores para su reincorporación al ciclo productivo ⁽⁴³⁾. En México, la disposición de los residuos sólidos urbanos (RSU) está sujeta a la norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, que clasifica a los sitios de disposición final (SDF) en: Rellenos sanitarios (RESA), sitios controlados y sitios no controlados o tiraderos a cielo abierto, de acuerdo con la infraestructura y condiciones de manejo y operación del sitio ⁽⁴⁴⁾. El manejo de los residuos sólidos en la Mixteca debe convertirse en un punto central ya que la cantidad de toneladas registradas en 2009 colocan a la región en cuarto lugar en producción de desechos con 51 mil toneladas, lo que representa el 9% del total estatal recolectado ⁽²⁶⁾.

Los sitios de disposición final para la basura son los siguientes: para el año 2010 con la información recolectada de 570 municipios se contabilizaba: 401 tiraderos a cielo abierto, 0



sitios controlados y 7 rellenos sanitarios; para el año 2012 de los 570 municipios se tienen los siguientes datos: 3 rellenos sanitarios, 7 sitios controlados y 214 tiraderos a cielo abierto ⁽⁴⁵⁾, estas cifras reflejan una disminución de un periodo a otro en el número de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto, así como un aumento de sitios controlados. Una dificultad asociada con la capacidad de recolección de basura está en la marcada diferencia de la cobertura de los servicios públicos municipales, pues en promedio se recolecta 64% en las cabeceras y 32% en las localidades fuera de las mismas. Esto lleva a pronosticar que la basura no recolectada se quema o se tira clandestinamente en lugares no aptos para este fin. El Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca (hoy Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable) realizó la gestión para que se estableciera el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en el Estado de Oaxaca (PEPGIRSUME), el cual tiene como uno de sus objetivos específicos: contar con un instrumento que señale claramente las metas programáticas en materia de residuos sólidos; que marque y defina el rumbo a tomar, para modernizar, profesionalizar y fortalecer la gestión de los residuos sólidos en el Estado de Oaxaca; se realizaron 16 estudios de generación de residuos sólidos urbanos generados en casas-habitación y se procedió a su análisis estadístico para establecer la generación media per cápita de residuos sólidos, la composición física y el peso volumétrico in situ de los residuos sólidos ⁽³⁵⁾.

Los diagnósticos contenidos en los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PEyMPGIR), permitieron estimar un valor promedio ponderado de 0.85kg/hab/día (gpc). Para la determinación de este valor se tuvieron disponibles 1,144 datos (46.56%) del total de los municipios del país. El peso volumétrico (pv) promedio ponderado en el 2012 es de 153.12 kg/m³ (valor ajustado al número de habitantes por tamaño de municipio). Los datos disponibles de pv se presentan para el 25.44% de los municipios del país. Respecto a la composición, se analizaron 99 datos de composición en subproductos, a partir de la información presentada en el Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos del Censo Nacional de Gobierno, Gobiernos Municipales y Delegaciones 2011 realizado por INEGI, los resultados obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 1 ⁽⁴⁶⁾.



Tabla 1. Composición de RSU por subproducto.

Categoría	Subproducto	Porcentaje
Susceptibles de aprovechamiento 39.57%	Cartón	6.54
	Papel	6.20
	Material ferroso	2.09
	Material no ferroso	0.60
	Plástico rígido y de película	7.22
	Envase de cartón encerado	1.50
	Fibras sintéticas	0.90
	Poliestireno expandido	1.65
	Hule	1.21
	Lata	2.28
	Vidrio de color	2.55
	Vidrio transparente	4.03
	Poliuretano	2.80
	Material de construcción	1.46
Orgánicos 37.97 %	Cuero	0.51
	Fibra dura vegetal	0.67
	Residuos alimenticios	25.57
	Hueso	0.59
	Residuos de jardinería	9.38
	Madera	1.25
Otros 22.46%	Residuo fino	3.76
	Pañal desechable	6.52
	Algodón	0.70
	Trapo	3.57
	Loza y cerámica	0.55
	Varios	5.90
Total		100%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2013 ⁽¹⁸⁾.

El manejo de los residuos sólidos en la Mixteca debe convertirse en un punto central, si bien la cantidad de toneladas registradas en 2009 colocan a la región en cuarto lugar en producción de desechos con 51 mil toneladas, para el 2013 se colocaba ya en segundo lugar a nivel estatal con 86,410.1 toneladas, en la Figura 3, se ilustra la generación de residuos sólidos urbanos de casas-habitación para cada una de las regiones del Estado de Oaxaca, en este



análisis se demuestra que la región de los valles centrales es la que genera una mayor cantidad de residuos sólidos urbanos pero es destacable que la región de la mixteca le sigue en la generación de RSU incrementando de manera considerable la generación de los mismos ⁽³⁵⁾, cabe mencionar que se realizaron análisis a muestras de residuos sólidos por municipio el cual indica que en todos los casos el elemento de mayor cuantía es el carbono, lo cual se debe al elevado porcentaje de materia orgánica presente en las muestras.

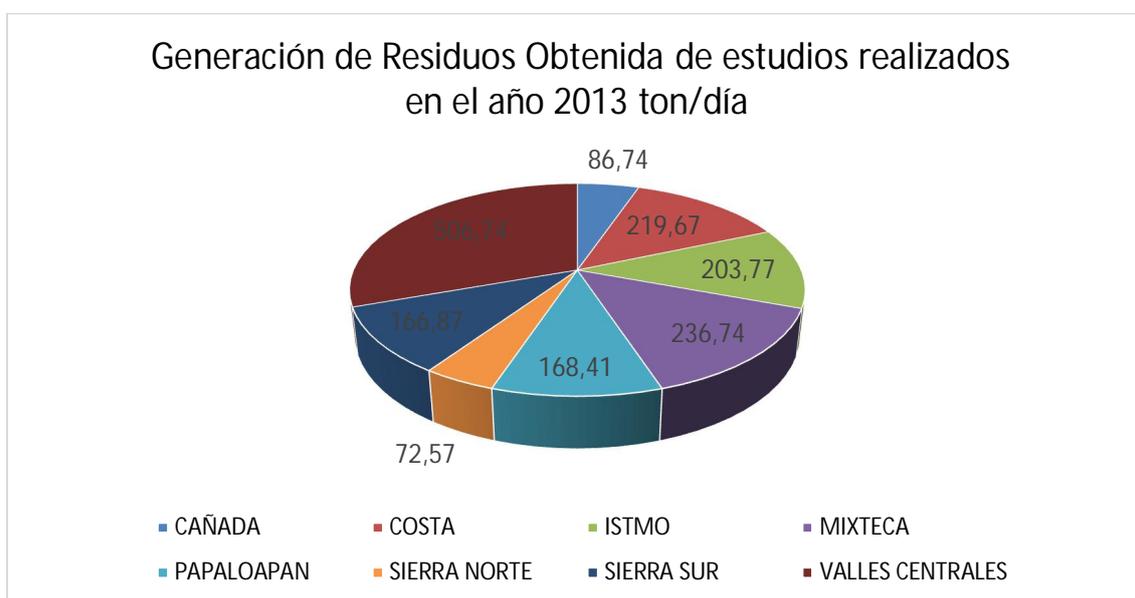


Figura 3. Generación de residuos obtenida de estudios realizados en el año 2013 ton/día.

En la planificación de los servicios de manejo de residuos sólidos y en particular en la gestión económica de los mismos es importante conocer la incidencia de la generación de residuos por parte de la población. Asimismo, dicho conocimiento es necesario para formular planes de acción en materia de minimización, recuperación y reciclaje. Así pues, la manera de conocer el problema y ofrecer soluciones técnicamente adecuadas, socialmente factibles y económicamente viables es medir y cuantificar el fenómeno de interés, en este caso determinar la cantidad y composición de residuos sólidos ⁽⁴⁷⁾. En el caso de América Latina y El Caribe ha prevalecido el manejo de los residuos bajo el esquema de “recolección y disposición final” dejando rezagados el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de los residuos, así como la disposición final sanitaria y ambientalmente adecuada, en general se puede destacar que el mayor problema de contaminación se encuentra en los tiraderos a cielo abierto, lo cual hace



que exista una contaminación a través del aire y por la lluvia en donde discurre el agua a los terrenos contiguos ^(48,49).

La comunidad de San Miguel el Grande por citar a una comunidad de la región, a través del Estudio de Ordenamiento Territorial Comunitario realizado por Grupo Mesófilo A.C., muestra que los habitantes señalaron que la contaminación de aire y agua y el impacto visual de la basura es incuestionable y agregaron que el daño que produce la basura al sistema carretero es evidente al tapar los sistemas de alcantarillado y evacuación de agua; las causas del problema se antojan complejas ya que buscando la raíz del mismo no se puede omitir que el modo de consumo y de producción actual son las principales responsables y precisamente algunos habitantes de San Miguel el Grande afirman que el consumismo y “las grandes empresas (refiriéndose a su modelo de producción)” son las causantes del problema ⁽⁵⁰⁾.

Consideraciones finales

La contaminación ambiental es un problema que crece rápidamente a nivel mundial y una amenaza para la vida en el planeta debido a las prácticas adversas que impactan negativamente al medioambiente. La urbanización, la industrialización, el uso constante y desmedido de pesticidas y fertilizantes, la producción de energías y el modo de vida moderno han provocado que se produzcan bienes y servicios generadores de sustancias que contaminan el agua, el suelo, la vegetación y la atmosfera; México se enfrenta al reto de atender y resolver problemas medioambientales que ponen en peligro la sustentabilidad futura. Los residuos generados por actividades humanas han estado presentes en nuestro entorno desde siempre, pero se convirtieron en una afectación a partir de que la composición de los desechos ha pasado de ser orgánicos a compuestos químicos, producto de los cambios en patrones de consumo, nivel de vida y de producción.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que los residuos sólidos urbanos son los residuos resultantes de actividades domiciliarias, establecimientos y la vía pública; además pone a cargo de los municipios las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos; la gestión integral de estos debe estar enfocada a reducir su generación, disponer de ellos en forma adecuada, incentivando el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento, trayendo como resultado una reducción en el uso de recursos para su producción, emisión de gases de efecto invernadero y disminución de la presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales, lo cual es un esquema que se antoja complejo ya que en México prevalece el esquema de recolección y disposición final en tiraderos a cielo abierto.



En Oaxaca se ha vinculado la degradación del suelo al cambio climático y a las actividades antropogénicas, la región de la Mixteca Oaxaqueña en el año 2013 alcanzo el segundo lugar en generación de residuos sólidos a nivel estado consecuencia de un manejo inadecuado de los mismos, generando efectos ambientales y de salud pública adversos.

Referencias

1. Gómez-López C, Barrón K, Moreno L. Crecimiento económico y medio ambiente en México. 2011. Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2011000300547&lng=es&tlng=es.
2. Grossman G, Krueger A. Economic Growth and the Environment. 1995. doi:10.2307/2118443
3. Komen MHC, Gerking SD, Folmer H. Income and environmental R&D: Empirical evidence from OECD countries. 1997. doi:10.1017/S1355770X97000272
4. Montañón N, Sandoval A. Contaminación atmosférica y salud. 2007. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/pdf/294/29406504.pdf>
5. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. 2013. Recuperado de:
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12eng/pdf/Informe_2012.pdf
6. Gaviria C, Muñoz J, González G. Contaminación del aire y vulnerabilidad de individuos expuestos: un caso de estudio para el centro de Medellín. 2012. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v30n3/v30n3a08.pdf>
7. Jiménez R. Introducción a la contaminación de suelos.
8. Ripple W, Wolf C, Newsome T, Galetti M, Alamgir M, Crist E, et al. World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. 2017 Noviembre 13. doi:
<https://academic.oup.com/bioscience/article/67/12/1026/4605229>
9. Gleick P. Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources. 1993.
10. World Health Organization (WHO). Drinking-water. 2019 Junio 14. 1. Recuperado de:
<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
11. Bain R, Cronk R, Hossain R, Bonjour S, Onda K, Wright J, et al. Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. 2014. doi:10.1111/tmi.12334



12. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. 2016. Recuperado de:
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf
13. Riojas-Rodríguez H, Schilmann A, López-Carrillo L, Finkelman J. La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras. 2013. Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013001000013&lng=es&tIng=es.
14. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca. 1993.
15. Gobierno del Estado de Oaxaca. [oaxaca.gob.mx](https://www.oaxaca.gob.mx). [Online].; 2019 [cited 2019 Agosto 31]. Available from: <https://www.oaxaca.gob.mx/>.
16. Berumen M. Región Mixteca. Aspectos Socio Económicos y Propuestas de acción para su Crecimiento y Desarrollo Huajuapán de León, Oaxaca.; eumed.net; 2004. Recuperado de: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/mebb2/index2.htm>
17. Terraciano K. Los mixtecos de la Oaxaca colonial. La historia ñudzahui del siglo XVI al XVIII. Primera ed. México: Fondo de Cultura Económica; 2013. Recuperado de:
http://www.fondodeculturaeconomica.com/subdirectorios_site/libros_electronicos/desde_la_imprenta/006227R/files/terraciono_los%20mixtecos%20de%20la%20oaxaca.pdf
18. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de Población y Vivienda 2010. 2013 Junio 26. Recuperado de:
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html>
19. Mindek D. Mixtecos. 2003. Recuperado de:
<http://www.cdi.gob.mx/dmdocuments/mixtecos.pdf>
20. Fundación Cultural Armella Spitalier. Mixtecos, Pueblo de Lluvia. 2013. Recuperado de:
<http://www.aglutinaeditores.com/media/resources/public/ae/ae1b/ae1b3fe0304d4c4bb9fcc8c1c8fba61b.pdf>
21. Sierra A, Hernández J, Barba C. Razas autóctonas de la Mixteca Oaxaqueña de México. Archivos de zootecnia. 1998; 47(178-179): p. 517-521. Recuperado de:
http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/05_13_31_67sierra3.pdf
22. Animal gourmet. Animal gourmet. [Online].; 2015 [cited 2019 Septiembre 03]. Available from: <https://www.animalgourmet.com/2015/10/21/un-paseo-por-el-paraiso-gastronomico-de-las-8-regiones-de-oaxaca/>.



23. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca 2016. 2016. Recuperado de:
http://www.diputados.gob.mx/sedia/biblio/usieg/mapas2016/Oax_mapas.pdf
24. García H. Consideraciones sobre vertederos de residuos sólidos urbanos (RSU). 2009 Julio. Recuperado de: https://www.ceddet.org/wp-content/themes/ceddet/pdf/revistas/residuos/n3_residuos.pdf
25. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Degradación de suelos: superficie afectada por procesos, por entidad federativa, según niveles de degradación. 2018 Marzo. Recuperado de:
http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_SUELO03_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=*
26. Secretaría de Finanzas del Gobierno de Oaxaca. Planes Regionales de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. Región Mixteca. 2011 Diciembre. Recuperado de:
https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/planes/planes_regionales/2011-2016/Mixteca.pdf
27. Gobierno del Estado de Oaxaca. Regiones – Gobierno del Estado de Oaxaca. Recuperado de: <https://www.oaxaca.gob.mx/regiones/>
28. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Encuesta Intercensal 2015. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
29. Rivas M. Caracterización del Manejo de Suelo y uso del Agua de Lluvia en la Mixteca alta: Jollas y Maíces de Cajete. Estudio de caso: San Miguel Tulancingo, Oaxaca. 2008. doi: 10.13140/RG.2.1.1397.3365. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/269278889_Caracterizacion_del_manejo_de_suelo_y_uso_de_agua_de_lluvia_en_la_Mixteca_alta_jollas_y_maices_de_cajete
30. Ojeda S, Lozano G, Quintero M, Whitty K, Smith C. Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana. 2008 Julio. Recuperado de: <http://www.redisa.net/doc/artSim2008/gestion/A26.pdf>
31. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS). Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC). 2006. Recuperado de:
<http://www.polis.org.br/uploads/933/933.pdf>
32. Winchester, W. L. Sustainable human settlements development in Latin America and the Caribbean. 2005 Febrero. Recuperado de:
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5635>



33. Banco Interamericano de Desarrollo. Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010. 2011. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/en/regional-evaluation-urban-solid-waste-management-latin-america-and-caribbean-2010-report>
34. Guzmán M, Macías C. El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. 2012. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000100009&lng=es&tIng=es.
35. Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable. Resumen Ejecutivo del Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en el Estado de Oaxaca (PEPGIRSUME). 2017 Abril 17. Recuperado de: <http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/transparencia/2017/pdf/normatividad/estatal/7.%20PROGRAMAS/Resumen%20ejecutivo%20PEPGIRSUME.pdf>
36. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). 2003 Octubre 8. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf
37. Wehenpohl G, Heredia P, Hernández C, de Buen B. Guía de Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT2003. Primera edición. 2004.
38. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Estadísticas Ambientales en Materia de Residuos Sólidos Urbanos. 2014. Recuperado de: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales>
39. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial D.F.; 2017.
40. Ochoa O. Recolección y disposición final de los desechos sólidos, zona metropolitana. Caso: Ciudad Bolívar. Venezuela; 2009.
41. Sáez A, G. U, Joheni A. Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. 2014. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
42. Valderrama MF, Chavarro LE, Osorio JC, Peña CC. Estudio dinámico del reciclaje de envases pet en el Valle del Cauca. 2018. doi: <https://dx.doi.org/10.22507/rli.v15n1a6>
43. Departamento Nacional de Planeación y Banco Mundial. Estrategia Nacional de Infraestructura. Sector Residuos Sólidos. 2015.



-
44. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Proyecto de modificación de la norma oficial mexicana nom-083-semarnat-2003. 2015 Agosto. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=5402726
 45. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos reportados por municipios. 2018 Marzo. Recuperado de:
http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RSM01_11&IBI_C_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=*
 46. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. 2012. Recuperado de:
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/Documentos/Ciga/libros2009/CD001408.pdf>
 47. Aguilar A, López M, Santa María D. Situación y manejo de residuos sólidos, Huajuapán de León, Oaxaca. 2011 Septiembre. Recuperado de:
<http://www.eumed.net/rev/cccss/13/alsm.html>
 48. Risso W, Grimberg E, Ubal W. Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. 2007 Septiembre 4. Recuperado de: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/34177>
 49. Aguilar R, Valiente Y, Oliver D, Franco C, Díaz F, Méndez F, et al. Inadecuado uso de residuos sólidos y su impacto en la contaminación ambiental. 2018. doi:
<http://dx.doi.org/10.17268/sciendo.2018.044>
 50. Grupo Mesófilo A.C. Estudio de Ordenamiento Territorial Comunitario en SAN MIGUEL EL GRANDE, Tlaxiaco, Oaxaca. 2011 Septiembre 15. Recuperado de:
http://www.grupomesofilo.org/pdf/proyectos/OTC/OTC_San_Miguel_Grande.pdf