

ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS TRAS EL SISMO DE  
SEPTIEMBRE DEL 2017. TETELA DEL VOLCÁN, MORELOS, COMO  
CASO DE ESTUDIO

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL  
DE RESIDUOS

P R E S E N T A:

BIOL. ATL EDUARDO VERA BALLESTEROS

DIRECTOR: M. en C. ENRIQUE SÁNCHEZ SALINAS

CUERNAVACA, MORELOS

mayo de 2019

A mi madre, Teresa Ballesteros Martínez, la cual amo y admiro por ser siempre un ejemplo de una gran mujer y madre. Palabras no existen para describir lo que has hecho por mí, por eso siempre contare con mi cariño infinito y admiración.

## AGRADECIMIENTOS

---

Al M. en C. Enrique Sánchez Salinas, por su apoyo académico, revisión y consejos en la realización de este trabajo.

Al Dr. Rafael Monroy Ortiz, por ser parte del comité revisor, aportando observaciones para la mejora del trabajo.

Al M. en MRN. Julio César Lara Manrique, por la revisión del trabajo.

Al Dr. Efraín Tovar Sánchez, por su apoyo al ser miembro del comité revisor del trabajo.

Al Dr. Alexis Joavany Rodríguez Solís, coordinador de la EGIR.

Al Dr. Gabriel Dorantes Argandar, por sus observaciones y consejos para la mejora del trabajo.

A la comunidad de Hueyapan, municipio de Tétela del Volcán, Mor.

A todos aquellos amigos y compañeros que apoyaron para llevar a cabo este proyecto.

A la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, al Centro de Investigación en Biotecnología y a la Especialidad en Gestión Integral de Residuos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado durante la Especialidad.

## RESUMEN

Durante las últimas décadas los desastres naturales a nivel mundial han sido cada vez más frecuentes, provocando impactos sociales, económicos y ambientales. El 19 de septiembre del 2017 se presentó un sismo magnitud 7.1, con epicentro en el sur-este del estado de Morelos, una de las regiones más afectadas en la entidad corresponde al municipio de Tetela del Volcán, esta comunidad sufrió el derrumbe de numerosas viviendas, de acuerdo con cifras reportadas por el Gobierno del Estado se estima que al menos hubo 1,889 casas derrumbadas. Estos hechos y el apoyo desbordado y desorganizado de la sociedad civil, generaron grandes cantidades de residuos. El objetivo del trabajo fue analizar el manejo de los residuos generados en una situación de desastre en dicho municipio. El tipo de investigación fue diagnóstica, como técnica de recolección de datos se realizaron visitas a la comunidad aplicando una observación no estructurada y observación estructurada, la cual fue apoyada de instrumentos como cámara fotográfica para obtener evidencias gráficas así como un diario de campo donde se registraron características observables de los residuos, se identificaron y geoposicionaron los sitios donde se dispusieron los residuos. Se llevó a cabo una entrevista formal con los encargados del manejo de los residuos. Los resultados mostraron que el municipio cuenta con un sistema de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU), el cual no colapsó durante la etapa de emergencia; se estima que la generación de RSU incremento hasta en un 200%, en la etapa de emergencia. Para los residuos de manejo especial, generadas a partir de los derrumbes, no se contó con un plan definido para su manejo. Los residuos de materiales pétreos fueron de las principales corrientes de residuos observables. La SEMARNAT publicó una serie de criterios para el manejo de estos residuos, estos lineamientos no fueron tomados en cuenta. Los resultados obtenidos muestran la necesidad de contar con la elaboración de planes de manejo de residuos generados a partir de desastres los cuales sirvan como políticas de

prevención, a fin de prevenir problemas de salud pública y ambiental adicionales a un desastre natural.

**Palabras clave:** *Desastre, Impacto, Generación, Problemática.*

## **Abstract**

During the last decades, natural disasters worldwide have been increasingly frequent, causing social, economic and environmental impacts. On September 19, 2017 an earthquake magnitude 7.1 occurred, with epicenter in the south-east of the state of Morelos, one of the most affected regions in the entity corresponds to the municipality of Tetela del Volcán, this community suffered the collapse of numerous homes, according to figures reported by the State Government it is estimated that there were at least 1,889 houses collapsed. These facts and the overflowing and disorganized support of civil society generated large amounts of waste. The objective of the work was to analyze the management of the waste generated in a disaster situation in said municipality. The type of research was diagnostic, as a technique of data collection, visits to the community were made applying unstructured observation and structured observation, which was supported by instruments such as a camera to obtain graphic evidence as well as a field diary where they were recorded observable characteristics of the waste, the sites where the waste was disposed were identified and geopositioned. A formal interview was held with those in charge of waste management. The results showed that the municipality has a solid urban waste collection system, which did not collapse during the emergency phase; It is estimated that the generation of solid urban waste increase up to 200%, in the emergency stage. For the waste of special handling, generated from the landslides, there was not a defined plan for its management. Residues of stone materials were the main observable waste streams. The SEMARNAT published a series of criteria for the management of this waste, these guidelines were not taken into account. The results obtained show the need to develop waste management plans generated from disasters which serve as prevention policies, in order to prevent public and environmental health problems in addition to a natural disaster

**Keywords :** *Disaster, Impact, Generation, Problematic.*

## Índice

I. Introducción .....	1
I.1. Desastre natural .....	1
I.1.1. Tipos de desastre natural .....	1
I.1.2. Problemáticas asociadas a los desastres naturales .....	2
I.2. Residuos .....	5
I.2.1. Clasificación de residuos .....	5
I.2.2. Normatividad en materia de residuos en México .....	6
I.2.3. Residuos generados por un desastre natural.....	7
I.3. Gestión integral de residuos.....	9
I.3.1. Gestión de residuos de desastre, contexto internacional.....	10
I.3.2. Gestión de residuos de desastre en México .....	10
Capítulo I. MARCO TEÓRICO .....	13
Capítulo II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	19
Capítulo III. OBJETIVOS .....	21
III.1. Objetivo general.....	21
III.2. Objetivos específicos.....	21
Capítulo IV. PROPUESTA A IMPLEMENTAR.....	22
IV.1. Tipo de investigación .....	22
IV.2. Delimitación.....	22
IV.3. Técnicas de recolección de datos .....	24
IV.4. Método y enfoque de la investigación.....	25
IV.5. Caracterización de los residuos .....	25

IV.6. Manejo de residuos.....	26
IV.7. Impactos potenciales de residuos en situación de desastre .....	26
IV.8. Propuesta de bases para una estrategia integral del manejo de residuos de desastre.....	26
Capítulo V. PRINCIPALES HALLAZGOS .....	28
V.1. Tipos de residuos generados tras el sismo .....	29
V.2. Manejo de residuos post sismo .....	30
V.2.1 Manejo de residuos sólidos urbanos.....	30
V.2.2 Manejo de residuos de colapso y demolición .....	31
V.3. Impactos potenciales generados por los residuos bajo una situación de desastre, otras experiencias .....	36
V.4. Bases para una estrategia integral en el manejo de residuos generados en situación de sismo en Tetela del Volcán, Morelos .....	39
Capítulo VI. CONCLUSIONES.....	44
Referencias bibliográficas.....	47
Anexos.....	52

## Índice de figuras

Figura I-I. Tipos y clasificación de desastres naturales.....	2
Figura I-II. Consecuencias básicas de los desastres naturales.....	3
Figura IV-I. Sitio de estudio, Municipio de Tetela del Volcán, Morelos (Elaboración propia).....	23
Figura V-I. Sitios de disposición de residuos en Tetela del Volcán, Morelos (Elaboración propia). ....	28
Figura V-II. Manejo de RSU. ....	31
Figura V-III. Manejo de residuos de demolición y colapso. ....	33
Figura V-IV. Sitios de disposición de residuos y cuerpos de agua en Tetela del Volcán, Morelos (Elaboración propia).....	34

## Índice de tablas

Tabla I-I. Residuos generados por desastre y sus problemáticas.....	8
Tabla I-II. Residuos generados por tipo de desastre .....	9
Tabla I-III. Tipos de Residuos Habituales a Atender en Situaciones de Desastre en las Zonas Afectadas .....	9
Tabla V-I. Residuos generados.....	29



# **I. Introducción**

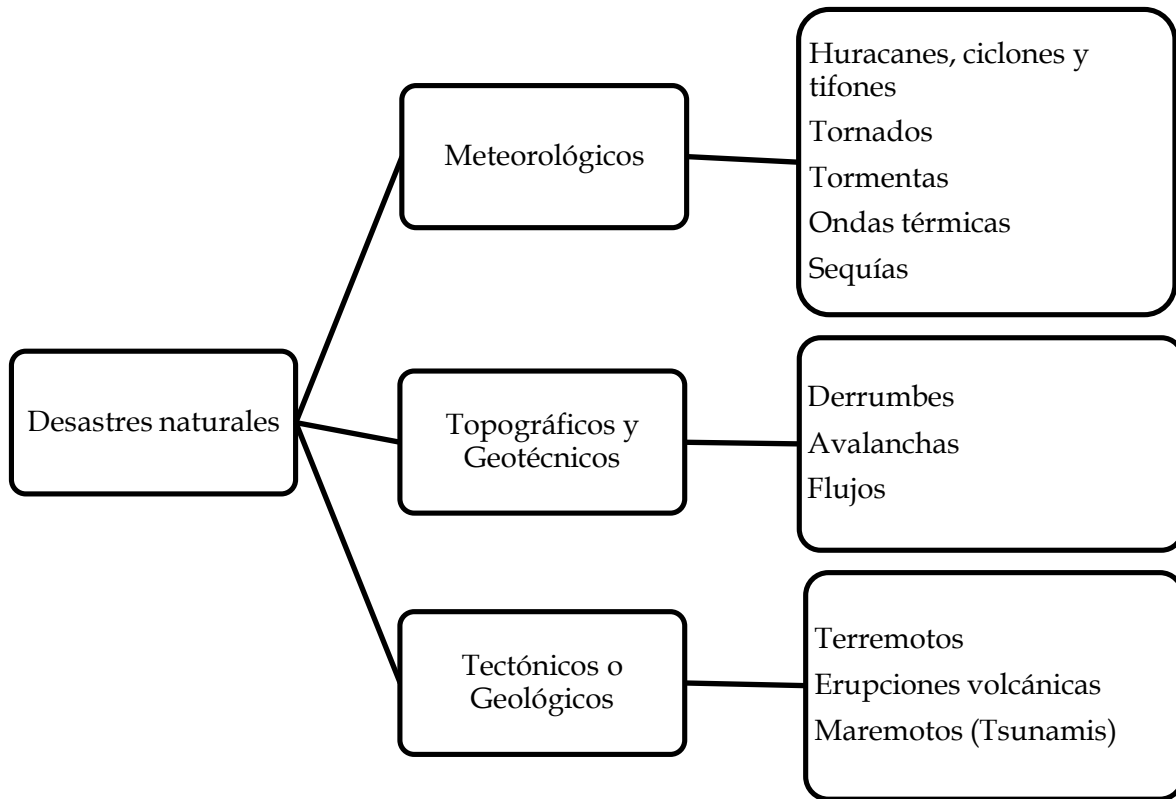
## **I.1. Desastre natural**

Un desastre se puede entender de manera estricta como la destrucción parcial o total, transitoria o permanente, actual o futura de un medio, dentro de esto se pueden presentar pérdidas de vidas humanas así como de las condiciones de subsistencia, por el desencadenamiento de una fuerza o energía con potencial destructivo, sin embargo algunos autores mencionan que para que se presente un desastre natural tiene que existir una correlación entre fenómenos naturales peligrosos y determinadas condiciones como socioeconómicas y físicas vulnerables, ya que estas amenazas no afectan a todos por igual, las consecuencias desastrosas son proporcionales a la vulnerabilidad de las comunidades (Vargas, 2002; Romero & Maskrey, 1993).

[...] por eso el 90% de las víctimas de los desastres vive en países en desarrollo, en condiciones de pobreza que les empujan a vivir en áreas y viviendas de alto riesgo, propensas a ser afectadas por terremotos, maremotos, inundaciones, deslaves o erupciones volcánicas. Sus riesgos son mayores en tanto haya prácticas ambientales, tecnológicas y urbanísticas que exacerban el problema (Vargas, 2002, pág. 10).

### **I.1.1. Tipos de desastre natural**

Los desastres naturales se pueden clasificar en distintos tipos de acuerdo a su origen, como se muestra en la Figura I-I.

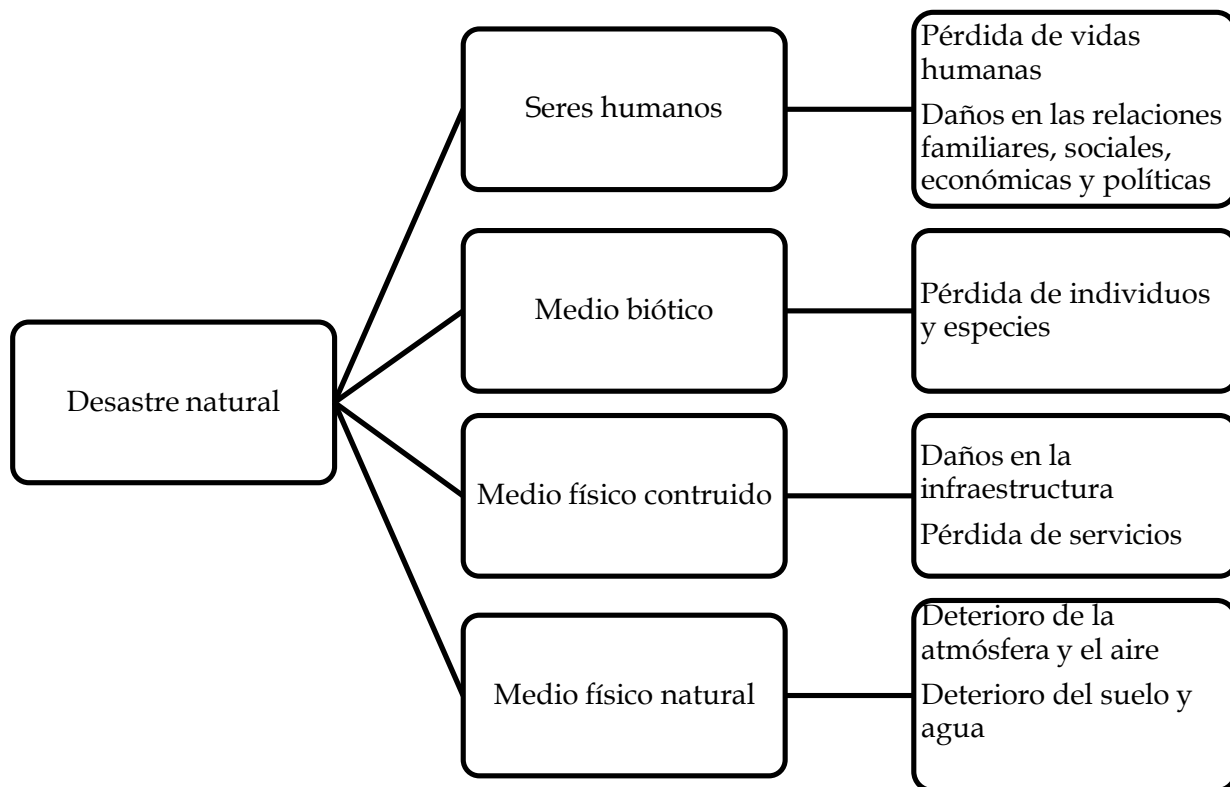


**Figura I-I. Tipos y clasificación de desastres naturales.**

**Fuente: Modificado de Vargas (2002).**

**I.1.2. Problemáticas asociadas a los desastres naturales**

La combinación de un fenómeno natural peligroso y distintos factores de vulnerabilidad, producen alteraciones en el medio, las cuales se ven reflejadas de acuerdo con algunos autores en cuatro principales componentes los cuales son la pérdida de vidas humanas, alteraciones en el medio biótico, daños en la infraestructura y daño en el medio natural (Figura I-II) (Vargas, 2002).



**Figura I-II. Consecuencias básicas de los desastres naturales**

**Fuente: Modificado de Vargas (2002).**

Se estima que se han perdido 1.35 millones de vidas humanas en los últimos 20 años, aunado a esto más de 4 000 millones de personas se han tenido que desplazar a otros lugares perdiendo su hogar y han resultado heridas, lo cual generó la necesidad de recurrir a algún tipo de ayuda de emergencia (Naciones Unidas, 2017).

Con relación a los daños económicos el costo que representan los desastres naturales se ha incrementado, tan solo en los últimos 50 años el costo económico relacionado con estos eventos paso de 3.9 mil millones de dólares a 63 mil millones

anuales en promedio, tan solo en el 2005 las pérdidas económicas se calculan en 220 mil millones de dólares, como ejemplo de estos daños económicos podemos mencionar el caso de los Estados Unidos tras los huracanes de Katrina y Rita en el 2005 donde se estimaron pérdidas económicas de 131 mil millones de dólares; durante el terremoto en Japón en el 2004 las pérdidas fueron de 28 mil millones. Según el Banco Mundial por cada dólar que se invierta en la reducción del riesgo de desastre se pueden reintegrar entre dos y tres dólares, esto en términos de los impactos de los desastres que se puedan evitar o reducir (Naciones Unidas, 2007).

Una problemática poco abordada en los trabajos relacionados a desastres naturales es la generación de residuos asociados a estos eventos, sin embargo la gestión de éstos es de suma importancia ya que representan una amenaza para la salud pública, la seguridad y el medio ambiente, además de que pueden representar un obstáculo para las tareas de rescate y recuperación (UNEP/OCHA, 2011).

Recientemente México se vio afectado por un sismo el 19 de septiembre de 2017, como consecuencia de este evento se generaron grandes volúmenes de residuos, los cuales desencadenaron una problemática compleja.

De acuerdo a la IBERO (2017) la emergencia fue atendida a tropezones y con puro sentido común, además menciona que:

“algunas decisiones en materia ambiental tomadas en medio de la crisis acarrearán consecuencias que también puede ser perjudiciales para el ser humano y el planeta [...] Son muchas las afectaciones al medio ambiente que derivan del sismo, pero una de las más visibles e inmediatas tiene que ver con la generación y disposición de los residuos” (pág. 1).

Se hace mención a que los residuos durante estos eventos catastróficos se incrementan por el consumo de alimentos empaquetados, agua embotellada y material de curación utilizado. Posterior a este desastre la SEMARNAT (2017) publicó los criterios a seguir para el manejo de los residuos generados, sin embargo

se menciona que se desconoce si esto se trata de una política emergente o existen antecedentes para este tipo de protocolos.

## **I.2. Residuos**

A partir de la publicación de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (2015), en el Diario Oficial de la Federación, se entiende por residuo al “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” (pág. 6).

### **I.2.1. Clasificación de residuos**

De acuerdo a la LGPGIR (2015, pág. 6), los residuos se clasifican en tres principales grupos, los cuales se mencionan a continuación:

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** Son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.
- **Residuos de Manejo Especial:** Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como RSU, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.
- **Residuos Peligrosos:** Son aquellos que posean alguna de las denominadas características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad,

inflamabilidad, biológico infeccioso), así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

### **I.2.2. Normatividad en materia de residuos en México**

Con respecto a la normatividad mexicana en materia de residuos, el 8 de octubre del 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la LGPGIR, esta ley introduce el esquema de: Gestión Integral de Residuos con principios de prevención, valorización y manejo integral, responsabilidad compartida, el que contamina paga y remediación de sitios contaminados. También introdujo instrumentos para la política de prevención y gestión integral de residuos e incluyó las atribuciones y competencias de los involucrados en el proceso de gestión (H. Congreso de la Unión, 2015).

Se han emitido distintas Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos, dentro de las cuales encontramos las siguientes:

- **NOM-098-SEMARNAT-2002:** Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes.
- **NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002:** Protección ambiental-Salud ambiental Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.
- **NOM-083-SEMARNAT-2003:** Establece 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.

- **NOM-052-SEMARNAT-2005:** Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- **NOM-161-SEMARNAT-2011:** Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

### **I.2.3. Residuos generados por un desastre natural**

Como se mencionó párrafos arriba, además de todas las pérdidas humanas que generan los desastres naturales, también se generan grandes volúmenes de residuos y se constituyen en un problema importante para las comunidades afectadas, ya que en la mayoría de los casos los sistemas encargados del manejo de residuos se ven rebasados y colapsan, esto se traduce en una carga extra para las comunidades. Las corrientes de residuos que se generan durante y posterior a un desastre natural son de composición mixta, e inclusive en ocasiones es difícil caracterizar todas las corrientes que se generan a causa de un desastre, la composición de estos residuos dependerá de las características de la sociedad que se vio afectada, así como de las características de los materiales de construcción del lugar (UNEP/OCHA, 2011).

También las corrientes de residuos dependerán de que tipo de evento es el que se haya presentado; en el año 2011 se publicó un manual para el manejo de residuos generados por un desastre (UNEP/OCHA, 2011), en éste se incluye una lista de los residuos que comúnmente se generan de acuerdo al evento y problemáticas causadas, como lo muestra la Tabla I-I.

**Tabla I-I. Residuos generados por desastre y sus problemáticas**

Tipo de desastre	Características de los residuos
<b>Temblores</b>	Estructuras de colapso (residuos atrapados dentro de estas estructuras, se pueden encontrar residuos peligrosos). Requiere de maquinaria pesada, que las comunidades rurales en muchas ocasiones no tienen acceso. Edificios colapsados que pueden obstruir los caminos de acceso. Grandes cantidades de escombros en comparación con los generados por otros desastres.
<b>Inundación</b>	Residuos sólidos urbanos generados en albergues. Residuos de madera. A menudo los residuos se mezclan con materiales peligrosos, como productos de limpieza o algunos electrónicos. Las inundaciones pueden traer barro, arcilla y grava lo que hace difícil es acceso una vez que el nivel del agua disminuye.
<b>Tsunami</b>	Pueden causar daños en la infraestructura y difusión de residuos en grandes áreas, los escombros pueden mezclarse con suelo, árboles y otros objetos como vehículos. Esto dificulta el manejo de estos residuos.
<b>Huracanes</b>	Los vientos fuertes pueden romper los techos de los edificios, pueden colapsar algunas paredes o casas completas Los residuos suelen extenderse sobre las calles, también se generan polvos como consecuencia de los vientos. Redes eléctricas y de teléfono colapsadas, así como transformadores.

**Fuente: Modificado de UNEP/OCHA (2011).**

Para el caso de México es escasa la información que mencione las corrientes de residuos que se generan a partir de un desastre natural. En el 2012 se publicó el *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos* (INECC/SEMARNAT, 2012) donde se mencionan los residuos que se generan principalmente dependiendo el tipo de desastre presentados (Tabla I-II), así como los tipos de residuos a atender en estas situaciones dependiendo de la zona afectada (Tabla I-III).



**Tabla I-II. Residuos generados por tipo de desastre**

Tipo de desastre	Escombros de edificación	Sedimentos del suelo	Residuos de maleza	Restos de propiedades	Cenizas y maderas
Huracanes	X	X	X	X	
Terremotos	X	X	X	X	X
Tornados	X		X	X	
Inundaciones	X	X	X	X	X
Erupciones		X			X

Fuente: INECC/SEMARNAT (2012, pág. 123).

**Tabla I-III. Tipos de Residuos Habituales a Atender en Situaciones de Desastre en las Zonas Afectadas**

Tipo de residuos	Fuentes prioritarias	
<b>Sólidos urbanos</b>	Población general	Residuos orgánicos que se pudren separados de residuos reciclables y de los residuos destinados a disposición final
	Albergues	
<b>Manejo especial</b>	Residuos orgánicos que se pudren Materiales que al dañarse se convierten en residuos que pueden representar un riesgo	
<b>Químico peligrosos</b>	Domésticos Establecimientos Micro, pequeños y grandes generadores	
<b>Biológico infecciosos</b>	Servicios de salud instalados Servicios de atención médica emergentes o habilitados	

Fuente: Fuente: INECC/SEMARNAT (2012, pág. 123).

### I.3. Gestión integral de residuos

De acuerdo a la LGPGIR (2015) se entiende por gestión integral de residuos al:

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 (H. Congreso de la Unión, 2015, pág. 4).

### **I.3.1. Gestión de residuos de desastre, contexto internacional**

Pocos países han desarrollado planes de gestión para el manejo de los residuos derivados de desastres naturales. En el año 2010 la Organización Panamericana de la Salud publicó una guía técnica para el manejo de los residuos sólidos generados en situaciones de desastre y emergencia, este documento proporciona medidas básicas para el manejo de residuos sólidos en emergencia, así como el manejo a largo plazo y las acciones prioritarias (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

La Organización de las Naciones Unidas, elaboró un manual en el 2011 para la gestión de este tipo de residuos; este documento contiene directrices útiles para identificar los tipos de residuos generados tras un evento catastrófico, así como las problemáticas que estos desencadenan, estas directrices fueron desarrolladas a petición de los gobiernos en el Grupo Consultivo Internacional sobre Medio Ambiente y Emergencias, y se basan en amplias consultas con las partes interesadas, nacionales e internacionales (UNEP/OCHA, 2011).

### **I.3.2. Gestión de residuos de desastre en México**

En el caso de México la gestión de residuos generados por desastre es un aspecto en el cual se tiene muy poco avance, como lo menciona el *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. Las inundaciones presentadas en el estado de Tabasco en el año 2007 dejaron lecciones que significaron un aporte valioso, que a través de la legislación, la política y el programa a nivel nacional, relativos a la prevención y

gestión integral de los residuos, se puedan incluir para conformar un sistema nacional para la atención de los residuos en situaciones de riesgo o desastres naturales (INECC/SEMARNAT, 2012).

El sismo del 19 de septiembre del 2017 acontecido en la parte centro del país (Estado de México, Morelos, Puebla y Ciudad de México) mostró la falta de estrategias y políticas de prevención en el ámbito de la gestión integral de residuos. El gobierno de México al no contar con planes bien definidos para gestionar estos residuos, se vio rebasado por los grandes volúmenes de residuos generados como consecuencia de la catástrofe. El 29 de septiembre la SEMARNAT publicó los criterios a seguir para el manejo de residuos de construcción y demolición que se generaron tras el sismo referido, éstos están basados en la LGPGIR y contemplan la ubicación de sitios de disposición final, operación de los sitios de disposición final, aprovechamiento y reciclaje de residuos de construcción y demolición y el saneamiento y clausura de sitios de disposición final (SEMARNAT, 2017).

Es importante mencionar que para el caso de la gestión de residuos del sismo del 19 de septiembre de 1985, existe poca información acerca del manejo que se le dio a estos residuos, algunos medios mencionan que los residuos que se generaron en ese año a consecuencia del sismo fueron dispuestos en el Bordo Poniente, así como otra parte fueron transportados a los predios donde actualmente se construye el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. De la misma manera los residuos fueron manejados sin ninguna estrategia de separación, se menciona que incluso algunos cuerpos humanos fueron transportados a estos sitios y el sector de los pepenadores fueron los encargados de separar algunos de estos residuos (IBERO Ciudad de México, 2017).

Para el caso del estado de Morelos se publicaron los nueve sitios autorizados por la SEMARNAT y la PROFEPA el 29 de septiembre de 2017, para disponer los residuos generados tras el sismo mencionado, mismos que están distribuidos en los

municipios de Cuautla, Cuernavaca, Jiutepec, Mazatepec, Tepoztlán, Tlaltizapán y Yecapixtla (SDS, 2017).

Los casos anteriores evidencian que el gobierno de México, en sus tres órdenes (Federal, Estatal y Municipal), no cuentan con estrategias para la gestión integral de residuos generados en situaciones de desastre.

## Capítulo I. MARCO TEÓRICO

El análisis de literatura especializada permitió conocer el estado del arte de los residuos generados tras un desastre natural.

Brown *et al.* (2010), realizaron una investigación documental donde analizaron los efectos sociales, económicos y ambientales de la gestión de residuos tras el terremoto de L'Aquila, Italia en el 2009 y el impacto de los marcos institucionales (legales, financieros y de organización), ya que las instituciones no siempre actúan de una manera efectiva en situaciones de emergencia, ya sea por la falta de regulaciones, organización inadecuada, o falta de fondos destinados a una situación de emergencia; esto puede afectar la eficiencia de la gestión de residuos producidos en situaciones de desastre. Los resultados que obtuvieron fue que de acuerdo al personal que participo en la etapa de emergencia y recuperación en L'Aquila, los residuos generados representaron un obstáculo importante durante la transición a la recuperación. También los complejos requisitos legales obstaculizaron los esfuerzos para retirar, valorizar y disponer los residuos generados, esto representó un problema importante para la gestión eficiente de estos residuos. Se llegó a la conclusión de que una eficaz gestión de residuos de desastre tiene impacto social, económico y ambiental, por ello la importancia de contar con una buena planificación de la gestión de estos residuos y con instituciones flexibles y herramientas sólidas.

Por otro lado Shibata *et al.* (2012), realizaron un trabajo donde se analizó la necesidad de mejorar la respuesta mediante la investigación de las características de los residuos de desastre, esto se hizo en cuatro ciudades de Japón tras el terremoto el 11 de marzo del 2011 en la región este del país. Para llevar a cabo este estudio se visitaron las ciudades de estudio así como los sitios de disposición de los residuos generados tras la catástrofe, se aplicó una observación de los residuos para

determinar sus características. Como resultado de esta investigación se reportó que se generaron grandes cantidades de residuos tras el desastre natural, tan solo en Fukushima se estima que se generaron 2.3 millones de toneladas de residuos, mismos que fueron difíciles de identificar, esto por la mezcla de las distintas corrientes de residuos, a pesar de que las ciudades ya se han recuperado de la mayoría de los problemas causados por el terremoto se menciona que los problemas asociados con los residuos producidos por el desastre siguen estando presentes y estos permanecerán durante un largo tiempo.

Jianzhuang *et al.* (2012), mencionan que como consecuencia del terremoto presentado en mayo del 2008 en la provincia de Sichuan en la República Popular de China, se generó una enorme cantidad de residuos de construcción como consecuencia del derrumbe de casas y edificios, por ello realizaron una investigación sobre los daños que se presentaron en la zona afectada por el terremoto, se evaluó la relación entre los edificios y estructuras dañadas y los residuos generados, se hizo por medio de un modelo matemático por el cual se pudo estimar la cantidad de residuos de construcción presentes en la zona afectada, se describió la composición, características y distribución de los residuos de construcción en área del desastre. Como conclusión se menciona que se generaron enormes cantidades de residuos de construcción, aproximadamente 380 mil toneladas, los principales residuos fueron hormigón y ladrillos. La mayoría de estos residuos provenían de estructuras y edificios de mampostería. Se menciona que con el aumento en la actividad sísmica se generan cada vez una mayor cantidad de residuos, la reutilización y el reciclaje de los residuos serviría para la reconstrucción de las zonas afectadas, esto se debe tomar como el principal método para la gestión de estos residuos de construcción.

Por otro lado Asari *et al.* (2013), realizaron una revisión de un manual creado por un equipo de trabajo designado para atender la gestión de residuos y la reconstrucción tras el terremoto en Japón en marzo del 2011, de igual manera se hizo

una evaluación de las directrices existentes para la gestión de residuos de desastres en varios países. Identificaron directrices útiles creadas por las agencias internacionales, gobiernos nacionales y locales. Se menciona que a pesar de que existen numerosas directrices y planes de manejo de estos residuos es necesario que estos se adapten a la situación de cada país. Los autores llegan a la conclusión de que las experiencias adquiridas tras el terremoto deben de ser útiles para un futuro y para hacer frente a los desastres naturales y los problemas asociados con la generación de residuos se requiere de la recopilación de conocimientos básicos, mejorar la capacidad de las organizaciones para manejar los problemas en el sitio. Resulta importante compartir y tomar estas experiencias para generar estrategias de gestión de residuos tras los desastres naturales.

En el año 2014 se llevó a cabo una investigación basada en una revisión de los aspectos técnicos y operativos de la gestión de residuos tras un terremoto, lo hizo por medio de una investigación documental de distintos terremotos que se han presentado en los últimos años en distintas partes del mundo, con ello muestra una lista de la composición así como la cantidad de residuos que se generaron a partir de estos terremotos, también menciona el manejo y los tratamientos que se le dio a los residuos. El autor llega a la conclusión de que los residuos que se generan tras un terremoto se deben gestionar de manera coordinada, con la finalidad de minimizar los impactos en la salud pública y ambiental, y que la comunidad afectada se pueda recuperar de la mejor manera. Por lo tanto las comunidades deben desarrollar planes de gestión de residuos, estos planes deben tratar temas como la composición y cantidad de residuos, el manejo y tratamiento, los sitios de disposición final, el transporte, los fondos y reglamento, entre otros (Brown, 2014).

Tras los terremotos de Nepal presentados el 25 de abril y 12 de mayo del 2015 Mushtaq (2015) efectuó un trabajo de investigación donde se identificaron los desafíos y oportunidades para la recuperación y utilización de residuos en situación de desastre en los países en desarrollo, para esto se identificaron los diversos tipos

de desastres y las corrientes de residuos asociados con estos, así como los desafíos y oportunidades para la recuperación y la utilización de los residuos generados, se analizaron las estrategias de gestión de residuos y por último se analizó la situación actual de la gestión de residuos en Nepal tras el terremoto. Como conclusión del trabajo el autor menciona que la experiencia de Nepal tras el terremoto muestra que la financiación y la capacidad técnica, incluyendo el equipo y los recursos humanos, son fundamentales para una gestión eficiente de los residuos generados tras el desastre, por lo tanto es necesario que los países en desarrollo pongan un mayor esfuerzo en cumplir con estas necesidades.

En otro trabajo realizado por Kawamoto y Kim (2015) se examinó como la sociedad interfiere en la eficiencia de la gestión de residuos, este estudio se llevó a cabo en 27 ciudades de la costa de Japón tras el sismo en este país en el 2011. La recolección de datos se hizo mediante encuestas. Los resultados obtenidos fueron que la gestión de residuos es más eficiente en términos de habilidades y conocimiento de la sociedad y que estas aptitudes mejoran durante el periodo de recuperación, en las comunidades más afectadas por la catástrofe la cooperación y participación para la gestión de residuos por parte de la sociedad fue mayor, esto logró una mayor eficiencia en la gestión de residuos, sin embargo en las comunidades menos afectadas la sociedad se sintió con una menor necesidad de cooperar y esto tuvo como consecuencia la disminución de la eficiencia en la gestión de residuos. La tasa de cooperación disminuyó conforme pasaron las siguientes etapas del desastre. De acuerdo con los autores esto demostró que la eficiencia de la gestión de residuos tras un desastre natural depende de la cooperación de la sociedad y también dependerá de las habilidades y conocimientos con los que cuentan.

Nor *et al.* (2016), realizaron una investigación en Malasia sobre la gestión de residuos de desastre, en dicho trabajo exploraron las cuestiones políticas y estrategias relativas a la gestión de residuos, los objetivos del trabajo fueron



identificar los efectos que causan los residuos en el medio ambiente, con la finalidad de proporcionar bases desde las cuales se muestre la necesidad de incluir en las directrices de gestión de desastres el tema de los residuos. Para llevar a cabo dicha investigación se hizo por un método mixto (cualitativo y cuantitativo), se consultaron fuentes documentales, también se realizaron encuestas a autoridades encargadas de la gestión de residuos y a particulares involucrados en la gestión de residuos de desastre. Los resultados obtenidos fueron que las autoridades deben desempeñar un papel más eficiente hacia la gestión integral de los residuos posteriores a los desastres, se identificaron cuatro estrategias para el logro de la gestión de estos residuos, la primera de ella es la recuperación y reciclado de los materiales así como un método de eliminación y/o disposición final eficiente. El segundo punto es mejorar la educación en la sociedad en general y particularmente en las personas involucradas en el sistema de la gestión de residuos de desastre. El tercer punto se refiere al control y disminución de los residuos generados. El último punto aborda el tema de mejorar y seguir las políticas y leyes existentes en el ámbito de los residuos. Los autores llegan a la conclusión de que el tema de la gestión de residuos de desastre en Malasia no se ha abordado con seriedad, por lo tanto se requiere evidencia científica para proporcionar información sobre la situación actual y las acciones que se deben de tomar, teniendo en cuenta el impacto social, económico, ambiental y técnico.

Posterior al terremoto en Japón en el año 2011 Toshiaki (2016) realizó un trabajo en el cual analizó el costo y la eficiencia de la eliminación de los residuos asociados con dicha catástrofe. Para el análisis de estas variables se hizo por medio de un análisis paramétrico de mínimos cuadrados, con lo cual se estimó los factores que afectan y/o intervienen en los costos de eliminación de los residuos, también se realizó un análisis no paramétrico con lo cual se estudió la eficiencia de la gestión de residuos. Los resultados que obtuvo el autor indicaron que una mayor tasa de

reciclaje de los residuos de desastre disminuye los costos de eliminación, también indican que el tamaño del área de gestión aumenta el costo promedio.

En el año 2016 Devendra y Akhilesh publicaron un trabajo donde se analiza la gestión de residuos de desastre y se examina como gestionar estos residuos para traer una respuesta efectiva, para ello se utilizó una técnica llamada DEMATEL desarrollada para estudiar problemas complejos, es capaz de analizar las relaciones, e identificar los factores básicos para ayudar a decidir acerca de problemas complejos. El estudio reveló que para que la gestión de residuos de desastre sea exitosa debe involucrar la participación de la comunidad, de personal capacitado, intercambio de información con otras experiencias (Devendra Kumar & Akhilesh, 2016).

## Capítulo II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En los últimos años los desastres naturales se han presentado con mayor frecuencia en todo el mundo, trayendo impactos sociales, económicos y ambientales (Devendra Kumar & Akhilesh, 2016). Se estima que estos desastres provocan pérdidas anuales por 520 mil millones de dólares y la pobreza de 26 millones de personas (Glasser & Espinosa, 2017); también, como consecuencia de estos desastres, se generan grandes cantidades de residuos, que representan un peligro para la salud pública y ambiental, además de que obstaculizan los trabajos que se realicen en la zona. Estos residuos se producen desde el primer momento del desastre y se van generando en las siguientes etapas de respuesta y recuperación (UNEP/OCHA, 2011).

El 19 de septiembre del 2017 se presentó un sismo de magnitud 7.1, con epicentro en el estado de Morelos y sus límites con Puebla que provocó distintas afectaciones en varios municipios de la entidad. La comunidad de Tetela del Volcán se vio afectada por el derrumbe de varias casas. Estos hechos generaron grandes cantidades de residuos, además sumado a esto, la ayuda que llegó al lugar tras el sismo incrementó el volumen de residuos sólidos urbanos. Por ello se planteó la necesidad urgente de realizar un análisis del manejo que se les dio a estos residuos generados en situación de desastre. Por lo tanto se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la situación de la generación de residuos tras el sismo de septiembre del 2017 en Tetela del Volcán?, ¿Qué tipo de residuos se generaron tras este sismo?, ¿Cuál es el manejo que se ha dado a los residuos generados en esta situación de desastre? Y ¿Cuáles serán los efectos potenciales causados por la forma en la que se están manejando los residuos producidos tras el sismo?

Debido a estas problemáticas es necesario contar con planes eficientes de manejo de estos residuos, los cuales sirvan como políticas de prevención. Para

generar estos planes es necesario analizar las estrategias vigentes para el manejo de residuos asociados a los desastres naturales. El sismo registrado el 19 de septiembre del 2017 permitió analizar el manejo que recibieron estos residuos en una situación real de desastre. Por lo anterior el municipio de Tetela del Volcán, Morelos, representa un importante referente, al ser una de las comunidades rurales más afectadas en la entidad. Se consideró pertinente tomarlo como caso de estudio y a partir del análisis generar y proponer estrategias integrales en la gestión de estos residuos. Esto servirá de referente para la gestión de residuos asociados a desastres naturales en comunidades rurales.

## Capítulo III. OBJETIVOS

### III.1. Objetivo general

- Analizar el manejo de residuos tras el sismo del 19 de septiembre en Tetela del Volcán, Morelos.

### III.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los residuos generados tras el sismo del 19 de septiembre en Tetela del Volcán, Morelos.
- Describir el manejo de los residuos post sismo en Tetela del Volcán, Morelos.
- Realizar una revisión bibliografía de los impactos potenciales que tienen los residuos generados bajo situación de desastre.
- Proponer las bases para una estrategia integral del manejo de residuos generados en situación de sismo en Tetela del Volcán, Morelos.

## **Capítulo IV. PROPUESTA A IMPLEMENTAR**

### **IV.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación elegido para la realización de esta tesina es la diagnóstica pues su finalidad es “identificar qué factores intervienen en un escenario dado, cuáles son sus características y cuáles sus implicaciones, para poder generar una idea global del contexto del objeto de estudio, y así permitir tomar decisiones en función de esa información recopilada y analizada” (Rodríguez, 2017, pág. 1).

Para este caso de estudio se identificó la problemática a analizar (situación), la cual corresponde al manejo de los residuos de desastre generados a partir del sismo del 19 de septiembre del 2017; el estudio de este caso seleccionado es el municipio de Tetela del Volcán, Morelos (escenario).

### **IV.2. Delimitación**

La presente investigación se realizó en el municipio de Tétela del volcán, Morelos (Figura IV-I). De acuerdo a algunos reportes se estima que en el municipio al menos hubo 1,889 casas derrumbadas o que presentaron daños graves (Periodico Oficial Tierra y Libertad, 2017). Dentro de este municipio se encuentra la comunidad de Hueyapan, una de las más afectadas del municipio con al menos 989 las viviendas afectadas (Gobierno Municipal de Tetela del Volcán, 2017). Además esta comunidad cuenta con 6,478 habitantes, y presenta un alto grado de marginación (SEDESOL, 2013)

Sumado a esto, la comunidad recibió numerosas despensas de ayuda, como consecuencia de esto se generaron grandes volúmenes de residuos asociados a la situación de desastre.

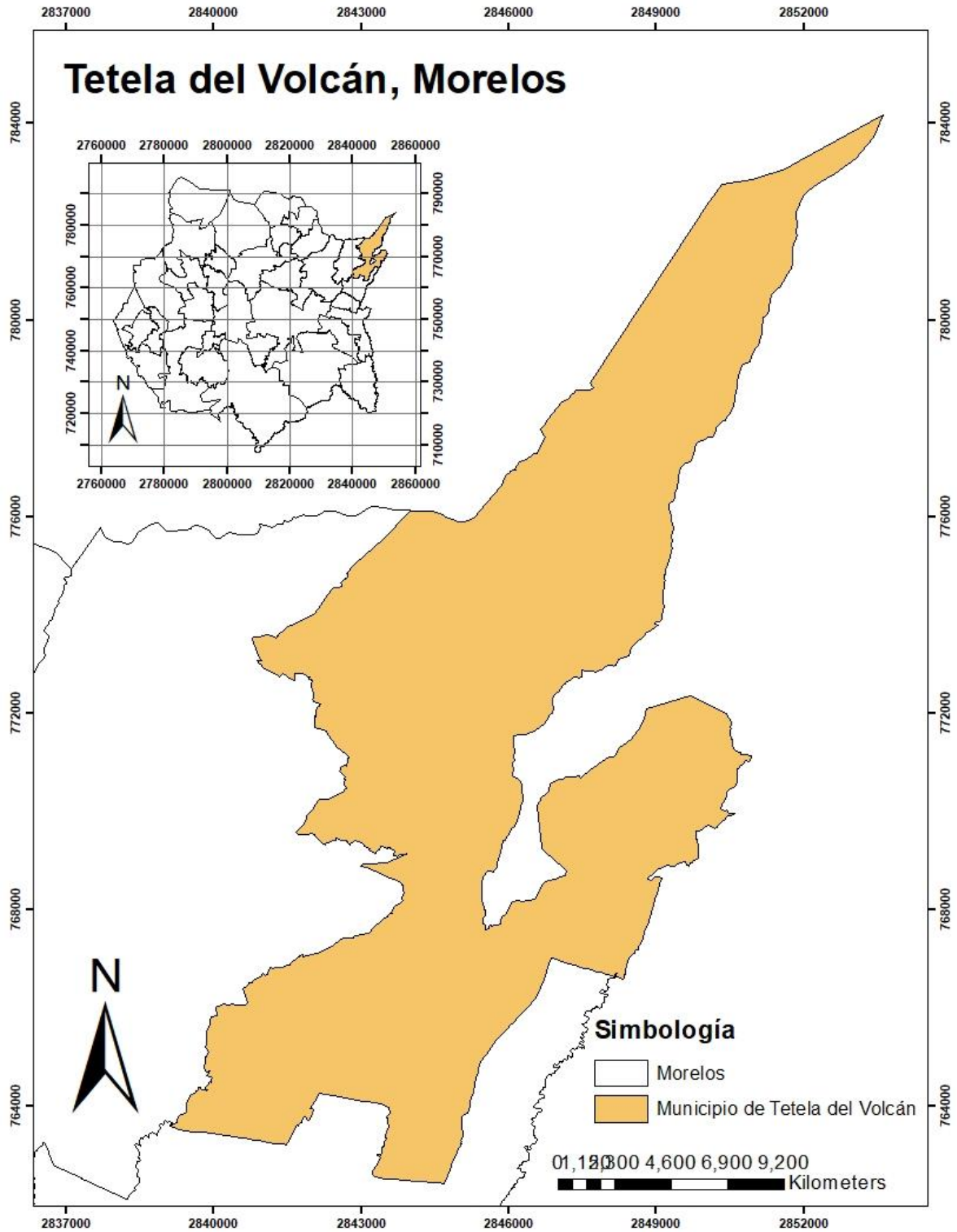


Figura IV-I. Sitio de estudio, Municipio de Tetela del Volcán, Morelos (Elaboración propia).

### **IV.3. Técnicas de recolección de datos**

Para el estudio de esta problemática se realizaron visitas al sitio de estudio y en él se aplicaron distintas técnicas para la recolección de datos: la primera de ellas fue la observación no estructurada, definida como una observación que no se toma en cuenta categorías o indicadores que guíen el proceso, se llevan a cabo registros libres de los acontecimientos, no se apoya de técnicas específicas, esta se puede realizar cuando no se conoce suficiente del objeto de estudio, es útil como un primer acercamiento, sin embargo se corre el riesgo de registrar procesos aislados y de poca funcionalidad o relevancia (Campos *et al.*, 2012), misma que fue de utilidad para tener un primer acercamiento y obtener información general del acontecimiento.

Se realizó una observación estructurada, es decir, una observación metódica la cual se apoya de instrumentos como la guía de observación, diario de campo, aparatos de grabación (cámara fotográfica etc.), formatos para recolección de datos, “resulta imperante el reconocimiento de la metodología más conveniente para el alcance de los propósitos en el tiempo estimado y así para evitar la aparición de variables extrañas en la investigación” (Campos *et al.*, 2012, pág. 9) por ello es necesario tener en cuenta que o quienes se observan, determinar el fundamento por el cual se rige la observación, realizar registros de observación y seleccionar los procesos que darán cuenta al análisis de lo observado.

Se realizó una entrevista formal, “en este tipo de entrevista las preguntas se elaboran con anticipación y se plantean a las personas participantes con cierta rigidez o sistematización [...] esto permite que las respuestas a esas preguntas se puedan clasificar con más facilidad” (Vargas Jiménez, 2012, pág. 125)



#### **IV.4. Método y enfoque de la investigación**

El método utilizado para la presente investigación fue inductivo, ya que se analizó un fenómeno particular, el cual es la situación del manejo de los residuos producidos tras el sismo en Tetela del Volcán, Morelos, al analizar esta problemática a partir del estudio de caso se pudo tener información que permitió tener bases para dar propuestas para la construcción de estrategias integrales para el manejo de los residuos producidos en situaciones de desastre en comunidades rurales.

Por lo anterior esta investigación tiene un enfoque cualitativo, este tipo de investigación se entiende como “cualquier tipo de investigación que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación” (Strauss & Corbin, 2002, pág. 19), por lo tanto en esta investigación no se realizaron operaciones estadísticas para evaluar el fenómeno estudiado.

#### **IV.5. Caracterización de los residuos**

Para la caracterización de los residuos generados tras dicho evento, el día 28 de octubre del 2017, se efectuó un recorrido a fin de identificar sitios donde se encontraran residuos propios del sismo, los cuales fueron geoposicionados. Apoyados de los tipos de observación e instrumentos para la recolección de datos (guías de observación, diario de campo, cámara fotográfica), que se han descrito anteriormente, se tomó evidencia gráfica y escrita de las corrientes de residuos observados.

La caracterización de los residuos se llevó a cabo siguiendo sus características observables y tomando como base el *Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición* (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013) y un trabajo realizado por Hernández (2018), se hizo una clasificación de estos residuos los cuales se dividieron en categoría, clase y subproductos.

#### **IV.6. Manejo de residuos**

El día 28 de marzo del 2018, se realizó un recorrido por los sitios geoposicionados con la finalidad de observar cambios y/o ausencia de los residuos. Se llevó a cabo una entrevista formal con los actores directos encargados de los residuos (operadores de residuos y autoridades municipales) para obtener información precisa acerca de las estrategias con las que cuentan para atender la generación de residuos durante el sismo.

Para describir el manejo se diferenciaron los RSU y los Residuos de colapso y demolición. Con los datos obtenidos a partir de la entrevista, fue posible identificar cada uno de los pasos del manejo de los residuos. Esto se complementó con una visita al sitio de almacenamiento temporal de los RSU en el Municipio de Yecapixtla, donde son transportados los RSU generados en Tetela del Volcán.

#### **IV.7. Impactos potenciales de residuos en situación de desastre**

La descripción de los impactos potenciales de los residuos tras una situación de desastre se hizo a través de una revisión bibliográfica en la plataforma de Google Académico, donde se realizó una búsqueda de artículos científicos donde se analizaran escenarios de desastre tras un evento sísmico, con características de los residuos y/o escenarios parecidos al sitio de estudio y donde se describieran los impactos ocasionados por los residuos generados.

#### **IV.8. Propuesta de bases para una estrategia integral del manejo de residuos de desastre**

Tras el análisis del manejo de residuos generados tras dicho evento, que se describe en párrafos atrás, y la realización de una búsqueda bibliográfica en la plataforma de

Google Académico, de artículos donde se describan experiencias en el manejo de residuos tras un evento sísmico. Con esto se plantearon las bases para desarrollar una estrategia integral de manejo de residuos tras un desastre en comunidades con características similares al sitio de estudio.

## Capítulo V. PRINCIPALES HALLAZGOS

A partir de las técnicas aplicadas para la recolección de datos, y los recorridos efectuados en la comunidad, se obtuvieron los siguientes resultados.

El día 28 de octubre del 2017 se realizó un recorrido en el municipio de Tetela del Volcán, el recorrido se efectuó con el apoyo de personas de la comunidad involucradas en la etapa de emergencia post sismo. A partir de este recorrido se logró identificar 10 sitios de disposición de estos residuos (Figura V-I). Los cuales se ubicaron dentro de la comunidad de Hueyapan y en la colindancia con la cabecera Municipal.

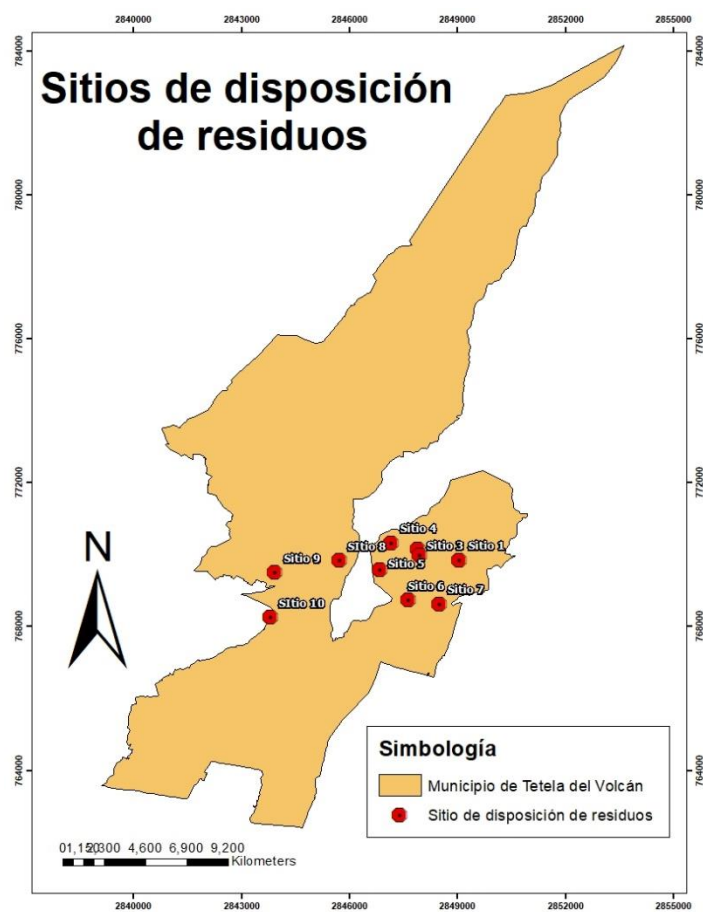


Figura V-I. Sitios de disposición de residuos en Tetela del Volcán, Morelos (Elaboración propia).

### V.1. Tipos de residuos generados tras el sismo

De acuerdo a las técnicas de recolección de datos que se aplicaron en el lugar se identificaron los tipos de residuos generados, de acuerdo a la clasificación de la LGPGIR (2015) los tipos de residuos que se pudieron observar en el lugar fueron principalmente residuos de manejo especial, con una composición de corrientes mixta pero predominante los escombros, y residuos sólidos urbanos que se generaron tras la ayuda que llegó al lugar y de los albergues temporales.

La clasificación de las principales corrientes de residuos de manejo especial que se generaron posterior al sismo, de las demoliciones y los derrumbes, se realizó por medio de sus características cualitativas que pudieron ser observadas en el lugar y el posterior análisis del material gráfico recabado en el sitio (Tabla V-I). Así mismo para esta clasificación se tomó como base el *Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición* (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2013) y la clasificación realizada por Hernández (2018).

**Tabla V-I. Residuos generados.**

<b>Categoría</b>	<b>Clase</b>	<b>Subproductos</b>	<b>Sitio de almacenamiento</b>
<b>Residuos de colapso y demolición</b>	Residuos pétreos	Concretos, ladrillos, postes de cemento, block, fragmentos de roca, adobes, cerámicas, tabiques, tejas	Dentro o cercanos a cuerpos de agua
	Residuos no Pétreos	Poliducto, cartón, plásticos, laminas, PVC	
	Residuos metálicos	Varillas, armex	
	Otros	llantas	
<b>RSU</b>	RSU	RSU	Planta de valorización de Yecapixtla

**Fuente: Elaboración propia**

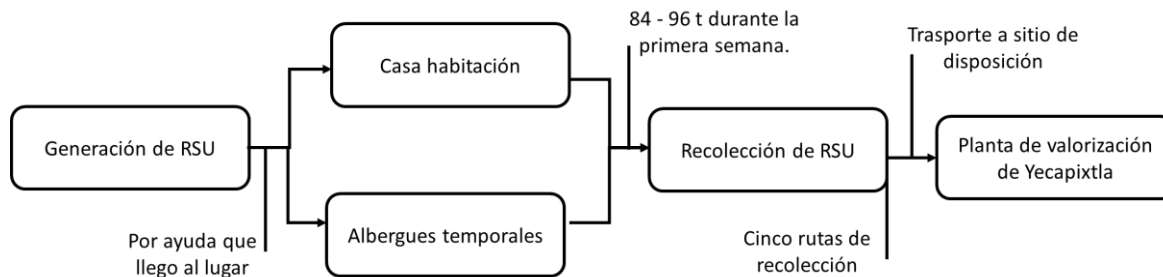
## **V.2. Manejo de residuos post sismo**

Para identificar el manejo de los residuos, como ya se mencionó se realizaron recorridos en el municipio, así mismo por medio de la entrevista formal se solicitó información acerca de las estrategias que se siguieron para el manejo de estos residuos. La información recabada mostró que se siguieron estrategias distintas dependiendo el tipo de residuos (RSU, RME), a continuación se describe el manejo de acuerdo al tipo de residuos.

### **V.2.1 Manejo de residuos sólidos urbanos**

Para el manejo de los residuos sólidos urbanos en la comunidad de Hueyapan se cuenta con un sistema de recolección el cual se efectúa cinco días a la semana, las rutas de recolección están distribuidas por cinco zonas, donde el vehículo recolector pasa una vez a la semana, la recolección que se realiza es por método de acera y los residuos recolectados se transportan directamente a una planta de valorización ubicada en el municipio de Yecapixtla. La capacidad del vehículo recolector es de 7 a 8 toneladas sin compactación, dependiendo del tipo de residuos. En condiciones normales la comunidad de Hueyapan recolecta de 35 a 40 toneladas a la semana de RSU.

La información recibida (entrevista formal) por parte de la dirección de servicios municipales de dicha comunidad, muestra que en la primera semana posterior al evento sísmico se generaron de 84 a 96 toneladas de RSU, esto refleja un incremento del 140% de la generación. Las estrategias que se siguieron para el manejo de estos residuos fueron las que cotidianamente se realizan, sin embargo las rutas de recolección se hicieron dos veces al día en cada zona, y se laboró el día sábado. Los residuos recolectados fueron transportados a la planta de valorización de residuos en el municipio de Yecapixtla (Figura V-II), siguiendo las disposiciones hechas por el Gobierno del Estado, esto muestra que el sistema de manejo de RSU no colapsó durante la etapa de emergencia posterior al desastre.



**Figura V-II. Manejo de RSU.**

Sin embargo la el manejo de estos residuos no resulto ser eficiente, esto pudo ser observado en una visita realizada a la planta de valorización de Yecapixtla, donde se trasladan los RSU de esta comunidad. Durante esta visita se observó que la planta de valorización no está en operación, así mismo no se cuenta con algún registro de los vehículos que entran con RSU, fue evidente la presencia de fauna nociva, así como una falta de control en el almacenamiento de estos residuos (Anexo 2).

### **V.2.2 Manejo de residuos de colapso y demolición**

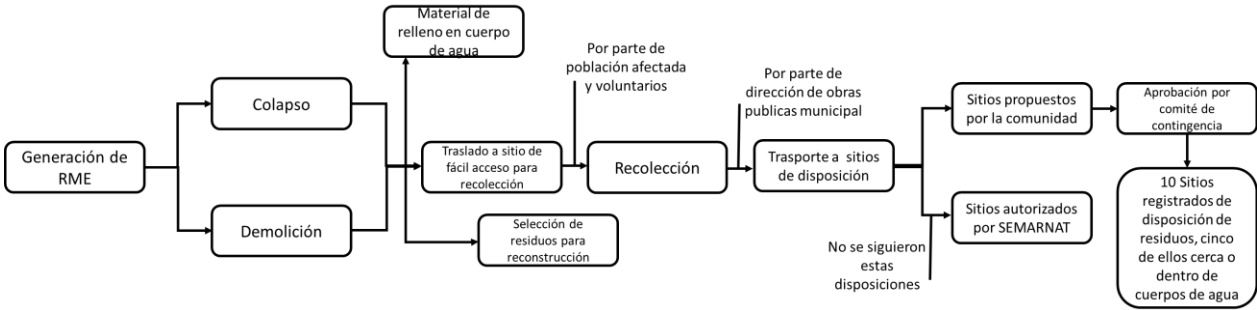
México y particularmente el Estado de Morelos no cuentan con planes de manejo de residuos generados tras un desastre. El 10 de febrero del 2017 se publicó la *Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos (2017)*, en el Periódico Oficial Tierra y Libertad, sin embargo esta estrategia no contempla el manejo de estos residuos. En respuesta a esto la Secretaria de Desarrollo Sustentable publico los sitios que fueron habilitados para la disposición de los residuos generados tras el sismo, siguiendo los criterios publicados por la SEMARNAT. Para la disposición de los residuos generados en el municipio de Tetela del Volcán le fue asignado el punto ubicado en la planta de valorización del municipio de Yecapixtla.

A partir de la aplicación de las técnicas de recolección de datos, se identificó que en las estrategias para el manejo de estos residuos no se contemplaron las disposiciones publicadas por la Secretaria de Desarrollo Sustentable, ni los criterios publicados por la SEMARNAT. A partir de la información obtenida tras la aplicación

de una entrevista formal a la sub-dirección de obras públicas del municipio de Tétela del Volcán, fue posible conocer que las estrategias seguidas para el manejo de estos residuos estuvieron a cargo de un comité que fue creado para atender la contingencia, con apoyo de personal de la Secretaría de Desarrollo Sustentable. La dirección de obras públicas municipal fue la encargada de la recolección y traslado de estos residuos a los sitios de disposición. De acuerdo a la información obtenida los puntos que se escogieron para la disposición de estos residuos fueron propuestos por habitantes de la comunidad y puestos a consideración del comité y en su caso aprobados.

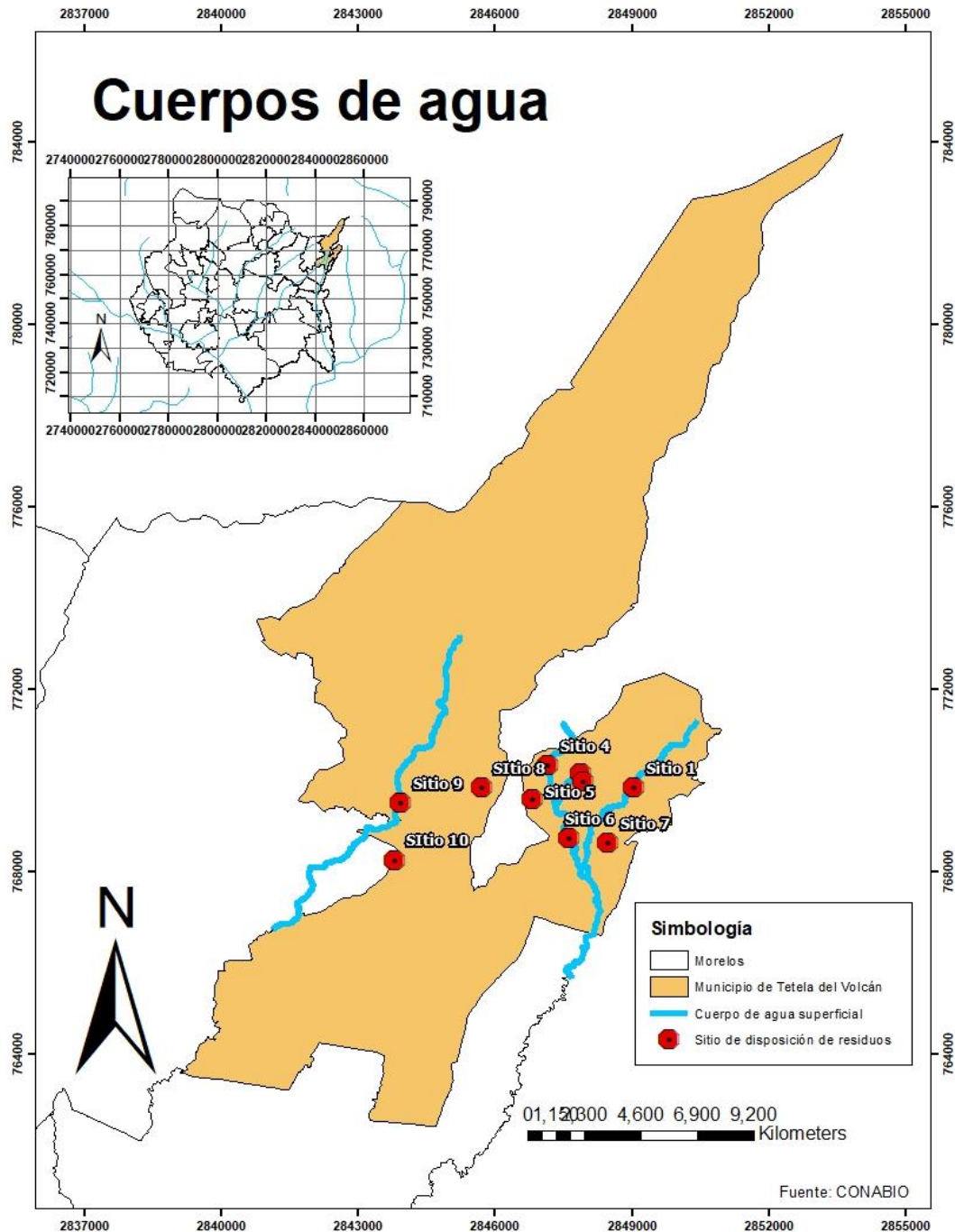
En el caso de la comunidad de Hueyapan el manejo estuvo a cargo de la dirección de servicios municipales del ayuntamiento, con apoyo de la dirección de obras públicas (para la recolección y traslado). El manejo de estos residuos se puede dividir principalmente en cuatro etapas. La primer etapa fue la generación los residuos, por colapso durante el sismo o por demolición al presentar daño en su estructura. Posterior a esto los integrantes de cada vivienda afectada y con apoyo de voluntarios, tuvieron la responsabilidad de llevar los residuos a la vía pública o donde fuera posible el ingreso de camiones y maquinaria para la recolección. Durante el transcurso de esta etapa los propietarios de estas viviendas seleccionaron distintos residuos (vigas de madera, láminas, blocks en buen estado), los cuales les fueran útiles para la reconstrucción de sus viviendas. Posteriormente se efectuó la recolección de estos residuos con el apoyo de las autoridades locales, para ser trasportados a un sitio de disposición (Figura V-III).





**Figura V-III. Manejo de residuos de demolición y colapso.**

Como ya se mencionó anteriormente a partir de los recorridos efectuados se pudieron identificar 10 sitios de disposición de residuos, estos sitios no contaban con las características publicadas por la SEMARNAT, además no correspondían a los sitios autorizados por el Gobierno del Estado. Los sitios 1, 3, 4, 6 y 9 fueron encontrados dentro o cercanos a cuerpos de agua superficiales (barrancas) (Figura V-IV).



**Figura V-IV. Sitios de disposición de residuos y cuerpos de agua en Tetela del Volcán, Morelos (Elaboración propia).**

Los puntos encontrados fueron geoposicionados con la finalidad de tener registro de su ubicación exacta, con esto el día 28 de marzo del 2018 se realizó un nuevo recorrido por cada uno de los puntos. Para este recorrido se aplicó una

observación estructurada, así mismo por medio de la evidencia grafica recabada en la primera visita y con la información registrada en el diario de campo, se pudo comparar el estado actual de cada uno de los sitios. Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

En el sitio 1 los residuos tenían las mismas características y composición que lo registrado durante la primera visita, sin embargo los residuos ya no fueron observados a un costado del cuerpo de agua y se observó que todos habían sido arrojados en el cuerpo de agua. En el sitio 2, se pudo identificar que los residuos fueron utilizados como material de relleno en la reconstrucción de algunas viviendas.

La situación del sitio 3 fue compleja, durante la primera visita se pudo registrar distintos tipos de residuos de colapso y demolición de viviendas, así como llantas de automóvil, estos residuos se observaron a un costado del cuerpo de agua (barranca). Sin embargo durante la segunda visita se pudo observar que estos residuos fueron utilizados como material de relleno dentro del cuerpo de agua, en una superficie aproximada de 1,800 m<sup>2</sup>. De acuerdo a la información brindada por autoridades del municipio en este sitio se transportaron la mayor parte de residuos de colapso y demolición que se generaron durante dichas etapas, con la finalidad de rellenar este sitio para la construcción de una obra pública.

En el sitio 4 no se encontraron los residuos en el lugar donde se tenía registro de la primera visita, sin embargo pudieron observarse residuos arrojados dentro del cuerpo de agua. En el sitio 5 los no se observaron residuos, por información proporcionada por gente de la comunidad se pudo conocer que estos residuos habían sido transportados al sitio 3, así mismo se pudo identificar otro sitio de disposición de residuos a un costados del sitio 5.

En el sitio 6 y 7 la situación de los residuos no difirió de lo registrado durante el primer recorrido. En el sitio 8 ya no se observaron residuos. En el sitio 9 y 10 los

residuos observados correspondían a las mismas características de lo registrado durante la primera visita.

### **V.3. Impactos potenciales generados por los residuos bajo una situación de desastre, otras experiencias**

Se realizó una revisión bibliográfica de los impactos que generan los residuos tras un escenario de desastre. A continuación se mencionan los principales hallazgos en otras experiencias documentadas.

De acuerdo al estudio realizado por Brown *et al.* (2010), el terremoto que se presentó en Italia en el 2009, ocasiono distintos impactos ambientales, económicos y sociales. Dentro de los impactos ambientales que se mencionan en el estudio, son principalmente relacionados con el aumento en la generación de estos residuos, lo cual se resolvió con la incineración sin algún control, lo cual provoca emisiones de gases contaminantes. Por otro lado se menciona que la mayoría de los rellenos sanitarios no están diseñados para recibir los residuos de colapso y demolición, esto implica que estos residuos dispuestos en sitios no controlados generaron impactos al ambiente en un periodo largo de tiempo.

Dentro de los impactos económicos ocasionados por la generación de residuos se pueden identificar los costos directos e indirectos. Dentro de los costos directos se encuentran el costo del manejo de estos residuos, ya que en pocas ocasiones se tienen contemplados estos eventos dentro de los planes de manejo y presupuesto asignado para ello, al presentarse un evento de esta naturaleza los costos del manejo de residuos incrementa en relación con la magnitud del desastre. Los costos indirectos se relacionan con el retraso en la reconstrucción, por la presencia de residuos, afectación a la industria local, reducción de la vida útil de sitios de disposición final así como los costos en la remediación de los sitios no controlados donde hayan sido dispuestos estos residuos. Los efectos sociales ocasionados por los residuos pueden suponer principalmente un peligro para la

salud pública, así como obstaculizar caminos y procesos de reconstrucción (C. Brown, 2010).

En el estudio realizado por Mejía *et al.* (2013), describen los principales impactos generados por los escombros (residuos de demolición y colapso). Efectos a la salud relacionados a las emisiones atmosféricas de la descomposición de estos residuos, dependiendo de la composición de los residuos pueden producir ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), el cual dependiendo al tiempo de exposición puede llegar a causar afectaciones en los ojos y en el sistema respiratorio. Otro riesgo asociado a estos residuos cuando se está en constante contacto con ellos es la aparición de neumoconiosis, esto por la exposición a polvos de sílice cristalina. Entre los impactos al ambiente se mencionan la contaminación ambiental, degradación del paisaje, alteración de drenajes naturales y pérdida de suelos productivos, de acuerdo a los autores se pueden clasificar los impactos de la siguiente manera:

- Impactos de los residuos en medio inerte
  - Modificaciones geomorfológicas
  - Contaminación de acuíferos
  - Contaminación de ríos
  - Contaminación atmosférica
  - Degradación paisajística por la disposición de los residuos
  
- Impactos de los residuos en el medio biótico
  - Pérdida del hábitat por la ocupación de suelos para la disposición de residuos
  - Pérdida de calidad edáfica en los suelos donde se disponen los residuos.

Estos impactos que se mencionan se pueden ver reflejados en el aumento de la vulnerabilidad, desde la inestabilidad de los suelos, alterando los drenajes naturales y obstruyendo los cauces naturales, lo cual puede ocasionar deslizamientos de tierra y riesgos geotécnicos, la contaminación ambiental se ve reflejada principalmente en la contaminación del suelo, de los cuerpos de agua superficiales y el aire por el material particulado en suspensión. La degradación de los suelos por la ocupación de los residuos ocasionando la pérdida de la cubierta vegetal, afectando eventualmente distintas especies de fauna (Mejía, *et al.*, 2013).

Saffarzadeh *et al.* (2017), realizaron un estudio acerca de los residuos generados tras un terremoto en la ciudad de Kumamoto en Japón en abril del 2016, los principales impactos ambientales que se registraron a consecuencia de la generación de residuos sólidos fueron que estos se convirtieron en un foco de infección por su inadecuada disposición, generando malos olores así como la presencia de fauna nociva por la presencia de algunos residuos orgánicos. Se menciona que la mala disposición de residuos puede representar un peligro potencial de liberación de compuestos tóxicos al aire, suelo y agua, como pueden ser metales pesados, dependiendo de la composición de los residuos. Esto puede potencializarse con las distintas condiciones climáticas. En algunas comunidades aun es común encontrar las viviendas techadas con láminas de asbesto, siendo esto un residuo que puede representar un peligro para la salud (asbestosis), y liberar compuestos tóxicos al ambiente. Los residuos electrónicos pueden llegar a contaminar cuerpos de agua y suelo. Los autores mencionan la problemática de los refrigeradores de tecnología antigua que es común encontrar en estas comunidades, los cuales durante el colapso de las estructuras pueden liberar compuestos tóxicos como los clorofluorocarbonos (CFC).

#### **V.4. Bases para una estrategia integral en el manejo de residuos generados en situación de sismo en Tetela del Volcán, Morelos**

El presente caso de estudio permite proponer las bases para la elaboración de planes de manejo de residuos generados en una situación de desastre en comunidades rurales, los cuales permitan diseñar políticas de prevención e intervención bajo estos escenarios.

Las bases para la elaboración de planes de manejo de estos residuos se proponen a partir de la revisión de bibliografía especializada, así como lo propuesto en las Directrices de Gestión de Residuos de Desastre de las Naciones Unidas (UNEP/OCHA, 2011). A continuación se mencionan los principales puntos para la elaboración de un plan de manejo:

##### **1. Coordinación:**

La organización y coordinación de las dependencias de los tres niveles de gobierno encargadas del manejo de los residuos y emergencias en situaciones de desastre, es de suma importancia para llevar a cabo de manera eficiente planes de manejo de residuos bajo estas etapas de emergencia y respuesta.

Para el caso de México la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos “faculta a las autoridades ambientales federales con competencia en la materia, a establecer y operar, en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, el sistema para la prevención y control de contingencias y emergencias ambientales relacionadas con la gestión de residuos” (INECC/SEMARNAT, 2012, pág. 122).

## **2. Identificación de tipos de residuos y de volumen de residuos generados:**

La identificación de las principales corrientes y tipos de residuos generados a partir de una situación de desastre es necesaria para la planificación de las estrategias en el manejo de estos residuos (Shibata *et al.*, 2012).

La composición y la cantidad de estos residuos dependerán en función de la naturaleza del entorno afectado (tipo de construcción), así como de la gravedad y magnitud del desastre. Sin embargo el conocer la composición y cantidad de residuos generados ayudara a las autoridades para determinar las estrategias más efectivas en la gestión de estos residuos (Brown, 2014).

## **3. Identificación de residuos potencialmente peligrosos:**

Los principales objetivos al realizar un plan de manejo de residuos de desastre, es reducir los peligros a la vida humana así como a la salud pública y reducir los riesgos al ambiente. Para cubrir tales objetivos es necesario la identificación de los residuos peligrosos siguiendo la normatividad vigente para dicho efecto (UNEP/OCHA, 2011).

## **4. Marco legal aplicable:**

Las estrategias a implementar en un plan de manejo deben estar basadas en la legislación ambiental vigente, a fin de cumplir con lo dispuesto en las leyes generales, federales, estatales, reglamentos municipales, Normas Oficiales Mexicanas, y otros instrumentos en materia ambiental y particularmente de residuos.

## **5. Estrategias de remoción de residuos:**

Los residuos generados tras un desastre requieren de una atención inmediata, es necesario que estos sean retirados tan pronto como sea posible para evitar que estos obstaculicen las tareas de rescate y reconstrucción. Es importante que se cuenten con sitios de disposición temporal de estos residuos,



donde una vez removidos puedan ser transportados a estos sitios para su valorización (Mushtaq, 2015).

#### **6. Identificación de residuos susceptibles a ser valorizados:**

Es importante priorizar la separación de los residuos que puedan ser reutilizados o reciclados con la finalidad de minimizar la cantidad de residuos que son transportados a sitios de disposición final, así como minimizar la extracción de recursos para la reconstrucción (Asari, *et al.*, 2013).

#### **7. Tratamiento:**

Dicho procedimiento debe aplicarse después de la recolección y separación de los residuos con la finalidad de mejorar la eficiencia en el transporte y la disposición final, así como minimizar los riesgos a la salud pública y los potenciales efectos negativos que puedan representar para el ambiente (Asari, *et al.*, 2013).

#### **8. Disposición final:**

Los residuos que no hayan sido susceptibles a ser valorizados y que por consecuencia es necesario disponerlos en un sitio, esto se entiende como 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”. Esto debe realizarse en conformidad con las normas aplicables y los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, 2015, pág. 4).

#### **9. Estrategias de comunicación**

La comunicación y coordinación con las partes interesadas es esencial para que las estrategias a implementar cumplan con los objetivos planteados. Es necesario que exista un plan de comunicación integral como parte de un plan de

manejo de residuos de desastre, donde las autoridades encargadas del manejo de estos residuos proporcionen información clara y transparente acerca de las estrategias a implementar que permita la coordinación y planificación de la recuperación de las comunidades afectadas (UNEP/OCHA, 2011).

## **10. Plan de riesgos y peligros**

De acuerdo a información del Gobierno del Estado, solamente el municipio de Totolapan cuenta con un plan de riesgos en el estado. Algunas investigaciones periodísticas reportan que los municipios de Morelos, en su mayoría, cuentan con planes obsoletos y en la mayoría de ellos la actualización se realizó en el año 2011. En el 2018 se presentó el Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos el cual hace un diagnóstico de la entidad e incluye cinco peligros por agentes perturbadores, los cuales son Geológicos, Hidrometeorológicos, Socio-organizativos, Químico-tecnológicos y Sanitario-ecológicos, también incorpora un análisis de riesgos químicos (Valdepeña, 2018).

En el mes de enero del 2018 se modificó la Ley general de Protección Civil que en su artículo 83 menciona que “El Gobierno Federal, con la participación de las entidades federativas promoverá la creación de las bases que permitan la identificación y registro en los Atlas Nacional, de las entidades federativas y Municipales de Riesgos de las zonas en el país con riesgo para la población, el patrimonio público y privado, que posibilite a las autoridades competentes regular la edificación de asentamientos” (H. Congreso de la Unión, 2018, pág. 29).

Sin embargo durante la presentación del Atlas de Riesgos de Morelos se reconoció que de acuerdo a las experiencias de septiembre del 2017 es necesario mejorar estos instrumentos a fin de toma de decisiones que salvaguarden la vida, integridad y patrimonio (Valdepeña, 2018).

### **Beneficios del manejo de los residuos de desastre:**

El inadecuado manejo de los residuos de desastre puede traer consecuencias negativas a largo plazo, y verse reflejado en una recuperación lenta y costosa, la reconstrucción no puede llevarse a cabo hasta retirar los residuos, además estos residuos pueden convertirse en un pasivo ambiental. Si estos residuos se gestionan desde una perspectiva integral pueden convertirse en un recurso valioso en los procesos de recuperación y reconstrucción, teniendo efectos sociales, económicos y ambientales positivos (Brown, 2014).

## Capítulo VI. CONCLUSIONES

Los residuos generados tras un desastre natural representan una problemática que debe de ser atendida de manera prioritaria durante la etapa de emergencia y recuperación. Sin embargo en América Latina existen pocos ejemplos acerca del manejo integral de residuos generados a consecuencia de un desastre natural. El caso de México no es la excepción, la ausencia de planeación provocan prácticas de manejo como la disposición en sitios no controlados o quema de estos residuos a cielo abierto, lo cual contribuye a que estos se conviertan en pasivos ambientales y generen contaminación de los ecosistemas, además de que representan un peligro potencial para la salud pública.

El pasado sismo del 19 de septiembre del 2017, evidenció la falta de estrategias y coordinación en la gestión de los residuos tras dicho evento. Fue notorio que la emergencia fue atendida de manera ineficiente sin seguir protocolos internacionales establecidos para dicho efecto.

Posteriormente a la aplicación de las técnicas para la recolección de datos se pudieron observar y caracterizar distintas corrientes de residuos las cuales fueron principalmente RSU y RME. De los cuales los primeros fueron generados principalmente por las actividades propias de las etapas de respuesta, donde predominaron empaques plásticos y recipientes de agua y comida. Los segundos fueron generados por el derrumbe de viviendas así como demolición, donde se encontró en su mayoría residuos de materiales pétreos usados en la construcción tradicional del lugar, como es el adobe.

El caso del Municipio de Tetela del Volcán resultó un claro ejemplo de la falta de un plan de manejo de residuos en situación de desastre, la falta de comunicación y coordinación entre autoridades ocasiono que los residuos de colapso y demolición fueran dispuestos en sitios no autorizados, se desconoce la cantidad de toneladas de

residuos que se generaron por el sismo que afectó 1,889 viviendas, de acuerdo a cifras oficiales. Además, es claro que gran parte de estos residuos generaran alteraciones en las funciones ecosistemicas.

El incremento en la generación de residuos sólidos urbanos a consecuencia de la ayuda que llegó a la comunidad pudo ser atendida por los servicios municipales encargados de la recolección. No obstante la disposición de estos residuos no cumple con la normatividad ambiental, convirtiéndose en pasivos ambientales y generando contaminación así como problemas a la salud pública, esta problemática resulto ajena al municipio y a la catástrofe presentada, ya que dichos residuos fueron transportados a la planta de valorización de un municipio aledaño, la cual es administrada por el Gobierno del Estado, en una visita realizada se pudo observar que las condiciones en las que se encuentra es en un completo abandono.

Son diversas las problemáticas e impactos ambientales, sociales y económicas que pueden suscitarse por la manera en que fueron manejados los residuos, a pesar de que la SEMARNAT publicó criterios para el manejo de los residuos de colapso y demolición, de igual manera el Gobierno del Estado autorizó sitios para la disposición de estos residuos, se desconoce si estas políticas cuentan con un antecedente previo de protocolos para el manejo de estos, o simplemente se trata de una política emergente.

A pesar de que los impactos ocasionados por el manejo de estos residuos no fueron evaluados, es importante hacer referencia a casos de estudio con características similares, donde se han descrito los costos ambientales, sociales y económicos que se han presentado por la manera en la que se han manejado los residuos en situaciones similares.

A pesar de que a los pocos días se publicaron los criterios ya antes mencionados no existió un plan de comunicación y coordinación entre las autoridades federales y estatales con las autoridades municipales, esto tuvo como

consecuencia que el manejo de los residuos se diera por esfuerzos propios de la comunidad afectada, con apoyo de dependencias municipales y en la mayoría de los casos sin seguir las disposiciones oficiales publicadas. Por ellos se plantean las bases para desarrollar una estrategia integral del manejo de estos residuos, haciendo hincapié en la coordinación y comunicación a fin de que esta estrategia se lleve en estrecha cooperación con la sociedad civil y las autoridades competentes.

Sin embargo es importante reconocer la respuesta, organización y auto gestión de la sociedad civil durante la etapa de emergencia, donde la prioridad fue mover los residuos que obstaculizaban caminos y entradas principales, lo cual permitió la entrada de ayuda al lugar, así como de servicios de emergencia que se llegaron a requerir, a pesar de no tener en un primer momento apoyo técnico por parte de las autoridades competentes.

Lo anterior demostró que la falta de comunicación y coordinación entre los distintos órdenes de gobiernos provocó que estos residuos fueran dispuestos en sitios no autorizados, generando impactos negativos aún por evaluar. Este caso de estudio demuestra la necesidad de contar con planes de manejo de residuos generados en situación de desastre, los cuales permitan diseñar políticas de prevención e intervención.

## Referencias bibliográficas

- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Asari, M., Sakai, S.-i., Yoshioka, T., Tojo, Y., Tasaki, T., Takigami, H., & Watanabe, K. (2013). Strategy for separation and treatment of disaster waste: a manual for earthquake and tsunami disaster waste management in Japan. *Springer*, 290-299.
- Brown, C. (2014). Waste Management Following Earthquake Disaster. *Springer Encyclopedia of Earthquake Engineering*, 1-16.
- C. Brown, M. M. (2010). Disaster Waste Management on the Road to Recovery: L'Aquila Earthquake Case Study. *Department of Civil & Natural Resources Engineering, University of Canterbury*, 1-8.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2013). *Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición*. Recuperado el 2018, de Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción: <http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>
- Devendra Kumar, Y., & Akhilesh, B. (octubre de 2016). Analysis of Enablers for Disaster Waste Management. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 7(5), 187-191.
- Glasser, R., & Espinosa, P. (22 de mayo de 2017). *Juntos, reducimos los riesgos climáticos y de desastres*. Obtenido de ONU México: <http://www.onu.org.mx/juntos-reducimos-los-riesgos-climaticos-y-de-desastres/>

- Gobierno Municipal de Tetela del Volcán. (19 de octubre de 2017). *Prensa: A un mes del sismo en Tetela del Volcán*. Obtenido de Gobierno Municipal de Tetela del Volcán: [www.teteladelvolcan.gob.mx/mes-del-sismo-tetela-del-volcan/](http://www.teteladelvolcan.gob.mx/mes-del-sismo-tetela-del-volcan/)
- H. Congreso de la Unión. (22 de mayo de 2015). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. *Diario Oficial de la Federación*, págs. 1-52.
- \_\_\_\_\_. (19 de 01 de 2018). Ley General de Protección Civil. *Diario Oficial de la Federación* , págs. 1-39.
- Hernández Sánchez , Y. (2018). *PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, CAMPUS NORTE*. Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Tesina de Especialidad,CEIB.
- IBERO Ciudad de México. (13 de octubre de 2017). Los residuos del sismo y su impacto en el medio ambiente. *IBERO Programa de Medio Ambiente de la Universidad Iberoamericana Ciudad de México*, pág. 1. Obtenido de <http://ibero.mx/prensa/columna-los-residuos-del-sismo-y-su-impacto-en-el-medio-ambiente>
- INECC/SEMARNAT. (2012). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Versión extensa*. México: INECC/SEMARNAT.
- Jianzhuang, X., He, X., & Chuanzeng, Z. (2012). Investigation on building waste and reclaim in Wenchuan earthquake. *Elsevier*, 109-117.
- Kawamoto , K., & Kim, K. (2015). Social Capital and Efficiency of Earthquake Waste Management in Japan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2-23.
- Mejía , E., Giraldo, J., & Martínez , L. (2013). Residuos de construcción y demolición revisión sobre su composición, impactos y gestión. *Revista CINTEX*, 18, 105-130.



- Mushtaq, A. (2015). Disaster waste recovery and utilization in developing countries - Learning from earthquakes in Nepal. *Japanese Geotechnical Society Special Publication*, 143-147.
- Naciones Unidas. (2007). *El costo de los desastres*. Recuperado el diciembre de 2017, de Naciones unidas: <http://www.unisdr.org/2007/campaign/pdf/Fact-sheet-sp.pdf>
- \_\_\_\_\_. (2017). *Día Internacional para la Reducción de los Desastres, 13 de octubre. Prevenir mejor que lamentar*. Recuperado el 25 de Diciembre de 2017, de Naciones Unidas: <http://www.un.org/es/events/disasterreductionday/>
- Nor Syazwani, Y., Zawawi, E., & Zulhabri, I. (2016). Disaster Waste Management in Malaysia: Significant Issues, Policies & strategies. *EDP Sciences*, 1-7.
- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Manejo de desechos sólidos en situaciones de emergencia y desastres*. Tegucigalpa, Honduras: Organización Panamericana de la Salud.
- Periodico Oficial Tierra y Libertad. (01 de noviembre de 2017). Daños por municipios en la entidad. . (C. d. Morelos, Ed.) *Periodico Oficial Tierra y Libertad*, pág. 89.
- \_\_\_\_\_. (10 de febrero de 2017). Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del estado de Morelos. *Periodico Oficial Tierra y Libertad*, págs. 2-34.
- Rodríguez, D. (2017). *¿Qué es la Investigación Diagnóstica?* Recuperado el 23 de noviembre de 2017, de Lifeder - Sección Ciencia: <https://www.lifeder.com/investigacion-diagnostica/>
- Romero, G., & Maskrey, A. (1993). *Cómo entender los desastres naturales. Los desastres no son naturales*. Colombia: LA RED: Red de Estudios Sociales.

Saffarzadeh, A., Shimaoka, T., Nakayama, H., Hanashima, T., Yamaguchi, K., & Manabe, K. (2017). Tasks and problems involved in the handling of disaster waste upon April 2016 Kumamoto Earthquake, Japan. *Springer, 89*, 1273-1290. doi:DOI 10.1007/s11069-017-3021-1

SDS. (29 de septiembre de 2017). *Sitios autorizados para la disposición final de residuos por construcción y demolición en Morelos*. Obtenido de Secretaria de desarrollo sustentable: [sustentable.morelos.gob.mx](http://sustentable.morelos.gob.mx)

SEDESOL. (2013). *Catalogo de localidades, Unidad de Microrregiones*. Obtenido de SEDESOL:  
<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=170220002>

SEMARNAT. (29 de septiembre de 2017 ). *Criterios para el manejo de los residuos de construcción y demolición generados por el sismo del 19 de septiembre para los estados de México, Morelos, Puebla y Ciudad de México* . Obtenido de SEMARNAT:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259191/Criterios\\_RI\\_C\\_Sismo\\_19\\_septiembre.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/259191/Criterios_RI_C_Sismo_19_septiembre.pdf)

Shibata, T., Solo-Gabriele, H., & Hata, T. (2012). Disaster Waste Characteristics and Radiation Distribution as a Result of the Great East Japan Earthquake. *Environmental Science & Technology, 36*18-3624.

Toshiaki , S. (2016). Cost and efficiency of disaster waste disposal: A case study of the Great East Japan Earthquake. *Elsevier*, 1-11.

UNEP/OCHA. (2011). *Disaster Waste*. Suiza: The Joint UNEP/OCHA Environment Unit.

Valdepeña, D. (20 de septiembre de 2018). Sólo Totolapan tiene plan de riesgos en Morelos. *La Jornada*.

Vargas Jiménez, I. (Mayo de 2012). La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. *Revista Calidad en la Educación Superior*, 3(1), 119-139. doi:<http://dx.doi.org/10.22458/caes.v3i1.436>

\_\_\_\_\_. (2012). La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. *CAES*, 3(1), 1-21.

Vargas, E. J. (2002). *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales*. Santiago de Chile: CEPAL-NACIONES UNIDAS.

# **Anexos**

## Anexo 1. Entrevista formal a autoridades responsables del manejo de residuos generados tras el sismo del 19 de septiembre del 2017 en la comunidad de Tetela del Volcán, Morelos



Buen día, la siguiente entrevista es una herramienta la cual será utilizada para recabar datos acerca de las estrategias que se siguieron para el manejo de los residuos generados tras el evento sísmico del pasado 19 de septiembre del 2017. La información solicitada será utilizada para un proyecto de investigación que se está llevando a cabo en dicha comunidad por parte de la Especialidad en Gestión Integral de Residuos de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por lo tanto estos datos serán utilizados con fines educativos y manejados de forma confidencial, este proyecto tiene como finalidad la evaluación del manejo de los residuos generados post sismo.

Nombre del Entrevistado: \_\_\_\_\_

Nombre del Entrevistador: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué cargo ocupa dentro del municipio o ayuntamiento?
2. ¿Cómo fue su experiencia de los residuos que se generaron en la comunidad como consecuencia del sismo?
3. ¿Qué estrategias se llevaron a cabo (desde la recolección hasta su disposición) por parte del municipio para el manejo de los residuos tras dicho evento sísmico?
4. ¿Qué criterios se siguieron para seleccionar las áreas en las que fueron llevados los residuos?
5. ¿Estas estrategias que siguieron ya estaban contempladas por parte del municipio para una situación de emergencia o se desarrollaron en el momento como respuesta a la situación de emergencia?
6. ¿Recibieron apoyo y/o asesoría por alguna autoridad o dependencia estatal o federal para el manejo de estos residuos?
7. ¿Desea agregar alguna otra cosa?

**Anexo 2. Evidencia grafica de la planta de valorización de residuos en el municipio de Yecapixtla, donde fueron trasportados los RSU generados en Tetela del Volcán.**









**Anexo 3. Evidencia grafica de los residuos de colapso y demolición generados en el municipio de Tetela del Volcán.**



























UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

CUERNAVACA, MORELOS, 14 DE ENERO DE 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

COMO MIEMBRO DEL JURADO DEL ALUMNO **C. ATL EDUARDO VERA BALLESTEROS** CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10010308**, ASPIRANTE AL GRADO DE ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESPUÉS DE HABER EVALUADO LA TESIS TITULADA **“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS TRAS EL SISMO DE SEPTIEMBRE DEL 2017. TETELA DEL VOLCÁN, MORELOS, COMO CASO DE ESTUDIO”**, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN DE GRADO. POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

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

ATENTAMENTE  
*POR UNA HUMANIDAD CULTA  
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA*

DR. RAFAEL MONROY ORTIZ





Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

CUERNAVACA, MORELOS, 14 DE ENERO DE 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

COMO MIEMBRO DEL JURADO DEL ALUMNO C. ATL EDUARDO VERA BALLESTEROS CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10010308, ASPIRANTE AL GRADO DE ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESPUÉS DE HABER EVALUADO LA TESINA TITULADA "ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS TRAS EL SISMO DE SEPTIEMBRE DEL 2017. TETELA DEL VOLCÁN, MORELOS, COMO CASO DE ESTUDIO", CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN DE GRADO. POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

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

ATENTAMENTE  
**POR UNA HUMANIDAD CULTA  
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA**



M. en MRN. JULIO CÉSAR LARA MANRIQUE





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

CUERNAVACA, MORELOS, 14 DE ENERO DE 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

COMO MIEMBRO DEL JURADO DEL ALUMNO C. ATL EDUARDO VERA BALLESTEROS CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10010308, ASPIRANTE AL GRADO DE ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESPUÉS DE HABER EVALUADO LA TESINA TITULADA "ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS TRAS EL SISMO DE SEPTIEMBRE DEL 2017. TETELA DEL VOLCÁN, MORELOS, COMO CASO DE ESTUDIO", CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN DE GRADO. POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

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

ATENTAMENTE  
**POR UNA HUMANIDAD CULTA**  
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA

M. en C. ENRIQUE SÁNCHEZ SALINAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

CUERNAVACA, MORELOS, 14 DE ENERO DE 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

COMO MIEMBRO DEL JURADO DEL ALUMNO C. ATL EDUARDO VERA BALLESTEROS CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10010308, ASPIRANTE AL GRADO DE ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESPUÉS DE HABER EVALUADO LA TESIS TITULADA "ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS TRAS EL SISMO DE SEPTIEMBRE DEL 2017. TETELA DEL VOLCÁN, MORELOS, COMO CASO DE ESTUDIO", CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN DE GRADO. POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

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

ATENTAMENTE  
**POR UNA HUMANIDAD CULTA**  
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA

DR. EFRAÍN TOVAR SÁNCHEZ



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



CEIB  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Centro de Investigación en Biotecnología

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

CUERNAVACA, MORELOS, 14 DE ENERO DE 2019

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PRESENTE**

COMO MIEMBRO DEL JURADO DEL ALUMNO **C. ATL EDUARDO VERA BALLESTEROS** CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10010308**, ASPIRANTE AL GRADO DE ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESPUÉS DE HABER EVALUADO LA TESIS TITULADA **“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS TRAS EL SISMO DE SEPTIEMBRE DEL 2017. TETELA DEL VOLCÁN, MORELOS, COMO CASO DE ESTUDIO”**, CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN DE GRADO. POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

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

ATENTAMENTE  
**POR UNA HUMANIDAD CULTA**  
**UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA**

DR. ALEXIS JOAVANY RODRÍGUEZ SOLÍS