



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TIPO
“C”, EL JABONERO, COMO PARTE DE SU PROCESO DE REGULARIZACIÓN**

T E S I N A

**PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN GESTION INTEGRAL
DE RESIDUOS**

P R E S E N T A:

HARALD ALCARAZ-CRUZ

DIRECTOR: JULIO CÉSAR LARA-MANRIQUE

CO-DIRECTOR: ALEXIS JOAVANY RODRÍGUEZ-SOLÍS

CUERNAVACA, MORELOS

Mayo, 2022

ÍNDICE

RESUMEN	4
Palabras Clave: Drones, topografía, residuos, relleno sanitario, Zonificación ...	4
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	9
1.1 Residuos sólidos.....	9
1.2 Clasificación de los residuos sólidos de acuerdo a la ley.....	9
1.2 . Concepto de manejo Integral de los residuos sólidos urbanos.....	10
1.3 La Gestión integral de los residuos	11
1.4 Disposición Final.....	12
1.5 CONCEPTO DE RELLENO SANITARIO.....	17
1.6 ALGUNOS MÉTODOS PARA EL MANEJO Y OPERACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO	19
Método de zanja o trinchera.....	20
Método de Área.....	21
Método De Rampa.....	22
1.7 .- CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL CONFORME LO QUE ESTABLECE LA NOM-083-SEMARNAT-2003.	24
Las siguientes obras y servicios deben estar presentes en los sitios de disposición final:.....	25
Los sitios de disposición final podrán contar con obras complementarias previo análisis de factibilidad, que, de manera enunciativa, mas no limitativa, incluye las siguientes:.....	25
Características del manual de operación de un sitio de disposición final:.....	26
1.8.- MARCO NORMATIVO.....	27
1.9 Diagnósticos espacial para toma de decisiones.....	31
CAPITULO 2. ANTECEDENTES.....	32
CAPITULO 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	35
2.2 Ventajas y desventajas de los rellenos sanitarios.....	37
3. OBJETIVO GENERAL.....	40
3.1. Objetivos específicos.....	40
CAPÍTULO 4. PROPUESTA A IMPLEMENTAR	40
5. Equipo a utilizar.....	47

CAPÍTULOS 6. PRINCIPALES HALLAZGOS	51
6.1 Obtención de imágenes aéreas.....	51
6.3 Creación de nube de puntos	55
6.5 Interpretación de la información y propuesta de zonificación.....	60
6.6 Propuesta de zonificación	63
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES	66
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

RESUMEN

La problemática relacionada con la disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es un tema que ha sido considerado como atendido, pero que en la práctica se pueden observar detalles importantes a tener en consideración. El cumplimiento con la normatividad implica procesos y acciones costosas que en muchos casos las autoridades administrativas no consideran y los espacios de disposición final terminan generando pasivos ambientales con implicaciones e impactos negativos al corto, mediano y largo plazo. Un ejemplo de este escenario es el Relleno Sanitario Regional tipo "C" denominado como "El Jabonero", ubicado en el municipio de Mazatepec, Morelos. A pesar de ser un relleno sanitario que desde su creación se justificó y diseñó de manera adecuada, derivado de su mala administración, terminó siendo un sitio de disposición final de RSU no controlado. Gracias a la conjunción de voluntades políticas, el municipio de Mazatepec busca atender la problemática a través de un proceso de regularización, como parte de este proceso de regularización, el presente trabajo desarrolló un diagnóstico territorial y del estado de las instalaciones, a través de un modelo de zonificación mediante el empleo de una estrategia de vanguardia, sencilla y de bajo costo, utilizando tecnología moderna que genera resultados rápidos y comparables con los obtenidos mediante el empleo de las tecnologías tradicionales de levantamiento topográfico. Como resultado de este estudio se evidenciaron las circunstancias de operación y problemáticas existentes en el relleno sanitario, y se determinaron los elementos necesarios para generar una estrategia de regularización adecuada a las circunstancias ambientales, características del sitio de estudio y los alcances económicos de los actores responsables.

Palabras Clave: Drones, topografía, residuos, relleno sanitario, Zonificación

ABSTRACT

The problem related to the final disposal of Urban Solid Waste (RSU) is an issue that has been considered as taken care of, but in practice important details can be observed to be taken into consideration. Compliance with the regulations implies costly processes and actions that in many cases the administrative authorities do not consider and the final disposal spaces end up generating environmental liabilities with negative implications and impacts in the short, medium and long term. An example of this scenario is the Regional Sanitary Landfill type "C" known as "El Jabonero", located in the municipality of Mazatepec, Morelos. Despite being a sanitary landfill that was adequately justified and designed since its creation, due to its mismanagement, it ended up being an uncontrolled MSW final disposal site. Thanks to the conjunction of political wills, the municipality of Mazatepec seeks to address the problem through a regularization process, as part of this regularization process, the present work developed a territorial diagnosis and the state of the facilities, through a zoning model through the use of an avant-garde, simple and low-cost strategy, using modern technology that generates fast and comparable results with those obtained through the use of traditional topographic survey technologies. As a result of this study, the operating circumstances and existing problems in the landfill were evidenced, and the necessary elements were determined to generate a regularization strategy appropriate to the environmental circumstances, characteristics of the study site and the economic scope of the responsible actors

.Keywords:Drones, topography, waste, landfills,

INTRODUCCIÓN

Consideramos como “basura” a todos aquellos residuos que, de acuerdo a nuestra percepción, carecen de utilidad, han cumplido con su función y pierden su valor de uso o económico, entre ellos encontramos embalajes, empaques o hasta alimentos que por criterio personal decidimos ya no consumirlos. Sin embargo, el problema de atención adecuada al manejo y disposición final de los residuos no se resuelve con esto, los impactos negativos derivado de su generación, gestión inadecuada y la acumulación de sus componentes contaminantes en el ambiente, se siguen presentando.

Cuando depositamos nuestros residuos en bolsas y las sacamos para que el servicio de recolección de la ciudad los recoja, lo que estamos haciendo es "pasar el paquete y la responsabilidad" de los residuos que generamos al servicio de limpia, pero el factor de contaminación resultante de la generación de los residuos se mantiene, la falta de estrategias adecuadas de minimización, generación, recolección y disposición final parecen seguir ausentes en la planeación y la práctica de las políticas públicas.

El acelerado crecimiento de la población ha tenido, como consecuencia, una mayor necesidad de recursos y con esto un incremento en el volumen de generación Residuos Sólidos Urbanos (RSU). En los últimos 70 años, la población en México ha crecido poco más de cuatro veces. En 1950 había 25.8 millones de personas; en 2020 hay 126 millones (Figura 1). De 2010 a 2020, la población se incrementó en alrededor de 14 millones de habitantes y con nosotros también la generación de residuos.

En el Estado de Morelos actualmente habitan 1,971,520 personas (INEGI, 2020), representando el 1.6% de población del país, la mayor cantidad de la población en Morelos se encuentra ubicada en los municipios conurbados de Cuernavaca, Temixco, Emiliano Zapata y Jiutepec.

El aumento de superficies y densidades de ocupación en las zonas metropolitanas y sus espacios conurbados, promueve la acumulación de personas y con estos, una enorme necesidad de recursos y servicios, que implican el resolver las necesidades que se generan en estos espacios, volviéndose una obligación en las políticas públicas

administrativas; este esquema de desarrollo urbano genera como uno de los subproductos más importantes, enormes proporciones de RSU, tema al que casi no se le designan recursos económicos en los presupuestos para su atención.

El desarrollo económico, la manufactura y la instauración de patrones económicos lineales que promueve el incremento continuo del consumo, han impactado significativamente la dimensión y constitución de los residuos producidos. Las consecuencias ambientales de la inapropiada disposición de los residuos pueden ser perjudiciales para la salud de las personas y de los ecosistemas (SEMARNAT, 2012)

Por derecho constitucional todos los mexicanos debemos tener un ambiente sano (La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; Artículo 4o, párrafo quinto), por lo que todos los sectores que conforman nuestra sociedad deberían aceptar las responsabilidades que este derecho conllevan, la generación de residuos y las obligaciones que se relacionan con el correcto manejo de los residuos deben de ser prioridades dentro de un enfoque lógico de desarrollo.

La Gestión Integral de los Residuos (GIR) es un concepto que se integró a la normatividad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en el año 2003, la GIR busca de manera general aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

El manejo integral de residuos debe incluir acciones desde la generación misma de los productos que se buscan integrar a la cadena de consumo, tener en consideración su estrategia de ventas, y como integrar mecanismos de minimización de residuos en estas estrategias; también implica la correcta ejecución de la limpia y recolección de los residuos de los espacios públicos y privados, su traslado de y hasta su disposición final bajo condiciones sanitarias que impidan o limiten la contaminación en los espacios de confinamiento, de tal manera que se evite la proliferación de fauna nociva, el desarrollo y transmisión de enfermedades y/o daños a la ambiente con consecuencias en la población.

En América Latina y el Caribe cerca del 50% de los residuos se disponen de manera inadecuada (Martínez et al., 2010), generando pasivos ambientales que en muchos casos no son visibles pero que pudieran generar daños irreversibles, como es el caso de la infiltración de los lixiviados o líquidos percolados en los mantos freáticos.

La última etapa del manejo integral de los residuos es la disposición final, definida en la NOM-083-SEMARNAT-2003 (normatividad que regula los espacios de disposición final en México) como “La acción de depositar o confinar permanentemente los residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y a las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos”.

Actualmente las consecuencias del deterioro ambiental y los avances tecnológicos han generado una visión diferente de como poder atender la problemática que resulta del mal manejo de los residuos, la necesidad de tratar y disponer los residuos con nuevas técnicas, más amigables con el ambiente, pero debido a su alto costo de operación, mantenimiento y el acceso a estas propuestas tecnológicas.

En México existen 2,456 municipios y delegaciones según lo indica el INEGI en su página oficial para consulta de datos, y en estos se generaron un promedio de 107,055,547 kilogramos de RSU diarios, y en todo el país se cuentan solo con 223 rellenos sanitarios y 438 tiraderos a cielo abierto de residuos para la disposición final de a estos enormes volúmenes de residuos (Enciso, 2019); en el 2017 Morelos contaba con cuatro sitios de disposición final con seis celdas emergentes, construidas para remediar el foco de infección generado por los residuos en los mismos predios de disposición final (EGIREM, 2017).

En México, la cantidad de RSU que es enviada a disposición final; el 60.54% es dispuesta en rellenos sanitarios y sitios controlados, el 15.93% en tiraderos a cielo abierto y el 2.07% restante se desconoce dónde se deposita (SEMARNAT-INECC, 2012).

En años recientes, el Gobierno del Estado de Morelos ha tenido que intervenir en múltiples ocasiones para remediar y clausurar tiraderos a cielo abierto; en algunos

casos los municipios responsables han sido reincidentes, utilizando el predio remediado nuevamente con una operación inadecuada (EGIREM, 2017).

Para entender la problemática relacionada a la disposición final debe tenerse en consideración, no solo las circunstancias y consecuencias de tener las bases técnicas y teóricas adecuadas, sino también saber cuáles son los mecanismos de supervisión, revisión de cumplimiento, así como los elementos sociales, políticos y operativos que deben tener las autoridades administrativas responsables en la administración de la infraestructura para la disposición final.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 Residuos sólidos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, define como residuo a *“material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella se deriven”* (LGPGIR, 2003); por lo tanto, los Residuos Sólido son materia en estado sólido que resulta de la descomposición o destrucción de un material orgánico o inorgánico y que podrían tener condiciones para ser utilizada para otro fin (LGPGIR, 2003).

1.2 Clasificación de los residuos sólidos de acuerdo a la ley

En la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos se definen tres tipos de residuos: Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y

Residuos Peligrosos, mismos que son susceptibles de ser clasificados con mayor precisión atendiendo a sus características y a la necesidad de facilitar su separación por tipos y alentar su valoración (LGPGIR, 2003).

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU)**, conocidos como “basura”; *“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 las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta ley como residuos de otra índole”.*
- **Residuos de Manejo Especial (RME)**, *“son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como Residuos Sólidos Urbanos. O que son producidos por grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos” (LGPGIR, 2003).*
- **Residuos Peligrosos (RP)**, *“son aquellos que poseen alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio” (LGPGIR, 2003).*

1.2. Concepto de manejo Integral de los residuos sólidos urbanos

El manejo integral de los residuos sólidos consiste en aquellas actividades encaminadas a la reducción en el origen, contempla la separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos, enfocadas a mejorar las condiciones ambientales, económicas y sociales (SEMARNAT, 2006b).

Las actividades que se llevan a cabo en el manejo de los RSU desde el punto de generación hasta la disposición final, se pueden clasificar en seis etapas principales (Figura 2; Arellano y Guzmán, 2011).

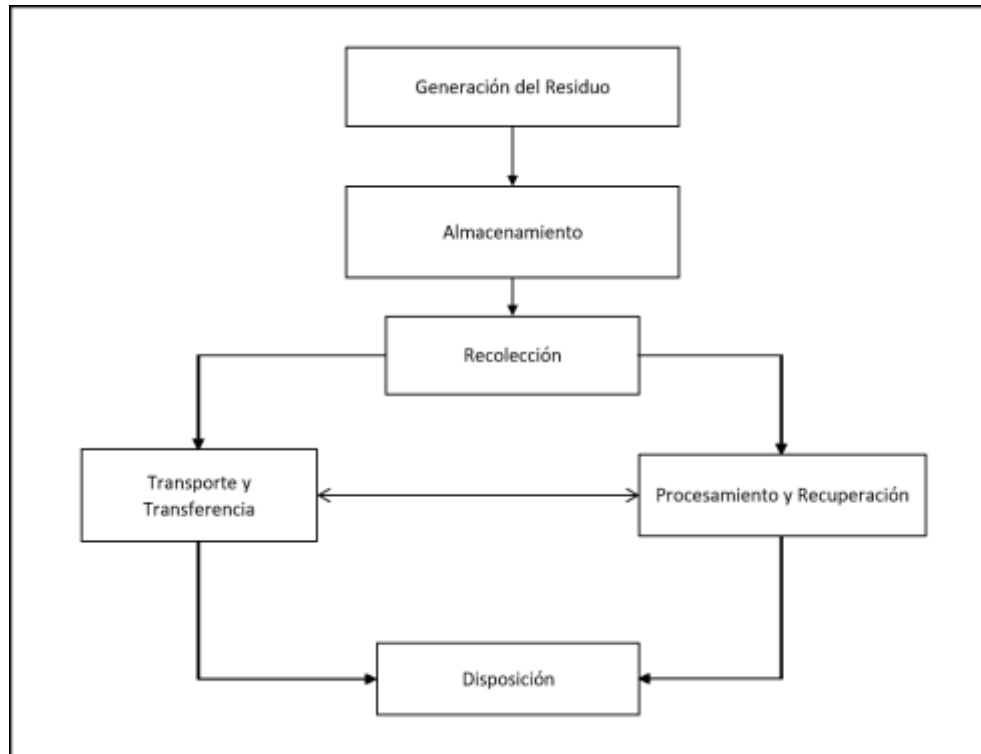


Figura 2.- Diagrama general de los pasos en lo que normalmente se manejan los RSU (Arellano y Guzmán, 2011).

1.3 La Gestión integral de los residuos

En México el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su fracción III inciso “c”, otorga a las autoridades municipales, la competencia y atribuciones para la prestación del servicio público relacionado con: limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de RSU, dentro de su demarcación territorial; así también en el artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) establece que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de RSU, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.

La Gestión Integral de Residuos (GIR) está definida en la LGPGIR en el artículo 5 numeral X, Gestión Integral de Residuos: *Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.*

En la realidad la GIR en los municipios se enfrentan a diversas circunstancias que dificulta en muchos casos el cumplimiento de los compromisos que la normatividad establece, principalmente debido a la dificultad de contar con personal técnico capacitado, al carecer de la infraestructura adecuada (Soto, 2013), y el comprometer los recursos financieros necesarios que den certeza a la correcta operación de los procesos.

1.4 Disposición Final

En México la ley define como disposición final a la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos (LGPGIR, 2021). La disposición final de los residuos resultantes a la cadena de recolección y transferencia, requiere una importante atención, y para esto la construcción y operación de rellenos sanitarios en sitios adecuados, “debería ser una obligación, su disposición en estos sitios que se mitiguen los impactos causados por la acumulación de los residuos, minimizando la contaminación al ambiente y evitando todo tipo de molestias a la población o riesgos a la salud (Köfalusi, 2006).

El tema de la adecuada disposición final de los RSU actualmente tiene gran relevancia, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), tiene considerado el tema como un indicador de bienestar relacionado al ambiente, el porcentaje de disposición

final de residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir la liberación de contaminantes al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población, en este caso los relleno sanitario son los únicos sitios controlados de disposición final que cumplen con estas especificaciones según lo que establece la normatividad vigente (Figura 2).

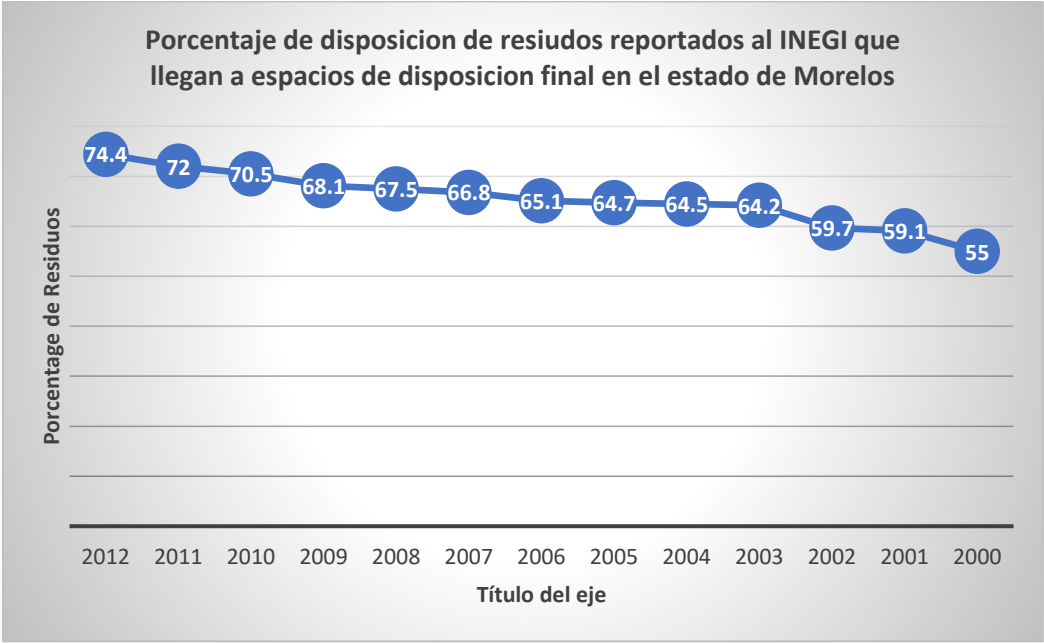


Figura 2.- Datos del estado de Morelos en el indicador para el bienestar de INEGI, donde se consideran dos, contaminación del aire y la disposición de residuos, los datos están actualizados hasta el 2012. **Fuente:** Consulta página de INEGI <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=6200108961&tm=8#divFV6200108961#D6200108961>

El gobierno del Estado de Morelos en el periodo 2012-2018 invirtió al menos 96 millones de pesos, en procesos de clausura y remediación de sitios contaminados por RSU; donde se registró aproximadamente la existencia de 6 millones, 919 mil, 415 metros cúbicos de residuos depositados, lo que representa un estimado de 4 millones 151 mil, 649 toneladas de residuos, generando un pasivo ambiental, en términos de los procesos de degradación de los residuos que generan gases de efecto invernadero, lixiviados y riesgo de contingencias, cuando estén enterrados (EGIREM, 2017).

En el contexto estatal, INEGI menciona que en el censo del año 2010 el estado de Morelos se reportaron solo 18 sitios de disposición final donde solo cuatro corresponden a rellenos sanitarios para atender sus 33 municipios (Tabla 1), en esta plataforma oficial no se cuenta con información actualizada sobre el tema y sería muy importante que la temporalidad y calidad de la importancia en la que se recopila esta información y se publica sea con mayor frecuencia, de tal manera que puedan apoyar la toma de decisiones y fortalecer las políticas públicas en el tema.

En marzo de 2008, el gobierno del estado de Morelos autorizó a los ayuntamientos de la región poniente del Estado de Morelos, conformada por los municipios: Coatlán del Río, Mazatepec, Miacatlán y Tetecala, la creación de un sitio de disposición final para los RSU de la región, y así poder clausurar varios tiraderos a cielo abierto sin control alguno que daban el servicio de disposición final. Como parte de estos acuerdos se generó un Convenio de Coordinación y Asociación que tiene por objeto: prestar en forma intermunicipal el servicio de disposición final de los RSU de manera adecuada y buscando no generar pasivos ambientales o afectaciones ni a corto ni a largo plazo, por lo que se generó un Organismo Operador Intermunicipal, con una vigencia de treinta años.

Desgraciadamente, este espacio fue operado de manera inadecuada por años, resultando en el deterioro y pérdida de instalaciones de manera permanente (Jiménez, 2019), en el año 2020, la administración municipal de Mazatepec se dio a la tarea de revisar el estado de funcionamiento del relleno sanitario, por lo que buscó asesoría para generar una estrategia tanto de atención a las problemáticas, como programar la regularización y remediación sin que el espacio detuviera el servicio de recepción y disposición de los residuos.

El presente trabajo busca analizar y proponer una fase inicial en la atención a la problemática del Relleno Sanitario Regional tipo "C", El Jabonero, proponiendo una zonificación de diagnóstico tanto de las problemáticas, como de posibles soluciones, generando un análisis espacial con datos fotogramétricos actuales del Relleno Sanitario y sus colindancias con tecnología accesible y de bajos costos, lo que

permitiría a la administración municipal hacer monitoreos permanentes o a las autoridades supervisoras dar un mejor acompañamiento y seguimiento de los procesos que se generan en rellenos, entendiendo las consecuencias en el contexto espacial de la región.

En el corto tiempo de las administraciones municipales, muchos de estos compromisos legales solo se resuelven de manera paliativa, y si a esto se une la falta de experiencia y capacidad técnica de los funcionarios o posturas políticas, que genera predisposición a la necesidad de modificar las estrategias existentes, entonces existe una falta de continuidad en las acciones y proyectos, por lo tanto; las circunstancias que garanticen una gestión integral de los RSU se vuelve cada vez más compleja.

En este escenario los instrumentos de planeación se vuelven sumamente importantes en la toma de decisiones para las autoridades, ya que no solo circunstan un evento, problemática o estrategia, sino que se pueden trascender en leyes y así ser parte de la aplicación de políticas que permitan el uso eficiente del territorio, y los recursos financieros, dejando evidencia y así promover la continuidad de las estrategias.

Con la intención de atender esta problemática el gobierno del Estado de Morelos promulgó la Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos (EGIREM); esta estrategia busca que ayude a la gestión integral de los residuos en el Estado de Morelos, la cual fue publicada en 2017 por medio de un decreto en el periódico oficial "Tierra y libertad".

Como parte de la EGIREM se promovió el reforzar la regionalización de los sitios de disposición final, así quitar presión de los municipios de ocupar espacios para este fin que no contaran con las características que permitiera la prevención de daños ambientales de acuerdo a lo que establece la NOM-083-SEMARNAT-2003, que define las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de los sitios de disposición final en México.

Morelos cuenta con dos sitios de disposición final que cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003. “La perseverancia” en el municipio de Cuautla por la empresa Operadora de Ferrocarriles y Manejo de Rellenos Sanitarios S.A. DE C.V., y “Loma de Mejía” en el municipio de Cuernavaca en el Ejido de San Antón, administrado por la empresa: “Comercializadora Trideza”.

Además, existen seis Sitios de Disposición Final bajo una administración municipal distribuidos de la siguiente manera:

El sitio de disposición fina denominado “La Tomatera”, en el municipio de Yecapixtla; en el municipio de Jojutla el sitio de disposición final denominado “El Higuérón” (en concesión con la iniciativa privada); en el municipio de Mazatepec el sitio de disposición final denominado “el jabonero” administrado por la empresa privada Kalmanal (hasta diciembre del 2021); “Rancho el Coronel” en municipio de Tlaltizapán, como sitio controlado, administrado por el ejido de Temilpa Viejo en San Rafael; en el municipio de Emiliano Zapata en el sitio denominado “ex hacienda de Dolores a las Falda de la Sierra Monte Negro”; en el municipio de Huitzilac en el sitio denominado “El Tezontle”, en el municipio Yautepec cuentan con el sitio controlado conocido como “El Zarco”. Así también hay cuatro tiraderos a cielo abierto; en Axochiapan en colindancia con la comunidad de “Atlahualoya” y Tepalcingo “El Cerril”; Las carpas en Tlaquiltenango, Michapa en Coatlán del Río. Los cuales llevan un proceso administrativo con la Procuraduría Ambiental del Estado de Morelos (PROPAEM).

Estos datos se obtuvieron por entrevistas a personal de la Secretaria de Desarrollo Sustentable y recorridos de campo lo que ayuda a actualizar la situación que se puede consultar de manera pública (Tabla 2) según datos de INEGI.

Tabla- 1. Datos reportados ante INEGI sobre sitios de disposición final y el tipo de sitio.

Residuos Sólidos Urbanos				
Sitios de disposición final reportados como destino de los residuos sólidos urbanos por entidad federativa, 2010.				
(Número de municipios, delegaciones y sitios)				
	Total, de municipios y delegaciones	Sitios de disposición final	Tipo de sitio	
			Relleno Sanitario	Tiradero a cielo abierto
Estados Unidos Mexicanos	2456	1881	238	1643
Morelos	33	18	4	14
Fuente: INEGI. Residuos Sólidos Urbanos. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011. Tabulados básicos. https://www.inegi.org.mx/temas/residuos/#Tabulados				

Los datos que se pueden observar en la Tabla 1 a pesar de no estar actualizados, pero son los datos estadísticos oficiales más recientes, permiten visualizar la falta de atención histórica que a esta etapa de la gestión adecuada de los RSU arrojan, la necesidad de promover nuevas estrategias que fortalezcan la toma de decisiones con imágenes y datos numéricos, podrían fortalecer la evaluación y medición, así ayudar a corregir el correcto funcionamiento de estos espacios se vuelve una obligación gubernamental y social, para así poder evitar pasivos ambientales.

1.5 CONCEPTO DE RELLENO SANITARIO

El concepto de relleno sanitario surgió en la primera parte del siglo XX en distintas ciudades de Estados Unidos e Inglaterra, con el objetivo de controlar los olores y distintos tipos de vectores producidos por la acumulación de basura a cielo abierto.

Una ventaja de su implementación es que permitía concentrar en un solo lugar los residuos de una localidad. Se denominó sanitario porque el propósito era cuidar la salud pública, ya que la basura dispersa y acumulada en las calles, usualmente en sitios inapropiados por su cercanía a las viviendas, eran fuente de enfermedades. (Torri, 2017)

La aplicación del método de relleno sanitario tal y como se conoce hoy, se atribuye según Trejo (2002), a los ingenieros ingleses J. C. Dawes y M. Call quienes lo utilizaron por primera vez en Bradford, Inglaterra a finales de los años veinte. En Francia se comenzó a usar este método en 1935. Otras versiones indican que, durante la Segunda Guerra Mundial, el ejército de Estados Unidos practicó el relleno sanitario con la ayuda de máquinas de almeja, palas de arrastre, excavadoras de cuchara y demás equipo pesado para remover grandes cantidades de residuos sólidos. Lo cierto es que a partir de los años cuarenta el método de relleno sanitario se difundió ampliamente en todo el mundo (Trejo, 2002).

De acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 un relleno sanitario es una obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicionales, los impactos ambientales. Los sitios de disposición final se categorizan de acuerdo a la cantidad de toneladas de RSU y de manejo especial que ingresan por día, como se establece en la tabla 2.

Tabla 2.- Clasificación de los sitios de disposición final de acuerdo a las toneladas de residuos que reciben por día. Fuente NOM-083-SEMARNAT-2003

Categorías de los sitios de disposición final según la NOM-03-SEMARNAT-2003	
Tipo	Tonelaje Recibido ton/día
A	500 o más
B	100 y menor de 500
C	50 y menor de 100
D	Menor a 50

El relleno sanitario como una solución a la disposición final de los residuos no consta de un método fijo regulado sino de una estrategia dinámica que debe cumplir con ciertas especificaciones establecidas en la NOM-083-SEMARNAT-2003, lo que hace que existan distintos tipos de rellenos sanitarios.

Las características que quedan definidas principalmente por los resultados de los estudios previos que la NOM-083-SEMARNAT-2003 hace como obligatorios, dependen de el volumen calculado previamente en estudios de generación de residuos

ESTUDIOS Y ANÁLISIS PREVIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL				
Estudios y Análisis	A	B	C	D
1. Geológico y Geohidrológico Regionales	X	X		
2. Evaluación Geológica y Geohidrológica	X	X	X	X
3. Topográfico	X	X	X	X
4. Hidrológico	X	X	X	X
5. Geotécnico	X	X	X	X
6. Generación y composición de los RSU y del Manejo Especial	X	X	X	X
7. Generación de Biogás	X	X	X	X
8. Generación de lixiviado	X	X	X	X
Peritaje	Estudios 1-8	Estudios 1-8	Estudios 2-4	Estudios 2-4

hechos en las localidades que pretenden disponer en dicho sitio (Tabla 3)

Tabla 3.- Los estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio de disposición final. Fuente NOM-083-SEMARNAT-2003.

1.6 ALGUNOS MÉTODOS PARA EL MANEJO Y OPERACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO

En la actualidad el diseño y operación de los rellenos son atendidos por estrategias de ingeniería que se basan en la capacidad instalada de autoridad que lo administra. Los métodos usados para disponer los RSU en un relleno sanitario estarán en función de

las características y condiciones del terreno y con esto buscar el método que resulte más conveniente para el desarrollo de los trabajos (Tchobanoglous, 1993).

Las características principales de los métodos más utilizados para la final de los residuos se describen a continuación:

Método de zanja o trinchera

Este método se usa normalmente en sitios donde el nivel de aguas freáticas es profundo, las pendientes del terreno son suaves y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimiento de tierras. Este método consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado de la trinchera (talud 3:1), donde son esparcidos y compactados con el equipo adecuado, en capas, hasta formar una celda que después será cubierta con el material excavado de la trinchera, con una frecuencia mínima de una vez al día esparciéndolo y compactándolo sobre los residuos.

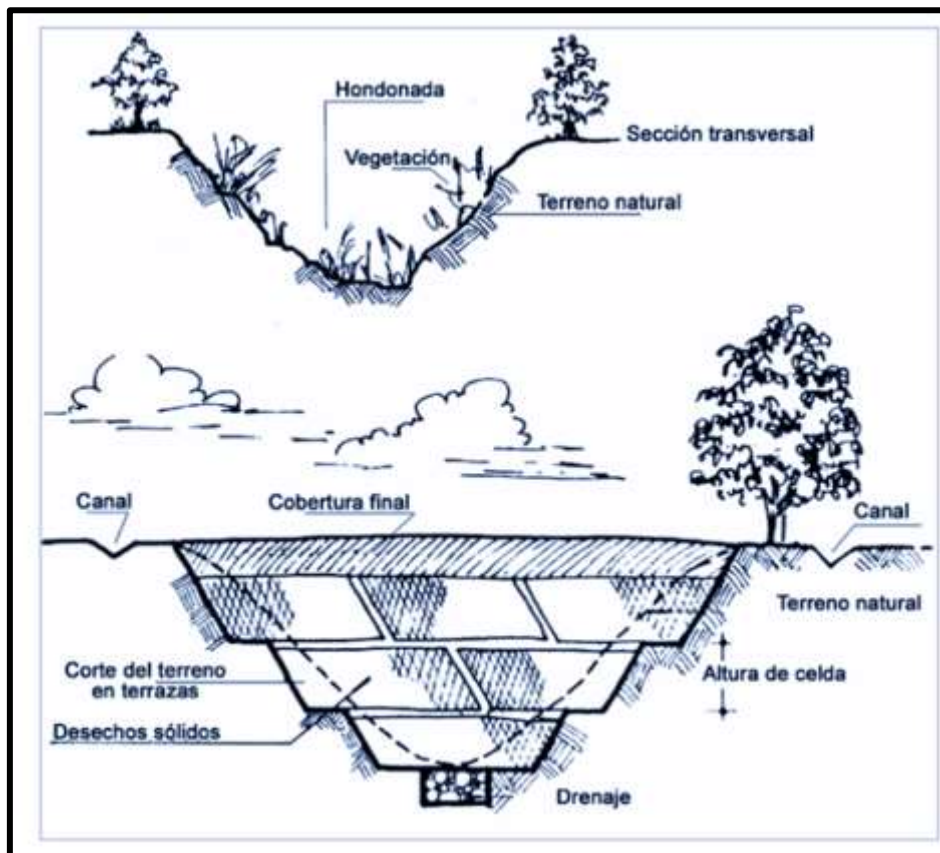


Figura 6.-Esquema del método de construcción de un relleno sanitario de Zanja o Trinchera. **Fuete:**, Ramos-Rivera, 2014.

Este método se puede usar en cualquier tipo de terreno disponible como canteras abandonadas, inicio de cañadas, terrenos planos, depresiones y ciénegas contaminadas; un punto importante en este método para que el relleno sea económico, es que el material de cubierta debe transportarse de lugares cercanos a éste. El método es similar al de trinchera y consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas para formar la celda que después se cubre con tierra.

Método de Área:

Este sistema se emplea principalmente cuando los RSU han sido depositados en cañadas o barrancas, consiste en dividir el talud original de los residuos en dos o más secciones, dependiendo de la altura y longitud del talud; esta división se marca dejando una superficie horizontal, de modo que entre talud y talud existe un ancho de corona. Cabe mencionar que en este método también es necesario mover, conformar y cubrir los residuos, es un método adecuado en sitios donde el nivel freático es alto, como en la península de Yucatán.

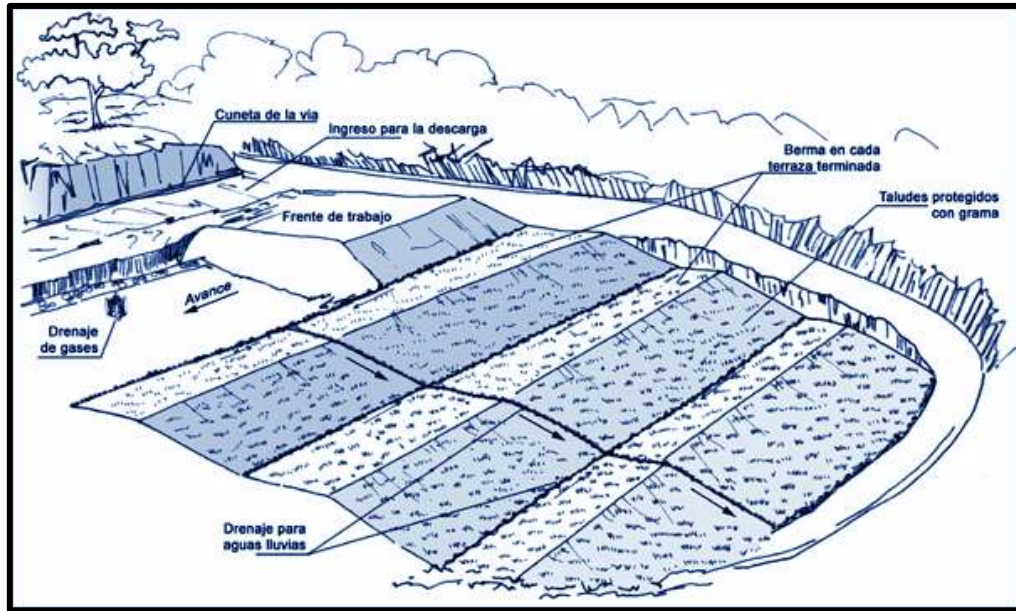


Figura 7.- Esquema del método de construcción de un relleno sanitario de área (Ramos-Rivera, 2014)

Método De Rampa

Este Método es una variación del método de área, y se emplea generalmente en terrenos ondulados. Consiste en mover, conformar y compactar los residuos sobre el talud del terreno, para posteriormente ser cubierto con material inerte.

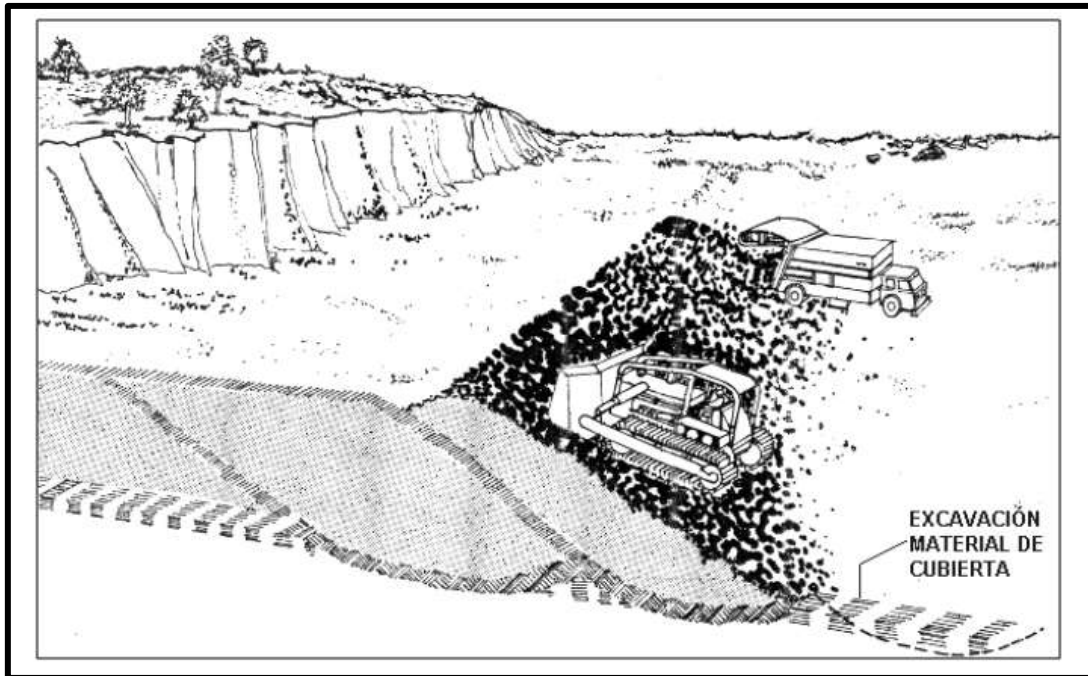


Figura 8.- Esquema del método de construcción de un relleno sanitario de rampa (EPA, 2020).

MÉTODOS COMBINADOS

Los métodos de área y de trinchera pueden combinarse en la construcción y la operación de un relleno sanitario. Por ejemplo, si el sitio tiene profundidades variables de suelo operable, el método de trinchera podría emplearse en suelos de mayor profundidad. El material no empleado para la cobertura de la trinchera se reservará para las secciones donde se ha aplicado el método de área. Mediante el uso del método de área y del material de cobertura acumulado, se podrían construir franjas adicionales sobre una franja completada

Es necesario mencionar que, dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, pueden combinarse lográndose un mejor aprovechamiento del terreno del material de cobertura y rendimientos en la operación.

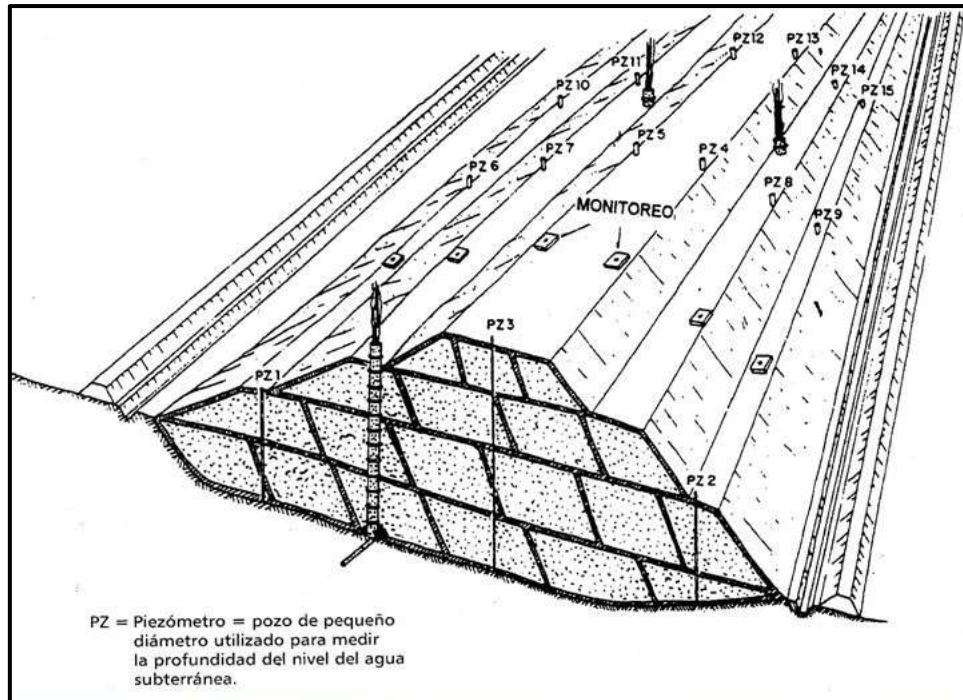


Figura 9.- Esquema del método de construcción de un relleno bajo un esquema mixto (Ramos-Rivera, 2014).

1.7 .- CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL CONFORME LO QUE ESTABLECE LA NOM-083-SEMARNAT-2003.

El Gobierno Federal a través de la NOM-083-SEMARNAT-2003, regula la disposición final de los RSU y de manejo especial, que los sitios destinados a la ubicación de tal infraestructura, así como su diseño, construcción, operación, clausura, monitoreo y obras complementarias; se lleven a cabo de acuerdo a los lineamientos técnicos que garanticen la protección del ambiente, la preservación del equilibrio ecológico y de los recursos naturales, la minimización de los efectos contaminantes provocados por la inadecuada disposición de los RSU y de manejo especial y la protección de la salud pública en general.

Las siguientes obras y servicios deben estar presentes en los sitios de disposición final:

- Caminos de acceso
- Caminos interiores
- Cerca perimetral y puerta de acceso
- Caseta de vigilancia
- Báscula
- Franja de amortiguamiento de al menos 10 m de ancho
- Estructuras para monitoreo de biogás, lixiviados y acuíferos
- Almacenes para combustibles y lubricantes, siguiendo la normatividad aplicable
- Instalaciones y servicios para el personal
- Instalaciones y servicios para el mantenimiento de maquinaria y equipo que evite la contaminación al suelo
- Servicio médico y seguridad personal
- Agua potable, drenaje o sistema de captación de aguas residuales y electricidad
- Oficinas.
- Equipos para la operación del relleno sanitario

Los sitios de disposición final podrán contar con obras complementarias previo análisis de factibilidad, que, de manera enunciativa, mas no limitativa, incluye las siguientes:

- Planta de selección de residuos valorizables
- Viveros
- Planta de generación de energía a partir de biogás
- Sistema de tratamiento y/o valorización de residuos orgánicos
- Pararrayos
- Talleres, cobertizo o almacenes

- Estación meteorológica
- Laboratorio de análisis (con exposímetro y analizador de gases)

Características del manual de operación de un sitio de disposición final:

a) Un manual de operación en sitio debe contener:

- Descripción de mecanismos de control de acceso de personal, vehículos, residuos y materiales.
- Metodología para el registro de tipo y cantidad de residuos ingresados.
- Cronogramas de operación.
- Programas específicos de control de calidad, mantenimiento y monitoreo ambiental de biogás, lixiviados y acuíferos.
- Dispositivos de seguridad y planes de contingencia para: prevención y control de incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos, manejo de lixiviados y presencia de sustancias reactivas, explosivas e inflamables.
- Procedimientos de operación.

b) Un Control de Registro que contenga:

- Ingreso de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, materiales, vehículos, personal y visitantes.
- Secuencia de llenado del sitio de disposición final.
- Generación y manejo de lixiviados y biogás.
- Contingencias.

c) Generar un informe mensual de actividades.

d) Reglamento Interno.

e) Perfil de puestos.

1.8.- MARCO NORMATIVO

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece que corresponde a los municipios la responsabilidad de prestar el servicio de limpia con la concurrencia de los gobiernos Estatales. Generalmente esta atribución es ratificada por la Constitución Política de los Estados y sustentada en la Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Este marco sirve de referencia para establecer los lineamientos generales de los Bandos de Policía y Buen Gobierno y de forma particular los reglamentos de limpia municipal.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos es la que incorpora la clasificación de Residuos de Manejo Especial (RME) y da las facultades, atribuciones y responsabilidades a los tres órdenes de gobierno para su gestión integral. El Título Sexto, artículos 95 al 100 de la ley, se menciona de manera específica de la prevención y manejo integral de los RSU y de RME, señalando las acciones que deben realizar las entidades federativas y los municipios.

Los municipios cuentan con el fundamento legal para actuar de manera autónoma y responsable en la gestión de los RSU y RME generados por su población, pero debe cumplir en tiempo y forma con ciertos lineamientos, de no hacerlo, puede ser sancionado tanto administrativa como económicamente por las autoridades ambientales de los dos órdenes superiores de gobierno.

Tabla 5.- Comparativa de la normatividad federal en materia de residuos sólidos (SEMARNAT yGIZ, 2004).

LEGISLACIÓN NACIONAL RELACIONADA CON LOS RSU		
Legislación Federal	<p>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</p>	<p>Art. 115. Establece la prestación de servicios públicos por parte del municipio</p>
	<p>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</p>	<p>Art. 134. Prevención y control de la contaminación del suelo por residuos. Art. 135. Ordenación urbana, servicio de limpia y sitios de disposición final. Art. 137. Autorización del funcionamiento de sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Art. 138. Acuerdos para mejorar e implantar sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Art. 139. Contaminación por lixiviados. Art. 141 Biodegradación de RSU.</p>
	<p>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</p>	<p>Reglamenta las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la protección al ambiente, en materia de prevención y gestión de los residuos, y establece bases para: principios de valorización, responsabilidad compartida, manejo integral, criterios de gestión integral, mecanismos de coordinación entre entidades, mercado de subproductos, participación de la sociedad, creación de sistemas de información referentes a gestión de RSU y RME, prevención de la contaminación de sitios, fortalecimiento de la innovación tecnológica, establecimiento de medidas de control y seguridad, entre otras.</p>
	<p>NOM-083-SEMARNAT-2003</p>	<p>Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p>

Actualización de sitios de disposición final

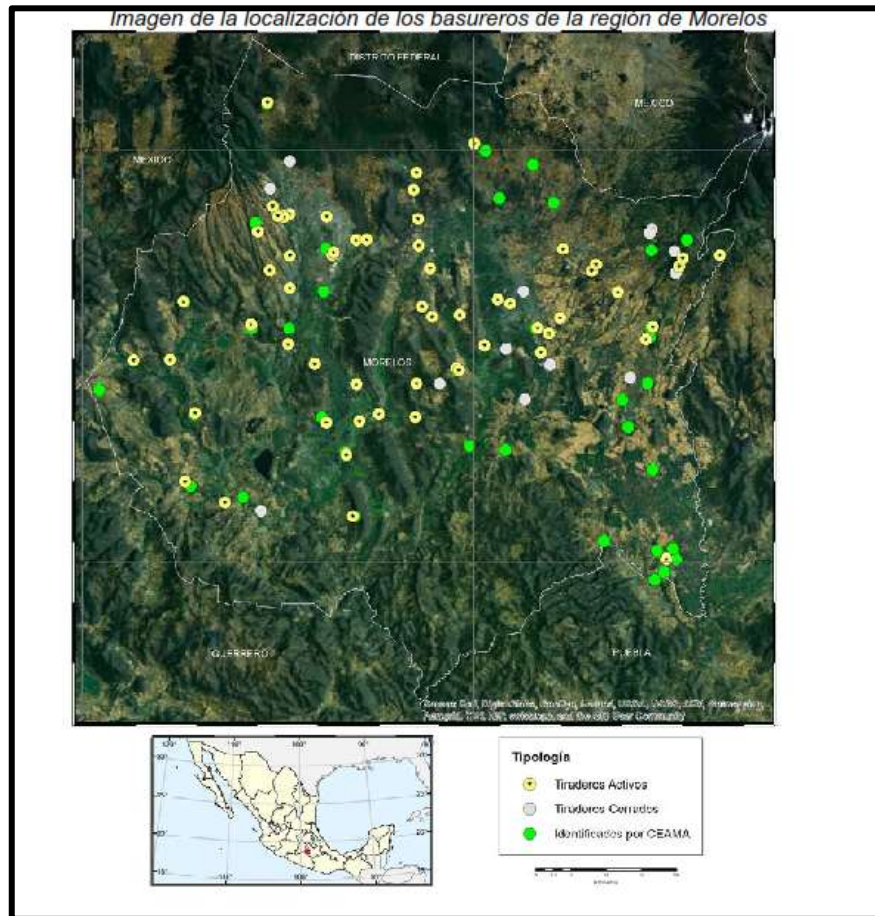


Figura 3.- Datos de ubicación de sitios usados para disposición final de residuos en el estado de Morelos hasta antes del 2014. **Fuente:** datos por Ochoa Chi, 2014.

Existen estudios, como el realizado por Ochoa-Chi en el 2014, donde expone en su tesis de doctorado en ciencias políticas, realizado en la Universidad Autónoma de México, titulada “ Los tiraderos de Basura y sus impactos Socio ambientales en la población circunvecina”, en este trabajo expone el caso del tiradero de Milpillas, Tetlama en el Estado de Morelos; en este análisis se mencionan que existen muchos más sitios donde se disponen residuos de manera clandestina o bajo la omisión de las autoridades en el estado de Morelos, generando pasivos ambientales fuera de la estadística, sin estrategias de atención, llegando a las siguientes conclusiones:

- En la mayoría de los sitios no existe maquinaria para garantizar el movimiento de los residuos, ni infraestructura adecuada para lograr la disposición adecuada de los mismos.
- No existe un sistema para el Control de Biogás o Sistema para el Control de Lixiviados, y no se cuenta con infraestructura para su captación y control, báscula, equipos, maquinaria y/o equipo.
- No existe Manual de operación, no hay control de registro, informes de actividades, monitoreo de biogás, de lixiviados, de acuíferos, etcétera.
- Los sitios operan como tiraderos a cielo abierto y en algunos como sitios controlados.
- En cuanto a la operación de los sitios no se sabe exactamente cuántos residuos ingresan a los mismos.
- Se desconoce si los recolectores particulares disponen de sitios autorizados para la disposición final.
- Con base a la información proporcionada se presupone que efectivamente los vehículos recolectores municipales disponen de sitios autorizados para
- La Disposición final de residuos, aunque no hay manera de verificar esta información.
- En cuanto a la maquinaria que pertenece a los municipios, no existe el mantenimiento preventivo, sólo es de tipo correctivo.
- Los sitios que operan como tiraderos controlados cuentan con acomodadores, en tiraderos a cielo abierto.
- No hay generación de información en la mayoría de los diagnósticos y en las entrevistas realizadas se observó lo siguiente:
- Se desconoce la cantidad de RSU que ingresan por día al sitio de disposición del municipio.
- Se ignora el origen de los residuos que ingresan (municipales o particulares).
- Se carece de histogramas sobre las horas pico de la entrada-salida de vehículos a los sitios.
- No hay estadísticas sobre el ingreso de residuos por camión y ruta.
- No existe control de lixiviados ni de biogás.

Este diagnóstico del servicio municipal de basura confirma el caos administrativo y ambiental en el que se encuentra el Estado de Morelos en materia de RSU, sin mencionar otros importantes daños ambientales como:

- La acumulación sobre las fuentes de agua y mantos freáticos provocados por los RSU y RP arrojados a los tiraderos a cielo abierto a los que llaman rellenos sanitarios.
- Los residuos arrojados a las barrancas, bosques, ríos, predios y minas abandonadas.
- Los incendios constantemente detectados por las comunidades.
- La contaminación de las aguas por los residuos industriales peligrosos que se trafican en el Estado a través del mercadeo de basura.
- La creciente degeneración en la salud de las poblaciones que circunscriben las zonas cercanas a los basureros.

1.9 Diagnósticos espacial para toma de decisiones

La toma de decisiones desde la perspectiva gubernamental y de los dueños y poseedores de la tierra rara vez considera análisis multifactoriales o análisis territoriales de perspectivas regionales, y esto obedece a que no era fácil y accesible obtener la información y generarla implica gastos que de entrada no se programan de manera adecuada. Normalmente hacer un levantamiento topográfico o un análisis territorial implicaba usar elementos como brigadas topográficas de seis personas con tecnología como estación total y teodolitos, que dependiendo de las superficies de medición podían tardar semanas en realizar la captura de la información y después de eso digitalizar para generar los modelos de territorio que permitan la planeación y cálculo de los proyectos, otro método regular era usar la cartografía disponible de las plataformas oficiales como INEGI que no siempre son útiles por características como la escala y la temporalidad del origen de la información, a veces es de varios años atrás y al no estar actualizada los escenarios pueden resultar muy diferentes al que se enfrenta un proyecto, y también está el escenario de generar información actualizada,

realizando vuelos aéreos (rentando los equipos que son costosos y pagando por los procesos de digitalización y referenciación del material) o comprando imágenes satelitales de alta resolución (que también son costosas y salen del interés de los responsables de los proyectos).

CAPITULO 2. ANTECEDENTES

El Relleno Sanitario Regional tipo C “El Jabonero” es un claro ejemplo del escenario complejo descrito anteriormente, es un proyecto con una justificación técnica y con un consenso regional. El relleno sanitario regional tipo “C” fue inaugurado en el año 2010, resultado de una conjunción de recursos entre la Federación el gobierno del Estado y los Municipios de la región poniente del Estado de Morelos, buscando atender la creciente necesidad de formalizar el servicio de disposición final, así poder clausurar los tiraderos a cielo abierto y las múltiples afectaciones y pasivos ambientales que de estos se generan (Martínez, 2019). Estas instalaciones de disposición final funcionaron cerca de 12 años bajo la operación de varias administraciones municipales, donde no se contaba con personal capacitado para la correcta operación, no se generó un archivo de seguimiento que permitiera identificar la procedencia, la naturaleza y cantidad de los residuos que se disponían en este espacio, y tampoco se cuenta con registros que ayuden a evidenciar los procesos de tratamiento al que se sujetaron los residuos en su proceso de disposición final.

El Relleno sanitario que se encuentra instalado completamente dentro de los límites del municipio de Mazatepec (Figura 4), de origen se planteó un esquema de administración apoyado con un convenio de coordinación y asociación para el servicio intermunicipal de disposición final a través de un organismo operador, que integra a los municipios de Miacatlán Tetecala, Coatlán del río y Mazatepec; pero en la operación el relleno sanitario no ha podido operar como tal, debido a múltiples factores, entre ellos la documentación del expediente original, y el proyecto ejecutivo desaparecieron de los expedientes de los municipios y del gobierno del Estado, por tanto, no se cuenta con esa información ni con muchos de los datos básicos de

planeación que fungirían como base para establecer un programa de manejo y operación. Asimismo, el Organismo Operador Intermunicipal dejó de sesionar y el acceso a las actas de este organismo no son de acceso público.

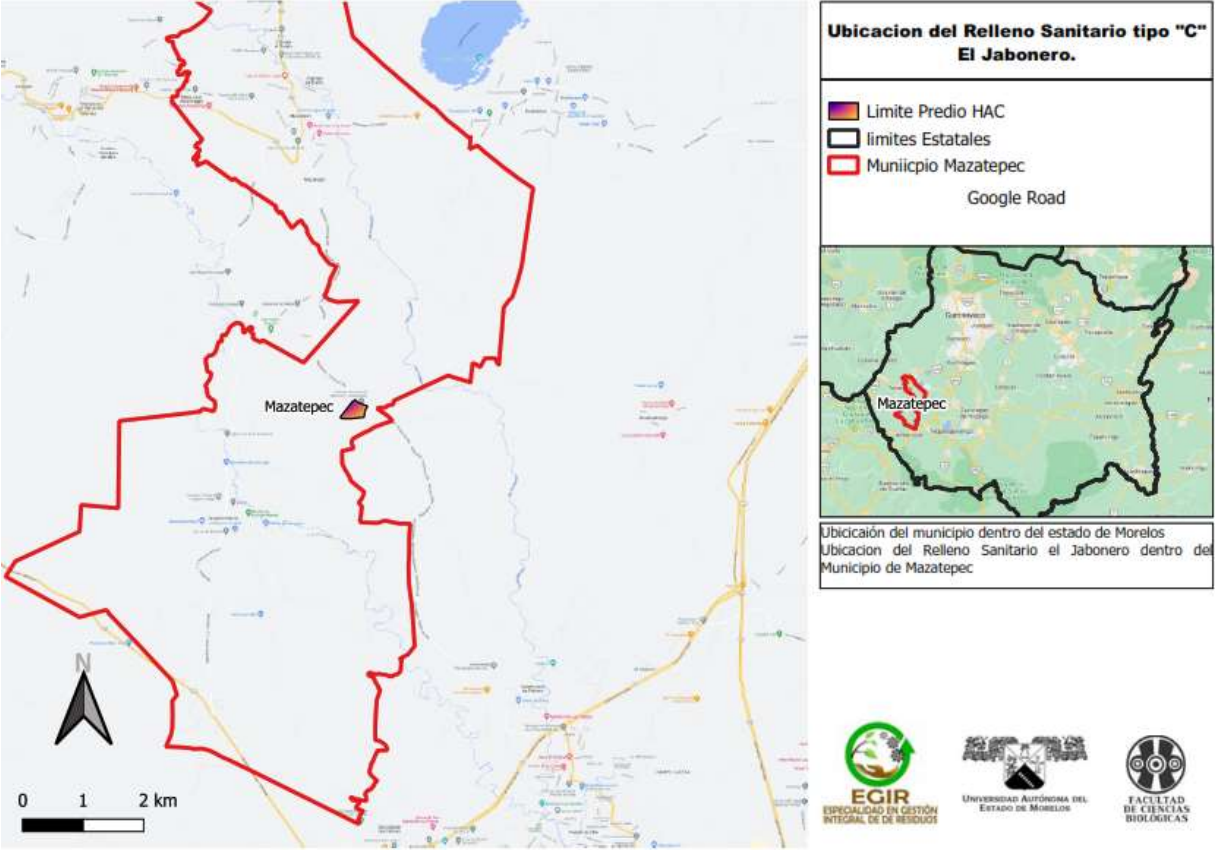


Figura 4.-. Mapa de ubicación del Relleno Sanitario Regional tipo “C” el Jabonero. **Fuente:** INEGI, 2021.

El proyecto del Relleno Sanitario Regional tipo C “El Jabonero” se fortaleció cuando se publicó en el Periódico oficial tierra y libertad, 2017, la Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos (EGIREM), donde se propuso la disposición final y se modificó el proyecto original del relleno sanitario cuando se integró a las instalaciones una planta de valorización y una bodega de residuos,

instalaciones que nunca operarían por diversos factores y que se encuentran vandalizadas.

Actualmente la administración del municipio de Mazatepec preocupada por las consecuencias del inadecuado manejo de los RSU histórico del que han sido objeto estas instalaciones, subcontrató a un operador para realizar las acciones necesarias que permitan recuperar las condiciones de operación y manejo adecuado del espacio, buscando cumplir con los parámetros que establece la normatividad como un relleno sanitario, para esto se iniciaron los estudios de diagnóstico entre los cuales está la valoración espacial de la instalaciones existentes y los conflictos ambientales activos, como primer etapa, después, con base en esta información establecer un programa de regularización como lo establece la NOM-083-SEMARNAT-2003, buscando tener un relleno sanitario regional en forma y funcionando adecuadamente.

Por lo anterior el esquema de atención que corresponde utilizar según lo que indica la normatividad para poder atender el deficientemente funcionamiento del Relleno Sanitario Regional tipo C “El Jabonero” es la generación de un Plan de Regularización, (PR) como lo establece la NOM 083-SEMARNAT-2003, el PR es un instrumento de planeación para la regularización de todos los sitios de disposición final que están actualmente en funcionamiento, permitiendo, a los municipios que los realicen, el cumplimiento de la normatividad.

CAPITULO 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La problemática relacionada a la inadecuada disposición final está relacionada principalmente a dos factores, la falta de seriedad y compromiso por las autoridades responsable de los espacios de disposición final, y el alto costo que implica el cumplimiento con la normatividad vigente; la operación con maquinaria y su mantenimiento, los estudios previos y durante la operación de los sitios, el monitoreo de indicadores y componentes contaminantes por empresas certificadas, todas estas acciones son de altos costos y que en muchas ocasiones no son pueden ser cubiertas debido a que los presupuestos para el manejo de los residuos desde la recolección, transferencia y disposición final, no es suficiente.

La regularización de los espacios de disposición final implica tener información cartográfica y de percepción remota actualizada que normalmente es costosa y que depende de empresas especialistas para su generación

Actualmente el acceso libre a software como los sistemas de información geográfica y el acceso a información cartográfica y satelital de forma libre tanto las instituciones públicas como INEGI y privadas como LANDSAT, han hecho posible generar esta información de manera más fácil y ayuda para aminorar gastos y poder así generar estrategias para el correcto funcionamiento de la infraestructura y planeación de los sitios de disposición final

Este proyecto busca aportar la información esta información técnica de inicio para el análisis espacial de la problemática a la que se enfrenta el rellenos sanitario regional el Jabonero, valorar si sus instalaciones cumplen con lo que la normatividad indica a través de una interpretación digital del espacio donde este relleno se encuentra, utilizando tecnología nueva de percepción remota que permite reducir costos y tiempos de levantamiento que de manera histórica se hacían con brigadas topográficas de hasta 10 personas, los levantamientos tardaban semanas y la generación de la información resultante hasta meses.

Con esta propuesta técnica metodológica se pueden obtener los resultados de un levantamiento aerofotogramétrico en semanas y a un menor costo, obteniendo información digital editable medible y con rangos de error mínimos.

La propuesta tecnológica de este trabajo implica reducciones de costos que podría ser una solución para dependencias supervisoras, autoridades municipales y empresas particulares, para la obtención de información actualizada en tiempo real, y la identificación de problemas prematura de problemas y generación de estrategias para establecer soluciones.

2.1. Consecuencias de la inadecuada disposición final

La preocupación por la protección de la salud en relación con los riesgos que derivan del manejo inadecuado de los residuos sólidos y de la contaminación del agua para el consumo humano es más antigua que la relación con la protección al ambiente, por lo mismo las primeras regulaciones sobre la basura (residuos) aparecieron en los códigos sanitarios, orientados hacia la preservación de la calidad y saneamiento básico, y dejando a las administraciones locales encargadas de la prestación de los servicios y por tanto la calidad de los mismos (PNPGIR, 2009).

El manejo inadecuado de los residuos sólidos es el origen de múltiples impactos negativos sobre el ambiente y como consecuencia a la salud de las personas. Por un lado, una inadecuada gestión de los residuos, particularmente cuando son dispuestos en tiraderos a cielo abierto, derivan en serios impactos en la salud de la población, en especial debido a enfermedades entéricas, como tifoidea, cólera, hepatitis, cisticercosis, triquinosis, leptospirosis, toxoplasmosis, sarnas, micosis, rabia, salmonelosis y otras, dependiendo de las condiciones locales de vectores presentes y el contacto de los residuos al ambiente (CEPAL/ONU, 2010).

En general, los impactos de la inadecuada gestión de los residuos sobre la salud pueden observarse en toda la población, pero especialmente se reflejan, de menor a

mayor, en: a) trabajadores formales del sector; b) población urbana sin servicio de recolección domiciliaria; c) población dentro de un radio cercano, a sitios de disposición final no adecuados; d) personas dedicadas a la selección y recuperación de materiales reciclables en la calle, lugares de almacenamiento y sitios de disposición final, (Rondon, 2016).

2.2 Ventajas y desventajas de los rellenos sanitarios

El relleno sanitario, es la alternativa más conveniente en base al costo-beneficio a largo plazo. Es un método de disposición final muy utilizado, hay mucha información y manuales para su construcción; sin embargo, es esencial asignar recursos financieros y técnicos adecuados, para su planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento, entre las ventajas que ofrece este tipo de instalación, se pueden mencionar las siguientes:

- Inversión inicial de capital inferior a la que se necesita para otros de los métodos de tratamiento más comunes: incineración o compostaje.
- Bajos costos de operación y mantenimiento.
- Ventajas económicas para el municipio, puesto que, con un manejo adecuado del relleno sanitario, la compactación de la basura y la construcción planificada, extienden la vida útil del relleno y permiten un uso más prolongado del terreno.
- Mejor protección del ambiente (drenaje y tratamiento de las aguas lixiviadas, drenaje de gas por chimeneas, cobertura de los residuos).
- Incomodidad por la cercanía a los residuos y contaminación para los ciudadanos: El manejo adecuado comienza con la selección del terreno para el relleno, que no debe ser cerca de sitios habitados, sin embargo, cuando un relleno está bien manejado puede encontrarse cerca al área urbana reduciéndose así los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.

- Mejor seguridad para los trabajadores (taludes definidos, compactación de la basura, menos peligro de caída del cuerpo de basura, menos contaminación en el lugar de trabajo)
- Permite recuperar gas metano, lo que constituye una alternativa de energía.
- Permite recuperar terrenos que hayan sido considerados improductivos o marginales, volviéndolos útiles posterior al proceso de clausura. Como para la construcción de un parque, área recreativa o campo deportivo.
- Pude comenzar a funcionar en corto tiempo, como método de disposición final, si se cuenta con los recursos de inversión.
- Es un método dinámico, ya que la normatividad no precisa de instalaciones grandes o costosas, y bajo el correcto manejo de los espacios se puede ir adaptando a situaciones y circunstancias.

2.3 DESVENTAJAS

- La adquisición o disponibilidad del terreno constituye la primera barrera para la construcción de las instalaciones de un relleno sanitario, debido a la oposición que implica la cercanía de la acumulación de los residuos nunca es bien recibida.
- La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario genera especulación y a veces hasta miedo.
- El término "relleno sanitario" no es completamente reconocido y que se pueden desconocer las características que lo diferencian de un "tiradero a cielo abierto".
- La permanente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales, que normalmente las administran.
- El rápido proceso de urbanización que encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, debiéndose ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de las rutas de recolección, lo cual aumenta los costos de transporte.

- Generación de gases y líquidos lixiviados, provocados la descomposición de los componentes de la materia orgánica, la oxidación química, la descomposición y transporte de materiales orgánicos e inorgánicos por acción de agua infiltrada que en caso de no ser manejados o contenidos adecuadamente pueden provocar contaminación focal o la acumulación de material combustible que en caso de un incendio es muy difícil de controlar.
- Si no es bien manejado, las personas que viven en las cercanías del relleno sanitario, sufren las consecuencias de los malos olores, contacto con vectores de enfermedades y fauna feral, infiltraciones de lixiviados, aumento del tráfico de camiones recolectores y contaminación de las zonas adyacentes.
- Existe un alto riesgo de transformarlo en tiradero a cielo abierto por la carencia de voluntad política de las administraciones municipales, si se muestran renuentes a invertir los fondos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.
- Se puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precauciones
- Los asentamientos más fuertes se presentan en los primeros dos años después de terminado el relleno, por lo tanto, se dificulta el uso del terreno. El tiempo de asentamiento dependerá de la profundidad del relleno, tipo de RSU, grado de compactación y de la precipitación pluvial de la zona.
- Contaminación visual, que implica la recepción y la generación de un elemento nuevo en el paisaje.
- Alto costo de operación, la renta y operación de maquinaria pesada hace que el costo diario de operación sea muy alto por lo que el precio real de tratamiento final de los residuos en muchas ocasiones es más costoso que el precio que se establece por volumen de recepción haciendo estos espacios proyectos no rentables y terminan siendo abandonados.

3. OBJETIVO GENERAL

Generar una propuesta de zonificación para el relleno sanitario el jabonero con datos actualizados, mediante la aplicación de herramientas de percepción remota y software especializado, que permitan establecer el escenario inicial para la toma de decisiones, y el establecimiento de una planeación estratégica que permita el inicio del proceso de regularización del relleno sanitario como se establece en NOM-083-SEMARNAT-083-2003.

3.1. Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento aerofotogramétrico mediante el uso de un Vehículo Aéreo No Tripulado VANT (drone) y un vuelo programado, capturando datos espaciales donde se pueda identificar las instalaciones existentes y las condiciones en las que se encuentran los espacios dentro de los terrenos destinados para el funcionamiento del relleno sanitario.
- Analizar los datos capturados en el vuelo fotogramétrico y con estos generar un ortomosaico que permita tener un espaciograma de las condiciones, espacios, circunstancias y del uso que se le está dando al terreno donde se ubica el relleno sanitario y sus colindancias.
- Proponer una zonificación actualizada que indique las circunstancias actuales del relleno sanitario regional el jabonero y así apoyar la toma de decisiones para generar la estrategia de un plan de regularización adecuado a las circunstancias actuales que cumplan con lo establecido en la normatividad aplicable apoyándose en la Guía de Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

CAPÍTULO 4. PROPUESTA A IMPLEMENTAR

A pesar de no encontrar una guía metodológica para la generar una zonificación para un relleno sanitario, si existen guías y cursos de acceso libre para generar levantamientos aerofotogramétrico con drones, y para el presente trabajo se tomó en consideración lo que establece la guía de la Asociación Profesional de Drones APD,

que propone una metodología de cinco pasos sobre la cual se buscó adaptar con base al modelo territorial que se busca generar.



Figura 10.- Metodología propuesta por la Asociación Profesional de Drones APD, para hacer levantamientos aerofotogramétrico con drones. Fuente: www.apd.org.

4.1 Descripción general del relleno sanitario regional tipo C el “Jabonero”

El relleno sanitario se encuentra ubicado dentro de la porción central del Municipio de Mazatepec, en una región de aprovechamiento agrícola de temporal abandonada y este espacio específico fue usado de manera histórica en los últimos 20 años como un tiradero a cielo abierto no controlado, y no se cuenta con memoria técnica histórica de acciones de remediación previa la construcción de las instalaciones actuales del relleno.

La vegetación de los espacios colindantes al relleno corresponde a Selva Baja caducifolia alterada, al este y oeste del predio con espacios con de vegetación secundaria, al sur con potreros de agostadero abandonados sin uso actual aparente y con elementos de recuperación de vegetación nativa visualmente presentes como es el caso de árboles y arbustos que normalmente no se respetan en espacios destinados al pastoreo. Al norte el relleno sanitario limita con la carretera Mazatepec-Cuaachuichuina.

Desde la perspectiva de normatividad en el uso de suelo, el municipio de Mazatepec no cuenta con un programa local de ordenamiento ecológico, solo con un Plan de Acción Climática Municipal, publicado en el 2018, y en este documento no se menciona el hecho de que en el municipio se cuente con un relleno sanitario y las posibles emisiones de gases de efecto invernadero que en este se generan.

Desde la perspectiva de la normatividad estatal, el municipio de Mazatepec a no tener un ordenamiento ecológico local deberá sujetarse a lo que establece el ordenamiento ecológico regional, que en este caso sería el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos (POEREM) y en lo que indica este instrumento el relleno sanitario se encuentra ubicado en una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 321, cuya política general es de Aprovechamiento y Restauración, el uso de suelo predominante es la agricultura de temporal y el lineamiento de esta UGA es: “Recuperar las funciones ecológicas de la selva baja caducifolia y mitigar gradualmente los efectos adversos de las actividades agrícolas. Por lo que las instalaciones de un relleno sanitario no serían compatibles bajo estos criterios de uso de suelo.

4.2 Propuesta de para generar la zonificación

La propuesta de zonificación se realizó a través de cuatro pasos por secuencia lógica que permitieran obtener los datos necesarios y con estos generar el modelo espacial para la propuesta; los drones ayudan a reducir tiempos, costos, aumentan la seguridad

y calidad de los productos, generan innovación y eficiencia en los procesos (Figura 11):

- 1.-Levantamiento de datos y componentes presentes en la zona de estudio (infraestructura y elementos naturales).
- 2.- Realizar una interpretación de este levantamiento de tal manera que se ajuste lo más posible a la realidad ubicándolos en un modelo geográfico que permita analizar la estructura, presencia y condición de los elementos.
- 3.-Generar un modelo digital con base en el levantamiento obtenido, generar datos a partir de los datos obtenidos, ya con estos datos poder identificar y proponer zonas bajo criterios o condiciones similares.
- 4.- Obtener una propuesta de Zonificación territorial actualizada para el análisis y propuesta de una estrategia.



Figura 11.- Esquema de la metodología para la captura de datos, interpretación y generación del modelo de zonificación.

Para llevar a cabo el levantamiento de datos en la zona de estudio se utilizó un dron y con este, se realizó un vuelo aerofotogramétrico, que implicó las siguientes acciones:

4.3 Planificación del vuelo aerofotogramétrico

En función de la finalidad del trabajo se determina la altura del vuelo y la escala focal, la superposición longitudinal y transversal. Se planifican los ejes de vuelo de forma tal que se cubra toda la zona de interés. Se determinan las coordenadas geográficas de

los puntos de entrada y salida de cada recorrido, las cuales guiarán al navegador del avión aerofotogramétrico.

4.4 Control del vuelo aerofotogramétrico

En esta etapa se controla que todos los requisitos que hacen al vuelo (nitidez, superposición lateral y longitudinal, giros, etc.) se encuentren dentro de las tolerancias establecidas. Se realiza el control geométrico perspectivo del mismo (se realiza con software propio del drone y con el software público Google Earth).

4.5 Planificación y ejecución del apoyo de campo

En la etapa de planificación se determina la cantidad y ubicación de los puntos de control en campo. Esta fase es muy importante debido a que le aporta referencias de control al modelado y afina la precisión de las mediciones, entre más puntos de control más precisos son los cálculos de referenciación, pero el proceso de modelado se hace más pesado y tardado. Se miden los Puntos de Apoyo Aerofotogramétricos (P.A.F.) determinándolos mediante equipos GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Para ello se tiene en cuenta la cantidad de satélites tomados por el receptor que debe ser mayor a cuatro, con un PDOP < 5 (Position Dilution of Precision), tener un horizonte despejado por encima de los 15 grados y fundamentalmente deben ser identificables en el fotograma.

4.6 Planificación de la aerotriangulación

Esta etapa se encarga de densificar la cobertura fotográfica con una serie de puntos fotogramétricos que servirán en etapas posteriores a la perfecta orientación del par estereoscópico. Estos puntos unen los diferentes modelos y recorridos entre sí formando un bloque homogéneo de todo el trabajo. Se marcan tres puntos de paso en

cada fotograma y un punto de enlace entre recorridos. Por cada modelo estereoscópico tendremos seis puntos de paso (tres a la izquierda y tres a la derecha) y dos puntos de enlace (uno superior y uno inferior), más los puntos de apoyo de campo anteriormente explicados.

4.7 Aerotriangulación

En esta etapa se colocan en el estereorestituidor cada uno de los pares, procediendo a orientar el modelo y leyendo en un sistema de coordenadas locales cada uno de los puntos de campo y fotogramétricos que intervienen en el modelo, obteniendo así coordenadas X, Y y Z locales.

4.8 Edición

Una vez realizado el levantamiento general del modelo, es controlado, revisado y corregido, mediante software Pix4di, para este fin y que se adecue a las circunstancias económicas y de acceso del proyecto .

4.9 Generación del modelo

Con los datos e imágenes obtenidos del vuelo se genera un ortomosaico georreferenciado y se interpreta a través de un sistema de información geográfico (QGIS) y se corrobora en campo a través de un levantamiento in situ para confirmar valores geodésicos y para identificar las Instalaciones tanto en presencia como en condiciones; obteniendo como resultado un diagnóstico espacial actualizado del área de estudio

4.10 Generación de la propuesta de zonificación

Con el ortomosaico y con el diagnostico espacial actualizado se realiza la revisión de presencia o ausencia de las instalaciones con el marco normativo (NOM-083-

SEMARNAT-2003), se realiza una tabla de comparación con lo que establece la Guía de regularización GIZ-SEMARNAT, así como una breve descripción de las instalaciones para saber su estatus de funcionamiento

5. Equipo a utilizar

Para el vuelo se utilizó un Drone DJI Mavic PRO 2, de bajo costo, pequeño, fácil de maniobrar, de bajo consumo de energía y con una cámara de 12 mega pixeles, un tamaño de imagen de: 4:3: 4000x3000 y 16:9: 4000x2250, con un obturador electrónico: 4-1/8000s.



Figura 11.- el Drone DJI Mavic mini, que se utilizó para realizar el levantamiento de la información.

5.1 Geoposicionador Satelital (GPS)

Para el levantamiento de coordenadas y confirmación de los puntos de control se utilizó un dispositivo GPSmap 62 marca Garmin, cuyas características generales son:

- Pantalla en color de 2,6" que puede leerse a la luz del sol
- Mapa base integrado de todo el mundo con relieve sombreado
- Antena GPS Quadrifilar Helix de alta sensibilidad para una recepción incomparable
- 1,7 GB de memoria interna Compatible con las imágenes por satélite de BirdsEye, mapas personalizados de Garmin y navegación por fotos.



Figura 12.- GPS que se utilizó para la captura de datos geodésicos.

5.2 Software utilizado

DJI Fly

Software propio de la marca del dron que sirve para elaborar y programar planes de vuelo, así como especificar la toma de datos durante el vuelo.

Los datos del vuelo fueron:

- Altura de captura: 80 metros
- Sobreposición de fotos al 80%

5.3 Software de modelado Pix4d mapper:

Una vez realizado el levantamiento general del modelo, es controlado, revisado y corregido, mediante software para el análisis fotogramétrico

- **Pasos 1:** establecer el mosaico de fotografías y ajustar en base a los puntos de control.
- **Paso 2:** generar una nube de fotografías, ajustar la sobre posición de las fotografías.
- **Paso 3:** generar el modelo.

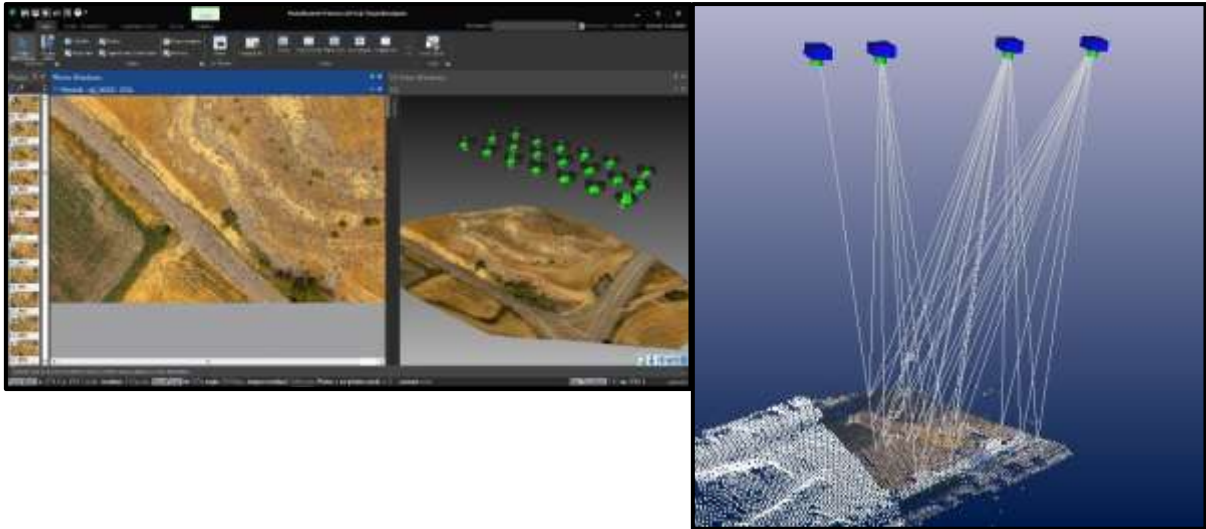


Figura 14.- Imágenes de pantallas del proceso de datos para la generación del modelo fotogramétrico, con el software Pix4D.

5.4 Sistema de Información Geográfica (QGIS):

Se optó por trabajar con un Sistema de Información Geográfica, sin costo de licencia, que unificara toda la información en capas para realizar interpretaciones, establecer zonas y generar mediciones. Este software es de fácil acceso y con tutoriales abiertos al público sin costos.

CAPÍTULOS 6. PRINCIPALES HALLAZGOS

6.1 Obtención de imágenes aéreas

El vuelo se realizó el día 16 de febrero del 2021 con un dron DJI Mavic 2 Pro con cámara RGB de 4000 x 2250 pixeles, cubriendo una superficie total de 20.5 ha, obteniendo 937 fotografías en 5 vuelos, las imágenes obtenidas permiten observar y caracterizar las circunstancias espaciales al momento del levantamiento, como vehículos, presencia y condición de las instalaciones, y hasta los espacios ocupados por los pepenadores como almacenes temporales y sitios de recolección, también y muy importante se puede ver con detalle la situación y condición del frente de tiro y las características de la cobertura de las celdas de recepción de residuos. A continuación, como ejemplo algunas de las siguientes imágenes:



Figura 15. Esquina norponiente del predio, donde se encuentra el acceso principal al relleno sanitario y la caseta de control



Figura 16. Parte de la esquina nororiente del predio, donde se puede ver las instalaciones abandonadas de la planta de valorización de residuos del gobierno del estado de Morelos..



Figura 17. Parte de la esquina sur poniente del predio, donde se puede ver la acumulación de residuos en lo que fue en algún momento la laguna de lixiviados y algunos campamentos de los pepenadores



Figura 18. Parte central del relleno sanitario, donde se puede observar la falta de cobertura de los residuos y escurrimientos de lixiviados.



Figura 19. Lindero poniente de la celda principal.

6.2 Conformación de ortomosaico de imágenes aéreas

Un ortomosaico es un producto de imagen fotogramétricamente ortorrectificado organizado como mosaico a partir de una colección de imágenes, donde la distorsión geométrica de la curvatura de la tierra se ha corregido y donde se ha realizado un balance de color de las imágenes para producir un dataset de mosaico continuo y donde se puede identificar un objetivo espacial.

Para realizar el orto mosaico se usaron las fotografías georeferenciadas tomadas por el AVANT y corridas a través del software Pix4D mapper, generando un proyecto digital con las características se muestran en la tabla 6., obteniendo una imagen del territorio actualizada como se puede ver en la figura 19

Para el procesamiento de las imágenes y nube de puntos se utilizó el software Pix4D Mapper.

Tabla 6.- Características del proyecto digital.

Proyecto	Project-2021-01-17
Procesado	2021-01-17 01:55:35
Nombre del modelo de la cámara	FC7203_4.5_4000x2250 (RGB)
Distancia promedio de muestreo en tierra (GSD)	3.18 cm / 1.25 in
Área cubierta	0.206 km ² / 20.5567 ha / 0.08 mi ² . / 50.8230 acres
Tiempo de procesamiento (inicial sin reporte)	12m:32s



Figura 19.- Ortomosaico antes de la densificación.

Tabla 8.- Detalles de calibración:

Número de imágenes calibradas	937 de 937
Número de imágenes georreferenciadas	937 de 937

Como parte del proceso de afinar los datos geodésicos del proyecto se calibran las imágenes tanto en solapamiento como en ubicación en los tres ejes, en ocasiones algunas fotografías, por detalle en su generación, no son compatibles en el mosaico, pero en esta ocasión todas las fotografías tomadas fueron integradas en el proyecto digital y en la generación del orto mosaico.

6.3 Creación de nube de puntos

La nube de puntos es el modelo digital en tres dimensiones donde cada punto refleja el sitio con coordenadas en tres ejes donde se genera la captura de una imagen, así

poder generar el mosaico sobrelapado de imágenes que permita realizar un modelo estereoscópico del terreno y sobre este poder hacer mediciones, el mosaico de fotos aéreas es unido gracias a la asignación de valores geodésicos, lo que genera rompecabezas o mosaico que a través del sistema de información geográfico se puede unir

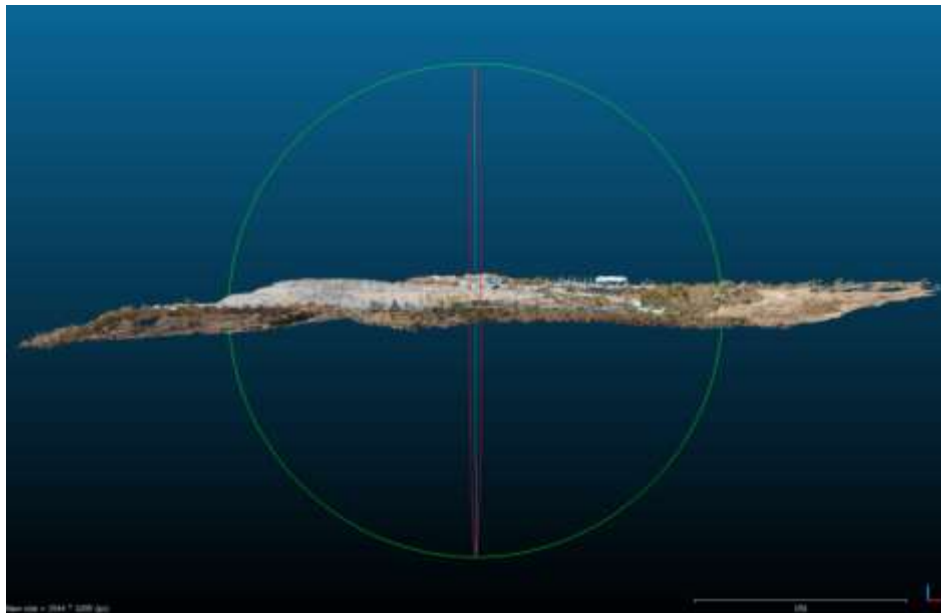


Figura 20.- Vista sur a norte de la nube de puntos.

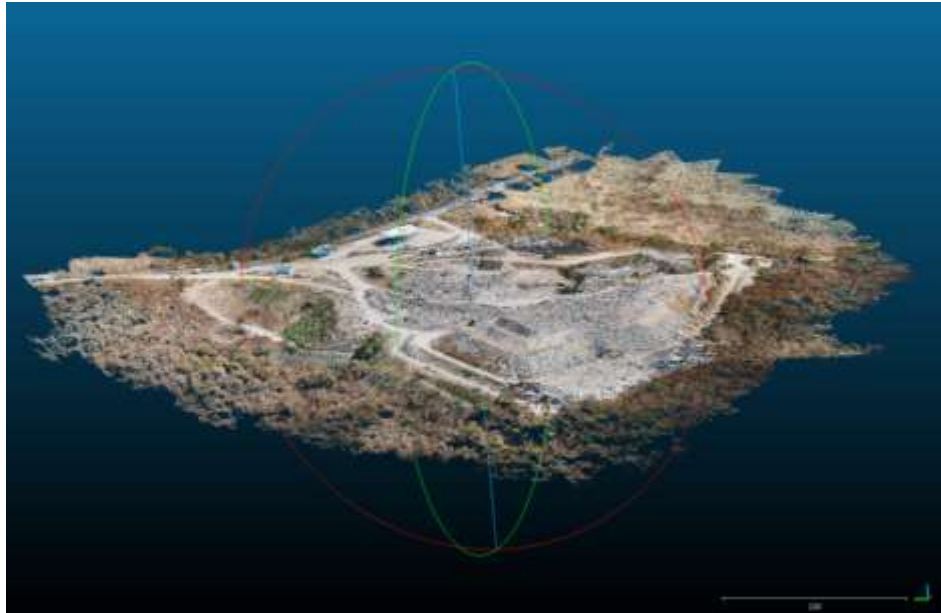


Figura 21.- Vista noroeste a sureste de la nube de puntos (la nube de puntos indica el punto de toma de las fotografías por el drone, esto genera un mosaico estereoscópico del territorio con referencias geodésicas, lo que permite obtener varias vistas y perspectivas de un mismo punto con varios valores cartesianos: X (longitud), Y (latitud), y Z (Altura)

6.4 Construcción de modelo digital de superficie y curvas de nivel

Dado que el levantamiento aerofotogrametico fue con datos de los tres ejes, a cada punto de ubicación de cada fotografía se le puede asignar sus valores, permitiendo generar un Modelo Digital de Superficie (figura 22) y a partir de estas curvas de nivel (24) y un modelo tridimensional del ortomosaico. (figura 23)

Tabla. -10 Opciones de procesamiento (DSM: Modelo digital de superficie)

Resolución del DSM y del ortomosaico	4 x GSD (3.18 [cm/pixel])
Filtros del DSM	Filtrado de superficie: yes Suavizado de superficie: si, Tipo: Sharp
DSM Raster	Generado: si Método: Inverse Distance Weighting (IDW) Unión de mosaicos: si
Ortomosaico	Unión de mosaicos: si GeoTIFF sin transparencia: no Mosaicos de Google Maps and KML: no
Tiempo de generación del DSM	04s
Tiempo de generación del ortomosaico	13m:57s

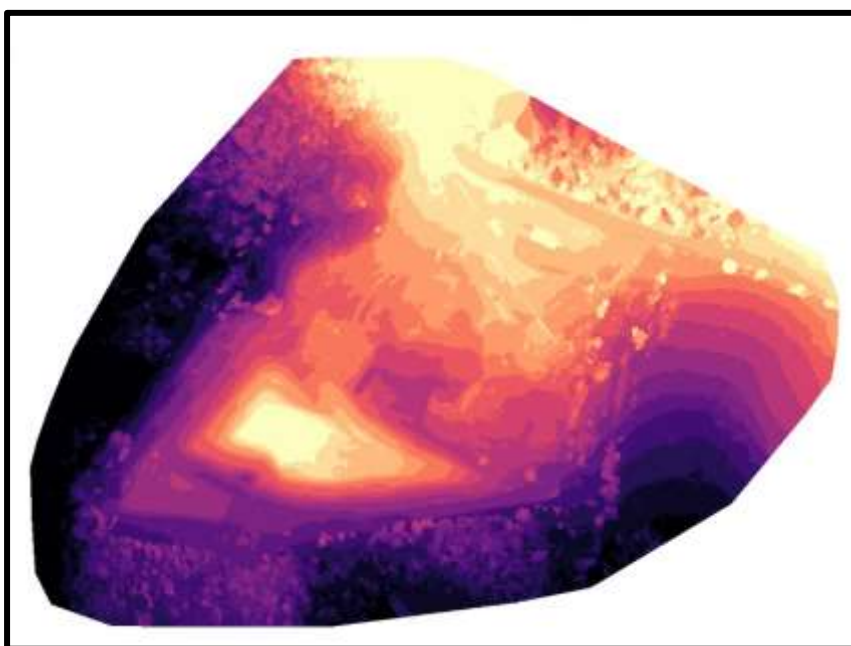


Figura 22.- Modelo digital de superficie (DSM) que muestra los gradientes altitudinales del ortomosaico.

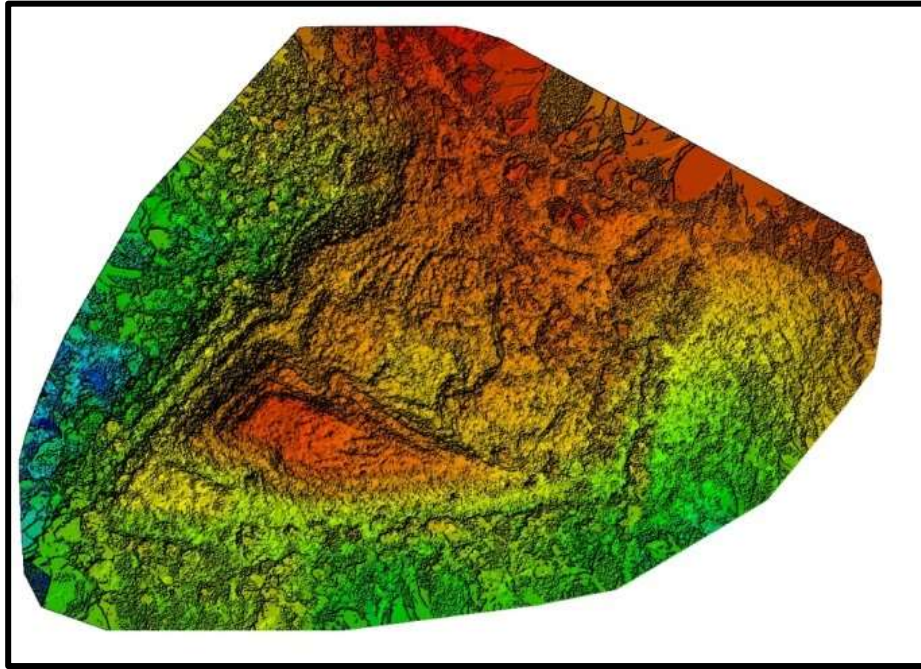


Figura 23.- Modelo digital de superficie sombreado (DSM) que permite ver como mejor detalle las diferencias altimétricas de la superficie con valores de 0.5 m.

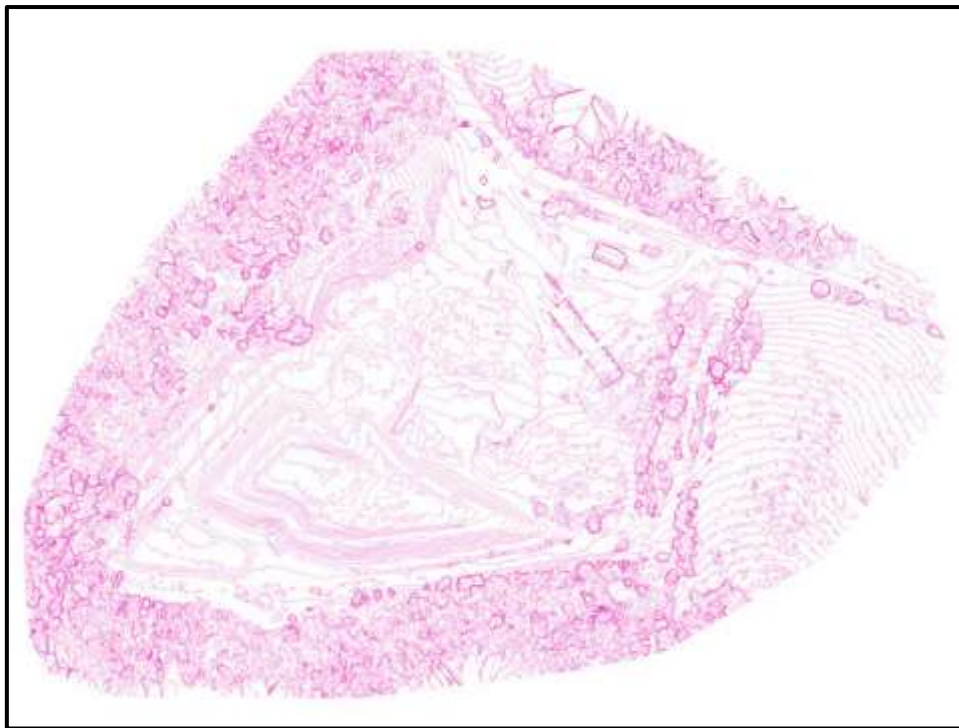


Figura 24.- Generación de las Curvas de nivel derivadas del Modelo Digital de Superficie a 0.5 m.

6.5 Interpretación de la información y propuesta de zonificación

Para poder generar una propuesta lo más cercana a la realidad del sitio de zonificación era necesario el tener un diagnóstico previo de las instalaciones y problemáticas existentes, para lo que se usó la ortofoto y él se realizaron recorridos a pie para confirmar la presencia ausencia de las instalaciones, así como su condición.

Se realizaron cuatro recorridos a pie haciendo levantamientos con GPS, dando como resultado la interpretación que se puede observar en la figura 27.



Figura 25 Resultado de la interpretación de la zonificación existente e instalaciones existentes.

Se encontraron 14 zonas existentes dentro del predio del relleno sanitario siendo ocupadas por distintas actividades, de las cuales cuatro no se encontraban en uso derivado a falta de mantenimiento, habían sido banalizadas o simplemente nunca funcionaron. Dos zonas mostraban la presencia de residuos de reciente colocación y los ocho restantes a instalaciones activas con actividades en proceso o programadas.

Se realizó una comparación de las instalaciones que la NOM-083-SEMARNAT-2003 indica como instalaciones auxiliares obligatorias para un relleno sanitario tipo "C" (Tabla 23).

Tabla 23.- Análisis comparativo de instalaciones presentes y ausentes según la NOM-083-SEMARNAT-2003

OBRAS COMPLEMENTARIAS REQUERIDAS DE ACUERDO AL TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL (NOM-083-SEMARNAT- 2003)	RELLENO SANITARIO TIPO "C"	INSTALACIONES PRESENTES RELLENO SANITARIO EL JABONERO	OBSERVACIONES
Caminos de acceso	*	*	
Caminos interiores		*	
Cerca perimetral	*	**	Solo el 50% del predio presenta cercado perimetral
Caseta de vigilancia y control de acceso	*	**	El relleno cuenta solo con una entrada oficial, pero se habilito una nueva y el segundo acceso no está controlado
Báscula		*	

Agua potable, electricidad y drenaje		**	Cuenta con cisterna de agua potable y fosa séptica, no hay acceso a energía eléctrica
Vestidores y servicios sanitarios	*	*	
Franja de amortiguamiento (mínimo 10 m)	*	**	Se cuenta con caminos periféricos que sirven como franja de amortiguamiento en el 90 % del predio
Oficinas		*	
Servicio Médico y Seguridad Personal			
*Presentes ** Parcialmente presentes.			

Como se puede observar en la tabla 24, el relleno sanitario regional el jabonero cuenta con más instalaciones de lo que la normatividad indica para categoría según el volumen de recepción diaria de residuos, y a pesar de que algunas de estas instalaciones se encuentran en malas condiciones o parcialmente presentes, la inversión para el correcto cumplimiento con su presencia o reparación es menor al hecho de que no se encontraran.

El mayor detalle que se pudo encontrar es que el relleno ocupó la instalación para el manejo de los lixiviados como una celda emergente y no contaba con una solución para este tema, lo cual requiere prioridad de atención.

Pero el mayor reto espacial que presenta el relleno sanitario resultado del diagnóstico espacial, es el correcto acomodo de los residuos en espacio con las condiciones aislamiento que exige la normatividad, por lo que la propuesta de zonificación debía buscar una respuesta a este acomodo.

6.6 Propuesta de zonificación

La intención de generar una propuesta de zonificación es aportar ideas con bases teóricas y prácticas para iniciar el proceso de regularización del relleno sanitario regional el jabonero. En el escenario de que el relleno sanitario está recibiendo 50 toneladas diarias de residuos, la necesidad del reacomodo de los espacios es necesaria y el planteamiento de unas instalaciones para la correcta conducción de los lixiviados una acción prioritaria por lo que se presentó la siguiente propuesta.

Primero se tuvo en consideración los espacios disponibles que no cuentan con una actividad asignada, que el relleno no cuenta con energía eléctrica que pudiera apoyar como al bombeo de los lixiviados, como resultado se generó el siguiente planteamiento.

En la parte más baja del terreno se generaría una laguna de lixiviados modular, que pudiera ser activada por etapas y así aminorar gastos de construcción, genera un canal de unión entre la celda 1 y la celda emergente que derivara en un sistema de conducción y control hasta la laguna de lixiviados.

Esta unión de la celda 1 y la celda emergente podría ser cubierta por residuos que se encuentran en espacios no adecuados y así reducir el impacto de estos pasivos ambientales asegurando su adecuado confinamiento.

Este canal recibiría los lixiviados de la celda 1 y la celda emergente y así sería más fácil el canalizar adecuadamente los lixiviados si se genera una profundidad y pendiente correcta

Originalmente el inicio de construcción de la celda numero 2 solo contaba con una pequeña porción de superficie con aislamiento de geomembrana el cual fue cubierto con residuos y no cuenta con una salida adecuada para el manejo de lixiviados, como parte de esta propuesta de zonificación se plantea una línea de conducción de lixiviados hasta la nueva laguna y con la clara posibilidad de que se generar un registro de alimentación de lixiviados proveniente del espacio de la celda 2.

De las instalaciones complementarias que la normatividad indica como obligatorias para un relleno sanitario tipo c que no cuenta el relleno sanitario el jabonero es la delimitación perimetral, la cual se encuentra parcial y requiere la intervención del ayuntamiento de Mazatepec para que defina el límite catastral oficial del predio, su cálculo de costo e instalación y los tiempos de generación.

Sin lugar a duda la instalación más cara e importante a generar son la línea de conducción y recepción para el manejo adecuado de los lixiviados, en esta propuesta muestra que implica el planteamiento de una línea de conducción de 265 metros lineales, más cálculo de pendientes, con 6 registros de monitoreo y control para los lixiviados,

Para que las instalaciones puedan funcionar sin energía externa, será necesario hacer un cálculo de pendientes considerando el punto más bajo la laguna de lixiviados y así los líquidos llegaran por gravedad.



Figura 26.- Propuesta de Zonificación para el proceso de regularización.

Ayudaría realizar un cuadro comparativo entre una estrategia tradicional y la propuesta, para ver cuál es mejor y en qué puntos (p. ej. costos, equipo, tiempo, información generada, análisis, personal capacitado, resultados)

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

El establecimiento de sitios de disposición final debe ser una prioridad en el establecimiento de políticas gubernamentales para el manejo integral de los residuos, la actualización sobre las condiciones y circunstancias en los que se encuentran estos espacios de disposición final para los residuos cada día más relevante ya que se tiene con claridad que la cantidad de residuos que se generan no va a disminuir en el escenario actual con que se manejan los procesos de atención a los residuos.

Los posibles pasivos ambientales ya presentes en el estado de Morelos resultado de la inadecuada disposición final de los residuos ni siquiera son cuantificables, y la falta de atención a este tema por parte de las políticas municipales al grado de que ni siquiera se considera el costo de esta acción en el cobro de los servicios municipales, generan un escenario económico que imposibilita que se pueda hacer de manera correcta.

El costo real de operación de un relleno sanitario no ha sido considerado como uno de los principales compromisos a adquirir en el momento en el que estas instalaciones son construidas, por lo que en muchos escenarios las instalaciones son abandonadas y sin mantenimiento se pierden.

Las acciones de regularización de los rellenos sanitarios es el escenario más adecuado que la normatividad deja como respuesta para atender el masivo problema que los sitios controlados y no controlados; el alto costo que implica el proceso de clausura y remediación de sitios contaminados por la acumulación de residuos puede llegar a superar por mucho el presupuesto que los municipios asignan para atender la responsabilidad constitucional que implica la disposición final de los residuos.

La necesidad de modificación la estrategia de atención de la disposición final por los tres niveles de gobierno es una necesidad real que debe actualizarse con presupuestos realistas, proyectos basados en tecnologías actuales y acompañarlos con una gestión integral de los residuos en los distintos procesos de generación

recolección, valorización, tratamiento y por último solo poder disponer de manera final el menor volumen posible de residuos.

La aplicación de estrategias para el manejo del territorio siempre se ha enfrentado al complicado escenario de tener acceso a información actualizada de una región amplia del territorio sujeto a manejar, teniendo en cuenta que es necesario entender el contexto territorial local y en ocasiones regional, los métodos regulares para tener acceso a esta información es fotos satelitales que suelen ser cara o de una resolución y escala muy grande, vuelos aéreos (ortofotos) con el apoyo de avionetas o helicópteros con equipos adaptados para la captura de las imágenes y poder darle una referencia geodésica, este método implica costos muy altos y equipo especializado.

Actualmente los avances tecnológicos hay hecho posible tener alcance a elementos tanto digitales como equipo que hace unos años no se podrían considerar por costos o disponibilidad para su adquisición; los drones con sensores a precios bajos con interfaces para su manejo y el enorme avance en el desarrollo de software para el manejo de sistemas de información geográfica han revolucionado la manera de interpretar y modelar el territorio de manera más accesible y sin que impliquen inversiones muy altas.

El uso del dron para la captura de datos en tiempo real y la generación de información digital manipulable es una metodología que reduce los tiempos para generación de información de manera efectiva y a bajo costo, generando una forma alcanzable de obtener información técnica y actualizada, permitiendo actualizar estrategias de manejo de manejo territorial casi en tiempo real.

Y este trabajo permite demostrar que con equipo y software accesible se puede generar un análisis territorial para mejorar la toma de decisiones

La zonificación que se generó a partir de este trabajo fue presentada y valorada positivamente por la Secretaria de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos, como parte de un proceso de remediación del sitio, permitiéndole a las autoridades municipales que usan las instalaciones, y tener acceso a una estrategia

actualizada de solución para atender el correcto funcionamiento del relleno sanitario regional tipo "C" el jabonero.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, D.; Guzmán, P. E. (2011). Ingeniería Ambiental. Primera Edición. México. Editorial Alfaomega.
- Benton-Short, L.; y Rennie, S. J. (2013). Cities and Nature, Estados Unidos: Routledge.
- Bryson, J. M. (1988) Strategic planning for public and nonprofit organizations: A guide to strengthening and sustaining organizational achievement. Jossey-Bass Publisher, San Francisco. 311 pp.
- Caballero-Saldivar, D.; De La Garza-Requena, F.; Andrade-Limas, Y. (2011). "Los rellenos sanitarios: una alternativa para la disposición final de los residuos sólidos urbanos." Ciencia UAT. Redalyc. 6 (2), pp.14-17.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942926001>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2010). "El desarrollo sostenible en américa latina y el caribe: tendencias, avances y desafíos en materia de consumo y producción sostenibles, minería transporte, productos químicos y gestión de residuos", Informe para la decimoctava sesión de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas
- Delgado Ramos, C; Imaz Gispert, M; y Aguirre, A. (2015). La sustentabilidad en el siglo XXI, Interdisciplina 3, núm. 7, 9 pp.
- Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos (EGIREM) (2017). Secretaría de Desarrollo Sustentable; Periódico Oficial, 5474 "Tierra y Libertad" Publicación 2017/02/10.
- Enciso, A. (2019). Periódico la Jornada; En México existen alrededor de 40 rellenos sanitarios; ninguno opera en forma correcta; jueves 5 de septiembre de 2019.
<https://www.jornada.com.mx/2019/09/05/sociedad/036n1soc> .
- Agencia de protección ambiental de los estados Unidos. (2020). Oficina de Conservación y Recuperación de Recursos.; https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-02/documents/swm_guide-spanish-reducedfilesize_pubnumber_october.pdf

- SEMARNAT. (AÑO). Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2009-2012). Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/gestionresiduos/pnpgir.pdf>.
- De Valle, G. (2005). La Gestión Integral Sustentable de residuos sólidos urbanos: Diagnóstico y evaluación para la ciudad de Saltillo, Coahuila. El Colegio de México, México, D.F.
- INEGI. (2014). Residuos sólidos urbanos. Censo Nacional de gobiernos municipales y delegacionales 2011. Tabulados básicos. 2014.
- INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020; <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI, (2021) Espacio y Datos de Mexico, <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx>
- Jiménez-Martínez N. (2019), Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública, vol. 12, núm. 24, ene.-abr. 2019, pp. 11-35.
- Köfalusi, G. K., y Aguilar, G. E. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final. *Gaceta ecológica*, (núm. 79), 39 pp.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, (2003) Diario Oficial de la Federación, Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- Martínez, N. M. J. (2019). El modelo de gestión de residuos en Mazatepec, Morelos. *Revista legislativa de estudios sociales y de opinión pública*, 12(24), 11-35.
- Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos Capítulo IV - Disposición final de los Residuos Sólidos. Parte 1. Manual de gestión integral. (1998) Uruguay: CEMPRE; [actualizado 9 feb. 2011; citado 10 jun. 2012]. Disponible en: http://www.cempre.org.uy/docs/manual_girsu/capitulo_4.pdf
- Martínez Arce, E., Daza, D., Tello, P., Soulier, F. M., Terraza, H. (2010) Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe.; Disponible en: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3286/Informe%20de%20la%20E>

valuaci%C3%B3n%20Regional%20del%20Manejo%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%202010.pdf?sequence=2

- Ochoa-Chi (2014). Tesis doctoral, posgrado en ciencias políticas y sociales con orientación en sociología, Universidad Nacional Autónoma de México, basado en datos proporcionados por la extinta Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA), órgano desconcentrado del gobierno del estado de Morelos 2014
- Pérez, G. B. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*, 1(7), 72 pp.
- Trejo, V. R. (2002). *Procesamiento de la Basura Urbana*. Cuarta Edición. México. Editorial Trillas. 283 p.
- Torri, S. I. (2017). ¿Qué es un relleno sanitario? Publicación on-line del Centro de Estudios y Desarrollo de Políticas Públicas, CECePP, <http://cedepp.org.ar/?p=381>
- Ramos Rivera, J. (2014). Geotecnia de Rellenos sanitarios, Universidad Nacional de Colombia, [Reserchgate.net/profile/Johnatan-Ramos-Rivera/publication/264332755_Geotecnia_de_rellenos_sanitarios_links/](https://www.researchgate.net/profile/Johnatan-Ramos-Rivera/publication/264332755_Geotecnia_de_rellenos_sanitarios_links/).
- Rondón, T. E. Szantó. M., Pacheco, J. F., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT-GTZ. (2004). Guía de cumplimiento de la NOM-083-2004. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT-GTZ, (2005). La Guía para la Realización de Planes de Regularización conforme a la NOM-083SEMARNAT-2003.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2012). Diagnostico básico para la gestión integral de los residuos.
- Soto, R. (2013). Finanzas públicas y crisis. En “*América Latina: cómo construir el desarrollo hoy*” compilado por Gregorio Vidal et al., 345 pp. España: Fondo de Cultura Económica
- Tamayo, L. (2014). Aprender a decrecer. México: Paradiso.

Tchobanoglous, G. (1994). Gestión integral de residuos sólidos: volumen 1.

Zaman, A.U., S. Lehmann, (2011). Urban growth and waste management optimization towards 'zero waste city', City, Culture and Society: 2, 177 pp.

Cuernavaca, Morelos a 25 de Abril del 2022

**COMISIÓN ACADÉMICA INTERNA DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

P R E S E N T E

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE **C. HARALD ALCARAZ CRUZ** CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10045260**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TIPO “C”, EL JABONERO, COMO PARTE DE SU PROCESO DE REGULARIZACIÓN**”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA DAR A LA PRESENTE

A T E N T A M E N T E
Por Una Humanidad Culta

M en MRN. JULIO CESAR LARA MANRIQUE
(FIRMA ELECTRÓNICA)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JULIO CESAR LARA MANRIQUE | Fecha:2022-05-17 13:13:35 | Firmante

iNdkIGfInRLi+wKitP86hTFTIvzOJIJfTAZB+xJ1aVHwTDwv1uJRNx4EHnQPQ9Ys2Viz5byPDaJPwbYvra5aAVvIWwNgScJwVL8mHdfkkqj7/tm7WJSXJxd7+DBEbOOMrGG7v0Ap
o1Pp+Hp4xjndzr+MaMfMt7moFcfmk8mzCNHvy/Rgwr4WeHotCR+1IU4qcBi6SBQ1nSWyHzW7t+032f5ex1imklDa6oNAQPjfZyWaVTL3QZ5vfA9XjieD5uoEPZWb2J3CYXrDIUsF
+Nu8VvkeQh7qMgv+CeoRrEbOdGCH9wdPeXYIVHicRz3rb0Mk714JfLtug8lx+8N+MBw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[LV1T4AnSa](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/PMx8hBqjQllelbkHErXEMzjCmxFrDwJN>



Cuernavaca, Morelos a 25 de Abril del 2022

**COMISIÓN ACADÉMICA INTERNA DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

P R E S E N T E

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE **C. HARALD ALCARAZ CRUZ** CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10045260**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TIPO “C”, EL JABONERO, COMO PARTE DE SU PROCESO DE REGULARIZACIÓN**”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA DAR A LA PRESENTE

A T E N T A M E N T E
Por Una Humanidad Culta

M en MRN. Benedicta Macedo Abarca
(FIRMA ELECTRÓNICA)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

BENEDICTA MACEDO ABARCA | Fecha:2022-05-17 11:13:48 | Firmante

SuR3xn4knPqbfLLc26d9Laocfe2ZRnEkUIKcNZZ19EVZmzN15j25oy5GlaT6ybaeg/ECFp/FCARKG/cQ0hW42saWZ6m6u5CuuCF2bajt3CM5+3bGVyxBsYmXPja6GloUf3dF9qE
S6NsuH2+E2BAFoyHylwN3VtoJWAI41oL9EBniOGSqpqFwy0CtCnFZJCSz/fXee8/yhQjBLCK0x9J3uUf1xskSb/fA5YQa0hAsCbgIxb/bN4EejPacAFRladHSHELfwpVUaZrbwzSQ
GoORUz8Nks/sw62XIN4kqR7CNVVS6q+dZGLZrFj4NOQz80YrnWCWKXmY2bC+LmYjGZkTzg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Q3AST8e1c

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/RN0rJZ74vqwxvQwoqMUoqTgGSZBBzjsx>



Cuernavaca, Morelos a 09 de mayo de 2022

**COMISIÓN ACADÉMICA INTERNA DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE **C. HARALD ALCARAZ CRUZ** CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10045260**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TIPO “C”, EL JABONERO, COMO PARTE DE SU PROCESO DE REGULARIZACIÓN**”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**. AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE

A T E N T A M E N T E
Por Una Humanidad Culta

DRA. MARÍA LUISA CASTREJÓN GODÍNEZ
(FIRMA ELECTRÓNICA)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MARIA LUISA CASTREJON GODINEZ | Fecha:2022-05-09 22:03:53 | Firmante

cRo7m737x7Pek0KE/nw7UuQI8ABOWYI9ivl+fgjSOYPqw53lzlSLg6RSIwU1FtjPaslr7odmEvAI4X9nqJOQOMIm2mv9avJB3qa1ev9rojaXdnetfGudDZ5mfVUuGTJnqYYmd+HE49Zpj87j+HLsRzrfaysFJoYAKaRmYturUqfTjPornkpsfZ+zZVw+K+pTJU66594A6BgoRZgoeM7uFWN4qk3JipnG+hAVg4hZ9zz0JZAziK5ti7Lj/SRZ6DSvgRRJJ6DCk3YgVSNLAclQLNZ28NrL7m/iW8Oh9UBcT/DFrqw5kcONoKTvO2JkZYvSO82413ttxXGGEJBCtQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[ocl9GPRNV](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/wCrgVF3lVF7Foew5KxUC52Gg3vl5s1gF>



Cuernavaca, Morelos a 18 de mayo del 2022

**COMISIÓN ACADÉMICA INTERNA DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

P R E S E N T E

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE **C. HARALD ALCARAZ CRUZ** CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10045260**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TIPO “C”, EL JABONERO, COMO PARTE DE SU PROCESO DE REGULARIZACIÓN**”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE

A T E N T A M E N T E
Por Una Humanidad Culta

Esp. en GIR. **ALMA DALIA GUZMÁN VELÁZQUEZ**
(FIRMA ELECTRÓNICA)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ALMA DALIA GUZMAN VELAZQUEZ | Fecha:2022-05-18 21:40:47 | Firmante

fUu4VlqOL8gKBpMW7QaijqHc43oSjw0drzk9Wn8Y7b+fDn3TiAoCPL/YEdVAZRPRH3ifYzJnwAm16Bw50i3eGxfvBlosBkDK1IKQxYATWz5lgnoyekgpyHIYIKi/aMWz3tvE8pUrgDR6TcdYYKyBHwbJQm0vM8NE/4G3vgaJ7u4b4tRbm9e7C5MCbJrpY1lQWfFtE347/fze5xdwiJGcCYkF1KSF7OjKtNAjw+P+b+E8BZy6mdVKY9cfe1daK4ejDoikN8kNFTbFEADw8l7Dktd3qGQQEjqFj9P31kMuhxv7+gG4UZq6A5HdiSC6NfiHcBraugYyJNMT6ScsG0hUAQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[vQd3AS7eT](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/8dhBJKODGU2ntRJKT5W2a9FunASgTyyT>



Cuernavaca, Morelos a 25 de Abril del 2022

COMISIÓN ACADÉMICA INTERNA DE LA ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

P R E S E N T E

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE **C. HARALD ALCARAZ CRUZ** CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10045260**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL TIPO “C”, EL JABONERO, COMO PARTE DE SU PROCESO DE REGULARIZACIÓN**”, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE

A T E N T A M E N T E
Por Una Humanidad Culta

M en I. ARIADNA ZENIL RODRIGUEZ
(FIRMA ELECTRÓNICA)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ARIADNA ZENIL RODRIGUEZ | Fecha:2022-04-25 09:48:36 | Firmante

AXRHSN8RbU+bL0Y1a3qzybCg6s0DCVizL+RNz9fKvclq8ht+rm9WJBI5r0lQqOWsXApyBExZs+mCI4cQ7vrEq5fIWQF4Lt335Kj0Ljwg6TUrn3gxKu5MkXnIBX2W70cGRsUDCV
FXJw65JC5G3KmAysBMOIS16vhP+/ZG8AFyhDqIm/o5wlCrMlcaVCfWkJXusHCFkeEDSTx9KF7DsaO3Yp5KvrrvWmwQc/20/0fx4Gk+IR5TINb09hZi1Vqb8bzb6+HySAoL8rmwP
2WhJ4ix3raLBxPZ1malx9a2xruzut1+fuldmGZfeKMVSL9VCwXOhs3jo7XzuBzxEa6lWlg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[ouKLYcsOS](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/CyjgskR4SAM8BbJLozcdYT2CJLgcjWv>

