

Sitios Potenciales para la Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Miahuatlán, Oaxaca

Potential Final Disposal Sites of Urban Solid Waste in the District of Miahuatlán, Oaxaca

Diana Cynthia Nava-Juárez^a, Omar Ávila-Flores^a.

Resumen

Los sitios de disposición final es la última etapa del proceso del manejo de residuos sólidos urbanos, sin embargo, el distrito de Miahuatlán carece de este tipo de infraestructura. Por esta razón, el presente trabajo de investigación pretende dar a conocer con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) los sitios idóneos de acuerdo a la normatividad mexicana vigente (NOM-083-SEMARNAT-2003. Existen 7 municipios con las características que establece la norma para la instalación además de la cercanía con el municipio con mayor crecimiento demográfico.

Palabras clave: Sitio de disposición final, residuos sólidos urbanos, Norma Oficial Mexicana.

Abstract

The final disposal sites are the last stage of the urban solid waste management process, without However, the district of Miahuatlán lacks this type of infrastructure. For this reason, the present research work aims to make known the help of Geographic Information Systems (SIG) the suitable sites according to the regulations current Mexican law (NOM-083-SEMARNAT-2003. There are 7 municipalities with the characteristics established by the standard for installation in addition to proximity to the municipality with the greatest demographic growth.

Keywords: Final disposal site, waste urban solids, Mexican Official Standard.

^aUniversidad de la Sierra Sur, División de Estudios de Posgrado, Guillermo Rojas Mijangos s/n esq. Av. Universidad, C.P. 70800, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oaxaca, México.

Correspondencia: Diana Cynthia Nava Juárez
Universidad de la Sierra Sur
Correo electrónico: diananavajuarez@gmail.com

Introducción

El término de residuo o desecho es designado a partir del siglo XX para todo aquel material generado por la actividad humana, es decir, un producto urbano (Barles, 2012). Por tal razón, los residuos generados en zonas urbanas son conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (RSU), el cual es definido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en México (LFGIR, 2015) como *“aquel material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso y que se contiene en un recipiente o depósito; puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final”*.

Hoy en día, el tema de los RSU es desafiante para la mayoría de los municipios mexicanos (Abdel y Monsour, 2018), porque son ellos los encargados de brindar el servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de todo aquello generado dentro de un territorio municipal (Artículo 115, fracción III de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos). Sin embargo, los municipios mexicanos enfrentan serios problemas de administración y planeación para la adecuada gestión de estos materiales (Buenrostro e Israde, 2003) que como consecuencia, el sistema de aseo se convierte en deficiente para recolectar, tratar y disponer de estos recursos adecuadamente.

El Banco Mundial (2020) especifica que la recolección de los RSU es el primer paso para reducir la contaminación y mejorar la calidad ambiental y el bienestar de la población. Sin embargo, Kiss y Aguilar (2006) han demostrado que al existir una mala práctica en la disposición final de los residuos existirá una alta posibilidad en obtener efectos nocivos al ambiente, a la salud y un impacto negativo al paisaje municipal.

Por ende, es importante que las autoridades correspondientes consideren la posibilidad

de contar con la adecuada infraestructura para su destino final.

Existe evidencia que en México la disposición final se llevaba a cabo en tiraderos a cielo abierto y el gobierno mexicano planteó la necesidad de resolver el problema por medio de criterios y lineamientos para la instalación de un sitio de disposición final a través de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Desafortunadamente, el estado de Oaxaca cuenta con una ineficiencia en la gestión de RSU (García y Aguilar, 2013), y aunado a ello, no cuenta con la infraestructura adecuada para la disposición final de todos los residuos que se generan en el territorio establecido.

Ruiz-Vicente (2020) documentó que tan solo en el estado de Oaxaca, en el 2012 existía un total de 214 tiraderos a cielo abierto, 7 de disposición controlado y 3 rellenos sanitarios. Entre los contabilizados, se encuentra el tiradero a cielo abierto de la Zona Metropolitana de Oaxaca (ZMO), donde 23 municipios que conforman la ZMO y municipios conurbados depositaban ahí los RSU (López et al., 2006). Desafortunadamente, en el año 2022 se clausuro en forma definitiva el sitio debido a que cumplió con su vida útil afectando a todo municipio que hacía uso de estas instalaciones.

Entre los municipios que utilizaban el anterior tiradero, se encuentran los pertenecientes al distrito de Miahuatlán que es uno de los cuatro distritos que conforman la región de la Sierra Sur del estado de Oaxaca. El distrito de Miahuatlán tiene un total de 32 municipios y Miahuatlán de Porfirio Díaz como cabecera distrital y es clasificado por el Sistema Urbano Nacional como un centro urbano debido a que es el territorio que reportó el 35.9% de la población distrital (INEGI, 2020). Lo anterior, lo justifican Ávila et al. (2020) al hacer mención que este lugar en los últimos años, ha tenido un proceso de expansión física, concentración de infraestructura, equipamiento urbano y

de población, es decir, es considerada una ciudad eminentemente urbana debido a la generación de polos de atracción económico, político, social y ambiental (Bastida, *et al.*, 2022) como consecuencia del establecimiento de la zona militar, la Universidad de la Sierra Sur, la Comisión Federal de Electricidad, el Centro Federal de Readaptación Social y el Hospital Regional de Salud.

El Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo en el Estado de Oaxaca (2018) especifica que el distrito de Miahuatlán genera aproximadamente 32.5 ton/día que son llevados al tiradero a cielo abierto del municipio de Monjas, Oaxaca, el cual no cumple con la normatividad para ser considerado un relleno sanitario.

Lo anterior, genera un problema ambiental, de bienestar y de salud pública para la población, en general. Por ello, el presente trabajo de investigación pretende dar a conocer con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) los sitios idóneos de acuerdo a la normatividad mexicana vigente (NOM-083-SEMARNAT-2003 "Protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos") para proponer el lugar idóneo para la instalación de un sitio de disposición final que beneficiará a los habitantes del distrito de Miahuatlán, Oaxaca.

Cabe mencionar que también la investigación retoma la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, la cual "establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión durante los próximos 15 años" (CEPAL, 2016, p. 6).

En este sentido, se busca que se cumpla el desarrollo sustentable respecto a la disposición de los residuos sólidos urbanos en Miahuatlán, el cual menciona que se debe satisfacer las necesidades de la generación presente, sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras. Es decir, que por el tamaño de la ciudad se debe construir un relleno sanitario para la recolección, tratamiento y disposición final de dichos residuos, planeando conjuntamente autoridades municipales, ciudadanía, sector privado y demás actores sociales a corto, mediano y largo plazo.

Desarrollo

Área de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Miahuatlán ubicado en la región de la Sierra Sur del estado de Oaxaca, México, el cual está conformado por 32 municipios. La ubicación geográfica de la región es 96° 36'00" O y 16° 11'00" N y tiene una superficie total de 3975.12 km².

Para la caracterización ambiental se identificaron 6 tipos de climas, pero es el clima de tipo (A)C(wo) "semicálido subhúmedo" el que predomina en el área. El tipo de suelo predominante en el área de estudio es el regosol eutrítico. Se identificó que el distrito predomina el uso de suelo agrícola. Sin embargo, datos del Censo Económico de INEGI (2020) menciona que las actividades que se realizan van enfocadas al sector terciario como comercio al por menor, servicio de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas, preparación e hilado de fibras textiles entre otras más ocupaciones.

En cuanto a la caracterización demográfica tiene un total de 140, 207 habitantes (INEGI, 2020). Aunado a ello, se identificó

que presenta diversidad étnica, cultural y lingüística, además, de encontrar que cuenta con un índice de marginación de 0.8 (CONAPO, 2020) y un grado de rezago social que va de medio a muy alto (CONEVAL, 2020), este último índice muestra que el distrito bajo estudio cuenta con carencias de rezago educativo, acceso a los servicios de salud, servicios básicos en la vivienda y la calidad y espacio en ella (CONEVAL, 2020).

Selección de sitio de disposición final

Para realizar la búsqueda del sitio óptimo de disposición final de los RSU en el distrito de Miahuatlán se siguió la metodología establecida en la NOM-083-SEMARNAT-2003, el cual detalla diversas especificaciones que deberán ser tomadas en consideración para la selección de dicho sitio. Por tal razón, se realizó una búsqueda en las bases de datos nacionales de INEGI, CONABIO y Servicio Geológico Mexicano, con la finalidad de obtener información espacial representadas en formato vectorial a una escala 1:250,000.

Los datos obtenidos de los Sistemas Nacionales de Información fueron procesados en el SIG (ArcMap 10.6) donde la información fue procesada y analizada a través de diferentes geoprocusamientos.

Con la información demográfica y datos de generación aportados por la dependencia correspondiente se determinó que el sitio de disposición final debe ser de tipo C (de 10 a 49 ton/día). A partir de lo anterior, se prosiguió a cumplir con las restricciones establecidas:

1. Aeropuertos

La normatividad instituye que debe existir una distancia menor de 13 kilómetros del centro de las pistas. Para cuantificar la distancia establecida se utilizó información de INEGI (2010).

2. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

La Norma establece que no se deben ubicar sitios dentro de ANP. Por ello, se utilizó información de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2023).

3. Centros de población

De acuerdo con la ley, en localidades mayores de 2,500 habitantes el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m y utilizando información del Marco Geoestadístico Nacional (INEGI, 2020) se llevó a cabo un buffer en todas las localidades encontradas, aunque estas fueran mayores de 2,500 habitantes.

4. Zonas restringidas

a) Humedales

La definición de humedal contempla categorías de marismas, pantanos, lagunas costeras, manglares, lagos asociados a manglares, ciénegas, etc (RAMSAR, 2004). Por ello, se decidió analizar la información vectorial de INEGI (2020).

b) Planicies aluviales

De acuerdo con la definición establecida por Tarbuck y Letgens (2005) las planicies se desarrollan normalmente donde una corriente fluvial de gradiente alto abandona un valle estrecho en terrenos montañosos y sale súbitamente a una llanura amplia y llana o a un fondo de valle, es decir, se forman como respuesta a la caída abrupta del gradiente, que se combina con un cambio de posición y tamaño de cauce.

Ramírez *et al.* (2023) propusieron estudiar esta restricción con material vectorial litológico; el cual fue obtenido de la base de datos del Servicio Geológico Mexicano (2015), pendientes (entre 3 y 12%) dicha información fue trabajada con el Continuo

de Elevaciones Mexicano (CEM) 3.0 de INEGI (2013) y con la ayuda de la herramienta de hidrology en Spatial Analyst Tools se analizó la acumulación de flujo en el área de estudio.

c) Recarga de mantos acuíferos

La recarga de mantos acuíferos es un proceso mediante el cual el agua superficial o de la lluvia se percola a través del suelo hasta alcanzar el nivel de agua subterránea (Dvis y Wiest 1971 citado en Cruz et al., 2013) esta zona se le conoce como zona de recarga y son sitios donde la capacidad de infiltración es alta, Matus et al. (2009) proponen cinco factores que afectan a la recarga hídrica: pendiente, tipo de suelo, tipo de roca, cobertura vegetal y uso de suelo.

La pendiente es un criterio importante para la identificación de recarga hídrica debido a la relación con la escorrentía superficial. Para conocer las pendientes del área se utilizó la información encontrada por el CEM 3.0 del punto anterior y la información fue analizada con la base de datos que se muestran en la Tabla 1 para darle el tratamiento correspondiente.

Además, Matus et al. (2009) especifican que los sitios de recarga hídrica deben ser sitios permeables para asegurar alta capacidad de infiltración; es decir, el suelo debe ser de textura gruesa, porosa, por lo tanto, permeable. Para conocer la información a esta variable se utilizó información vectorial de INEGI (2008) y se trató de acuerdo al criterio establecido en la Tabla 1.

Al igual que el tipo de suelo, las características de las rocas determinan la capacidad de recarga. Por ello, las rocas suaves, permeables, con macroporos favorecen la recarga. Entonces, la información para conocer la variable fue obtenida del INEGI (2011) y fue procesada de acuerdo en lo establecido por los criterios de ponderación.

La cobertura vegetal influye en la infiltración del agua debido a que permite un mayor contacto con el suelo, disminuye la velocidad de escorrentía, la erosión, el impacto de la gota de lluvia y la resequeidad causada por los rayos de sol. La variable fue estudiada a través de una imagen satelital (LANDSAT 8) y tratada por un análisis de vegetación conocida como NDVI. (Índice de Diferencia

Tabla 1. Criterios de ponderación en variables de potencial de Recarga Hídrica.

Ponderación	Posibilidad de Recarga	Pendiente	Tipo de suelo	Tipo de roca	Cobertura vegetal	Uso de suelo
5	Muy alta	0 a 6	Suelos francos arenosos	Roca muy permeable	>80	Bosque
4	Alta	6 a 15	Suelos francos con arena, limo y arcilla	Roca permeable	70 - 80	Sistema agroforestal
3	Moderado	15 a 45	Suelos francos limosos	Roca moderadamente permeable	50 - 70	Terrenos cultivados con conservación
2	Baja	45 a 65	Suelos franco arcillosos	Roca poco permeable	30 - 50	Terrenos cultivados sin conservación
1	Muy baja	>65	Suelos arcillosos	Roca impermeable	<30	Asentamientos humanos

Fuente: Elaboración propia con base a Malthus et al., 2009.

Normalizada) donde se puede observar la calidad de la vegetación, utilizando datos de reflectancia de luz roja e infrarroja (Rueda-Calier *et al.*, 2015). El NDVI se calcula mediante la siguiente expresión.

$$NDVI = \frac{IRC - R}{IRC + R}$$

Donde: IRC es la reflectividad en el infrarrojo cercano (Banda 5) y R es la reflectancia en el rojo (Banda 4). Dicha imagen fue tratada en el SIG por medio de la función de *Raster Calculator* en *Spatial Analyst Tools*.

Finalmente, el uso de suelo influirá en el deterioro de las características del suelo. Esta variable fue estudiada con información de uso de suelo de la serie VII (INEGI, 2021) y ponderada con los criterios establecidos.

Una vez identificado los valores de las cinco variables que propone Matus *et al.* (2009) con la ayuda del geoprocetamiento de *conversion tools* fueron transformadas a formato *raster* y por medio del *Raster Calculator* en *Spatial Analyst Tools* se llevó a cabo la siguiente ecuación.

$$ZR = [0.27(\text{Pendiente}) + 0.23 (\text{Tipo de suelo}) + 0.12 (\text{Tipo de roca}) + 0.25 (\text{Cobertura vegetal}) + 0.13 (\text{Uso de suelo}).$$

d) Fracturas o fallas geológicas

Utilizando la información vectorial de fallas y fracturas de INEGI (2010) se analizó dicha restricción.

5. Zona de inundación

La NOM especifica que el sitio de disposición final debe localizarse fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. Por ello, esta variable fue estudiada con información obtenida de las zonas de acumulación de flujo

6. Cuerpos de agua superficiales

También, la normatividad específica que los sitios de disposición final deberán estar a 500 metros como mínimo de algún cuerpo de agua. Se determinó analizar esta restricción con un shp de hidrografía (INEGI, 2008).

7. Pozos de extracción

Finalmente, los pozos de extracción de agua serán de 500 metros de distancia al tiradero, desafortunadamente, no existe información espacial referente a este variable.

A continuación, se detalla lo encontrado en la búsqueda del sitio de disposición final del distrito de Miahuatlán, Oaxaca, México.

1. Aeropuertos

De acuerdo a la información estudiada, se encontró que existen dos aeropuertos cercanos al distrito de Miahuatlán, pero el distrito no cuenta con aeropuertos, aunque el más cercano se ubica a 49.7 km de distancia indicando que esta restricción no aplica para el área de estudio.

2. Áreas Naturales Protegidas

En el estado de Oaxaca se contabilizan 12 Áreas Naturales Protegidas, sin embargo, ninguna se encuentra en los límites del distrito de Miahuatlán. Por ello, dicha variable no es aplicable al trabajo de investigación.

3. Centros de Población

Los centros de la población de los diferentes municipios que conforman Miahuatlán de Porfirio Díaz tienen una zona de influencia de 50 metros.

4. Zonas Restringidas

a) Humedales

La información vectorial obtenida de la base de datos nacional fue procesada en el software descubriendo que no existen humedales dentro del área de estudio, es decir, dicha restricción no es aplicable para el área estudiada.

b) Planicies aluviales

Existen diferentes sitios con planicies aluviales, los cuales no son aptos para la instalación del sitio de disposición final para el distrito.

c) Recarga de Mantos acuíferos

Se pudo identificar que en los sitios de mayor recarga hídrica no hay actividades humanas. Además, se identificó que el distrito de Miahuatlán es un área con un potencial moderado de recarga hídrica.

d) Fallas y fracturas

Otra restricción son las fallas y fracturas; el distrito cuenta con algunas fallas importantes en sitios donde existen planicies aluviales y recarga hídrica alta a muy alta.

5. Zonas de Inundación

Para el estudio de esta variable se utilizó información que se obtuvo en las planicies aluviales.

6. Cuerpos de agua superficial

La última variable analizada fueron los cuerpos de agua superficiales, la NOM especifica que la distancia mínima de un cuerpo de agua es de 500 metros, por ello, se aplicó el buffer en los cuerpos de agua registrados.

Con la información recopilada se sobrepuso la información en el SIG para conocer los sitios que cumplen con los requisitos solicitados en la NOM-083-SEMARNAT-2003. Por lo tanto, se llegaron a identificar los sitios que cumplen con los criterios establecidos. Los municipios

que cumplen dichos criterios son: Miahuatlán de Porfirio Díaz, San Cristóbal Amatlán, San Francisco Logueche, San Idelfonso Amatlán y se proponen estos municipios debido a la cercanía con el municipio de Miahuatlán de Porfirio Díaz pues es el territorio que reporta mayor crecimiento demográfico y urbano.

Abdel y Monsour (2018) comentan que los RSU es uno de los problemas más desafiantes para la mayoría de los municipios debido, principalmente, por no contar con sitio de disposición final en su territorio. Por tal razón, diversos autores como Sánchez *et al.* (2009) y Ramírez *et al.* (2023), los cuales se basaron en la normatividad mexicana para la propuesta de instalación de un sitio de disposición final. Ambos autores hacen hincapié que es importante seguir lo establecido en la norma, especialmente, en lo geológico ya que se marca la pauta para la selección de cualquier sitio.

Lo que coincide con lo generado para la selección del sitio óptimo, donde se les dio mayor importancia a las características del suelo, por ejemplo, en las planicies aluviales, recarga hídrica, fallas geológicas y zonas de inundación. Adicionalmente a ello, las características ambientales, sociales y demográficas del territorio son de importancia para la selección del sitio de disposición final.

Por lo anterior, Ramírez *et al.* (2023) identificaron que la NOM-083-SEMARNAT-2003 contine ambigüedades conceptuales lo que dificulta su aplicabilidad, por ejemplo, en el caso del Distrito de Miahuatlán no se encontró información espacial de pozos de extracción.

Finalmente, se concuerda con Sánchez *et al.* (2009) que a pesar que el sitio de disposición final sea de tipo C es recomendable realizar todos los estudios y análisis previos a la construcción como el geológico, geohidrológico, hidrológica, topográfica, geotécnico, estudio de

generación de RSU, generación de biogás y generación de lixiviado, además de las obras complementarias que establece la norma.

Conclusiones

La problemática de los RSU seguirá aumentando para el distrito de Miahuatlán si no se considera la instalación de sitio de disposición final en el territorio para el beneficio de los 32 municipios que conforman el distrito bajo estudio.

El análisis espacial de las principales características ambientales para la instalación del sitio es un punto de partida para la disminución de las consecuencias por la acumulación de residuos sólidos urbanos en los municipios que conforman el área de estudio. Se propusieron los municipios de Miahuatlán de Porfirio Díaz por tener el mayor número de población, Además se consideraron a los municipios de San Cristóbal Amatlán, San Francisco Logueche, San Idelfonso Amatlán, San José del Peñasco, San José Lachiguiri y San Luis Amatlán por la cercanía a Miahuatlán de Porfirio Díaz para la instalación de sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos.

Sería importante que las autoridades correspondientes consideren la instalación de un sitio de disposición final en el territorio distrital para con ello mitigar los efectos negativos que se originan a la mala disposición, es decir, contaminación en el territorio de forma visual, enfermedades a la salud pública y contaminación al ambiente.

El objetivo 12: producción y consumo responsable de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, menciona en su meta 12.5 "De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización" (CEPAL, 2016, p. 33). Con la instalación del relleno sanitario en

Miahuatlán se cumpliría esta meta propuesta en la Agenda 2030, además que el municipio puede administrar y generar recursos propios con base en reciclar y reutilizar los residuos, además de concebir con los residuos orgánicos, huertos, compostas y lombricompostas de las cuales se pueden generar recursos económicos involucrando a diferentes actores como la sociedad, la academia y/o autoridades correspondientes.

Referencias

- 1]. Abdel-Shafy, H., y Mansour, M. (2018). Solid waste inssue: sources, composition, disposal, recycling and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27, 1275-1290.
- 2]. Ávila-Flores, O., López-Hernández, J.R., y Aragón-Cruz, A. (2020). Crecimiento urbano desarrollo sustentable en el municipio de Miahuatlán de Porfirio Díaz, en el siglo XXI., En: *Factores Críticos y Estratégicos En La Interacción Territorial Desafíos Actuales Y Escenarios Futuros*. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, Ciudad de México.
- 3]. Barles, S. (2012). "*Une histoire des déchets urbains*" en André Le Bozec, Sabine Barles, Nicolas Buclet, Gérard Keck, *Que faire des déchets ménagers?*, Versailles, Ediciones Quae, 27-44.
- 4]. Bastida-Pérez, A., Rebolledo-López, D.C., y Castro-Leal, E.M. (2022). Expansión urbana del centro urbano de Miahuatlán de Porfirio Díaz-Oaxaca, periodo 2000 a 2020. *South Florida Journal of Development*, 4(3), pp.5434-5443.
- 5]. Buenrostro-Delgado, O., y Israde, I. (2003)). La gestión de los residuos sólidos municipales en la cuenca del lago de Cuitzeo, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 19(4), 161-169.
- 6]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de*

- Desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas.
- 7]. Cruz, A., Ramírez, J., Vázquez, R., Nava, E., Troyo, E., y Fraga, H. (2013). Estimación de la recarga y balance hidrológico del acuífero de la Paz, BCS, México. *Universidad y Ciencia*, 29(1), 87-100.
 - 8]. Diario Oficial de la Federación (DOF) (febrero, 1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). Última reforma publicada 28 de junio de 2021.
 - 9]. Diario Oficial de la Federación (DOF) (octubre, 2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última reforma publicada 18 de enero de 2021.
 - 10]. García-Jarquín, B., y Aguilar-Fernández, M. (2013). Manejo de residuos en el estado de Oaxaca desde la perspectiva de análisis de redes sociales. En Rivera, I. y Marín J.A. (Eds.). *La innovación y el desarrollo sustentable en las organizaciones*. (317-334). México: Instituto Politécnico Nacional.
 - 11]. Kaza, S., Yao, L.C., Bhada-Tata, P., y Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A global snapshot of solid waste to 2050*. Desarrollo Urbano; Washington, DC: Banco Mundial (BM).
 - 12]. Kiss, G., y Aguilar, E. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en el sitio de disposición final. *Gaceta Ecológica*, (79), 39-51.
 - 13]. López-Garrido, P.A., Sánchez-Gómez, J., y Ramírez-Bautista, S. (2006). Saneamiento del tiradero de la Ciudad de Oaxaca de Juárez. *Revista AIDIS de ingeniería y Ciencias Ambientales*, 1(1).
 - 14]. Matus, O., Faustino, J., y Jiménez, F. (2009). Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Aplicación práctica en la subcuenca del río Juacuapa, Nicaragua. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
 - 15]. Ramírez, E.J., Sánchez, C. López, L.A., y Gutiérrez, M.R. (2023). Sitios potenciales para la disposición final de residuos sólidos urbanos en el distrito de San Pedro Pochutla. *Ciencia y Mar*, 26(79), 3-15.
 - 16]. Rueda F., Peñaranda, L.A., Velásquez, W.L., y Díaz, S.A. (2015). Aplicación de una metodología de análisis de datos obtenidos por percepción remota orientados a la estimación de la productividad de caña para panela al cuantificar el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. *Cienc. Technol. Agropecu.* 16(1), 25- 40.
 - 17]. Ruiz-Vicente, M.A. (2019). Estado actual de la contaminación ambiental presente en la Mixteca Oaxaqueña. *JONNPR*. 5(5), 535-553.
 - 18]. Sánchez, J.M., Velázquez, J., Serrano, M.E., Ramírez, A, Balcázar, A., y Quintero R. (2009). Criterios ambientales y geológicos básicos para la propuesta de un relleno sanitario en Zinapécuaro, Michoacán, México. *Bol.Soc. Geol.Mex*, 61(3).
 - 19]. Secretaría de Gobernación. (2004). Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003.
 - 20]. Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable. (2018). 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.
 - 21]. Tarbuck, E., y Lutgens, F. (2010). *Ciencias de la Tierra*. Pearson Educación. Madrid, España.
- Recibido:** 26 de septiembre de 2023.
Corregido: 10 de abril de 2024.
Aceptado: 15 de abril de 2024.
- Conflicto de interés:** No existe conflicto de interés.