

Huracán Otis

en Acapulco, Guerrero

Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental ante los impactos del fenómeno hidrometeorológico



POSGRADO EN
GEOGRAFÍA Y
GESTIÓN TERRITORIAL



Herlinda Gervacio Jiménez
Benjamín Castillo Elías
Salvador Villerías Salinas

Huracán *Otis* en Acapulco, Guerrero



POSGRADO EN
GEOGRAFÍA Y
GESTIÓN TERRITORIAL



Ediciones Comunicación Científica se especializa en la publicación de conocimiento científico de calidad en español e inglés en soporte de libro impreso y digital en las áreas de humanidades, ciencias sociales y ciencias exactas. Guía su criterio de publicación cumpliendo con las prácticas internacionales: dictaminación de pares ciegos externos, autenticación antiplagio, comités y ética editorial, acceso abierto, métricas, campaña de promoción, distribución impresa y digital, transparencia editorial e indexación internacional.

Cada libro de la Colección Ciencia e Investigación es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación de pares externos y autenticación antiplagio. Invitamos a ver el proceso de dictaminación transparentado, así como la consulta del libro en Acceso Abierto.



www.comunicacion-cientifica.com

[DOI.ORG/10.52501/cc.205](https://doi.org/10.52501/cc.205)




**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA** PUBLICACIONES
ARBITRADAS
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS

CC+
COLECCIÓN
CIENCIA e
INVESTIGACIÓN

Huracán *Otis* en Acapulco, Guerrero

Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental ante los impactos del fenómeno hidrometeorológico

HERLINDA GERVACIO JIMÉNEZ
BENJAMÍN CASTILLO ELÍAS
SALVADOR VILLERÍAS SALINAS



POSGRADO EN
GEOGRAFÍA Y
GESTIÓN TERRITORIAL



Gervacio Jiménez, Herlinda

Huracán Otis en Acapulco, Guerrero : Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental ante los impactos del fenómeno hidrometeorológico / Herlinda Gervacio Jiménez, Benjamín Castillo Elías, Salvador Villerías Salinas — Ciudad de México : Comunicación Científica, 2024. (Colección Ciencia e Investigación).

179 páginas : fotografías, mapas ; 23 × 16.5 centímetros

ISBN: 978-607-9104-64-1

DOI: 10.52501/cc.205

1. Huracán Otis, 2023. 2. Auxilio en los desastres – Guerrero. 3. Huracanes – México – Océano Pacífico. I. Gervacio Jiménez, Herlinda, coautora. II. Castillo Elías, Benjamín, coautor. III. Villerías Salinas, Salvador, coautor.

LC: GE105 M3.76

DEWEY: 363.7 M3.76

La titularidad de los derechos patrimoniales y morales de esta obra pertenece a los autores D. R. © Herlinda Gervacio Jiménez, Benjamín Castillo Elías y Salvador Villerías Salinas, 2024. Reservados todos los derechos conforme a la ley. Su uso se rige por una licencia Creative Commons BY-NC-ND 4.0 Internacional, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>

Primera edición en Ediciones Comunicación Científica, 2024

Diseño de portada: César Susano • Interiores: Guillermo Huerta

Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., 2024

Av. Insurgentes Sur 1602, piso 4, suite 400,

Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940, Ciudad de México,

Tel.: (52) 55-5696-6541 • Móvil: (52) 55-4516-2170

info@comunicacion-cientifica.com • www.comunicacion-cientifica.com

 comunicacioncientificapublicaciones  @ ComunidadCient2

ISBN 978-607-9104-64-1

DOI 10.52501/cc.205

Ediciones Comunicación Científica está inscrita en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) del CONAHCYT con el número 2000922



Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos externos.
El proceso transparentado puede consultarse, así como el libro en acceso abierto,
en <https://doi.org/10.52501/cc.205>

Índice

Epígrafe	11
Resumen	13
Presentación	15
Prólogo	21
Introducción	25
1. Análisis del fenómeno hidrometeorológico huracán <i>Otis</i>	
1.1. Resumen	29
1.2. Introducción	30
1.3. Metodología	31
1.3.1. Descripción del área de estudio	31
1.4. Resultados y discusión	34
1.4.1. Análisis del contenido a través de medios digitales	34
1.4.2. Crónica de la evolución del huracán y sus efectos	37
1.4.3. Análisis cualitativo descriptivo de los recorridos realizados en el área de contingencia	48
1.4.4. El fenómeno social post- <i>Otis</i>	50
1.4.5. Habitantes organizados acuerdan toque de queda	52
1.4.6. El agua como elemento vital para la supervivencia	52
1.5. Conclusiones	54
1.6. Referencias	55

2. Residuos generados por el huracán <i>Otis</i> y su manejo durante la contingencia en Acapulco	
2.1. Resumen	61
2.2. Introducción	62
2.3. Metodología	63
2.3.1. Área de estudio	63
2.4. Resultados y discusión	64
2.4.1. Zonas específicas de recolección de residuos	67
2.4.2. Integración de nuevos equipos de trabajo para la remoción de escombros	70
2.4.3. Depósitos provisionales	72
2.4.4. Problemática por tiraderos clandestinos a cielo abierto y quema de basura	72
2.4.5. Quema de basura	74
2.4.6. Fumigación y rociado de cal a la basura como estrategia sanitaria	76
2.4.7. Los asolvamientos	77
2.4.8. Los sedimentos	78
2.4.9. El sitio de disposición final de los desechos “relleno sanitario”	78
2.4.10. La limpieza de playas	80
2.4.11. Limpieza del fondo del mar y rescate de embarcaciones hundidas	83
2.5. Conclusiones	87
2.6. Referencias	88
3. Diagnóstico de áreas de manglar afectadas por el huracán <i>Otis</i> : propuesta de restauración ecológica	
3.1. Resumen	95
3.2. Introducción	96
3.3. Metodología	98
3.3.1. Localización, descripción física y delimitación del área de estudio	98
3.3.2. Proceso metodológico	98

3.4. Resultados y discusión	100
3.4.1. Diagnóstico sobre la situación física y las afectaciones que sufrieron los manglares	100
3.4.2. Percepción socioambiental de las comunidades estudiadas	103
3.4.3. Relevancia geoespacial del ecosistema de manglar . .	106
3.4.4. Cobertura de manglar en los periodos 1970, 2005, 2010, 2015 y 2020	109
3.4.5. Laguna de Tres Palos	111
3.4.6. Cobertura de manglar en los periodos 1970, 2005, 2010, 2015 y 2020	114
3.4.7. Propuesta metodológica de restauración ecológica . .	117
3.4.8. Proyección hipotética de intervención de restauración ecológica	120
3.4.9. Ejemplo hipotético para la Laguna Negra de Puerto Marqués	121
3.4.10. Ejemplo hipotético para la Laguna de Tres Palos . .	123
3.4.11. Foros para socializar la propuesta de restauración . .	126
3.5. Conclusiones	129
3.6. Referencias	131
4. Vulnerabilidades a las que estuvo expuesto el puerto de Acapulco, Guerrero, antes, durante y después del impacto del fenómeno hidrometeorológico huracán <i>Otis</i>	
4.1. Resumen	139
4.2. Introducción	140
4.2.1. Vulnerabilidad	140
4.2.2. Riesgo	142
4.2.3. Cambio climático como factor de vulnerabilidad y riesgo	142
4.3. Metodología	143
4.3.1. Área de estudio	143
4.3.2. Proceso metodológico	145
4.3.3. Construcción de indicadores	146

4.4. Resultados y discusión	147
4.4.1. Indicadores de vulnerabilidad social	147
4.4.2. Cuencas como riesgo ante inundación	150
4.4.3. Vulnerabilidad física y afectación a la infraestructura urbana	154
4.4.4. Daños en las luminarias de la ciudad	154
4.4.5. Vulnerabilidad económica y política	157
4.4.6. Pérdida de empleos, pobreza y afectaciones económicas por el huracán	158
4.4.7. Vulnerabilidad educativa ante el huracán <i>Otis</i>	161
4.4.8. Acciones implementadas para apoyar a Acapulco	164
4.4.9. Incendios forestales	166
4.5. Conclusiones	167
4.6. Referencias	169
5. Consideraciones finales	175
Sobre los autores	177

Epígrafe

Los hombres que lucharon contra viento y marea, un relato de supervivencia:

Decenas de marineros y capitanes de embarcaciones hicieron guardia la noche del 24 de octubre de 2023 para proteger las embarcaciones que se encontraban fondeadas desde el Malecón hasta el Club de Yates.

“Desde las nueve de la noche estuvimos pendientes de la tormenta, sabíamos que era un huracán categoría cinco, pero jamás imaginamos su fuerza. Empezamos a tomar maniobras para que el viento no nos tumbara.”

“Conforme pasaba la noche el viento era más intenso y agresivo, se puso más difícil conforme pasaban las horas.”

“Siempre navegar con dirección al viento, pero el viento se movía constantemente como un remolino, llegamos a pensar que en cualquier momento perderíamos el control de la embarcación, y de ahí no sabíamos qué podría pasar... no hay un reglamento que diga qué se debe hacer en un caso como éste.”

“Muchos no pudieron resistir la fuerza del mar y las rachas de viento de más de 300 kilómetros por hora; pasamos toda la noche dentro del mar, no se veía más allá de nuestra embarcación, así que no sabíamos cómo estaban los demás compañeros de las embarcaciones vecinas; en la madrugada sólo escuchamos los gritos de ¡ayuda!, ¡auxilio!, pero no se veía nada y no podíamos acercarnos a las personas para ayudarlas”.

Cientos de marineros y personas desaparecidas en el mar, más de mil naves hundidas o destruidas yacen en el fondo en la Bahía de Santa Lucía...

Herlinda Gervacio Jiménez

Resumen

El libro *Huracán Otis en Acapulco, Guerrero: Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental ante los impactos del fenómeno hidrometeorológico* integra trabajos de investigación científica enfocados en el análisis del fenómeno natural y las consecuencias resultantes tras su paso por la costa del municipio de Acapulco, Guerrero (México) acontecido la madrugada del 25 de octubre del 2023. La presente investigación fue realizada pasado el fenómeno natural, de noviembre de 2023 a abril de 2024, con la finalidad de documentar los impactos causados por el huracán y de identificar los protocolos de respuesta y las estrategias de intervención implementadas por parte de las instituciones gubernamentales de los tres niveles de gobierno para atender los desastres causados por el huracán Otis. Se hace un análisis referente a la evolución de la tormenta tropical que se convirtió en huracán categoría 5 en la escala Saffir-Simpson; se abordan las consecuencias de la generación de residuos y el manejo de estos a raíz del fenómeno hidrometeorológico; se documentan las afectaciones que sufrieron las áreas de manglar en los sistemas lagunares, y finalmente se abordan las vulnerabilidades en las que se encuentra inmersa la población por los desastres antrópicos que causó este huracán en el puerto de Acapulco. En la presente obra, se aportan datos relevantes obtenidos con una metodología científica que permitirá a los tomadores de decisiones, al sector académico y a la sociedad civil en general disponer de información con sustento científico para tomar decisiones respecto a proyectos que permitan la reconstrucción del municipio de Acapulco.

Palabras clave: *cambio climático, gestión de riesgo de desastres, manglares, Pacífico Sur mexicano.*

Presentación

Los fenómenos hidrometeorológicos representan una importante amenaza a nivel mundial, nacional y local debido a que sus impactos, no sólo son ambientales, sino también económicos, sociales y políticos, por las amenazas que representan a la integridad humana y económica. En este contexto, el puerto de Acapulco de Juárez, Guerrero, al estar situado en una zona costera del Pacífico Sur, a lo largo de la historia se ha considerado vulnerable ante fenómenos hidrometeorológicos de altas magnitudes, como lo han sido el huracán *Pauline* en 1997 y la tormenta tropical *Manuel* en 2013.

A finales de octubre de 2023, nuevamente se presentó otro fenómeno natural de mayor intensidad nombrado “huracán *Otis*” que superó a los fenómenos antes mencionados, pues éste alcanzó el nivel 5 de la escala Saffir-Simpson, por lo cual es considerado por los expertos como el primero en su tipo en tocar las costas de Guerrero y presentarse en la zona del océano Pacífico en territorio mexicano.

Así que, considerado como tema de interés para la comunidad por su importancia y su impacto, se realizó la presente investigación durante los seis meses posteriores al fenómeno natural —es decir, de noviembre de 2023 a abril de 2024—, con la finalidad de documentar y dar a conocer los acontecimientos posteriores al huracán, así como los procesos metodológicos que utilizaron las autoridades de los tres niveles de gobierno para hacerle frente a un fenómeno que no parecía nada alentador.

De esta manera, el trabajo de investigación que aquí se presenta aborda temas referentes al análisis de la evolución de la tormenta tropical a

huracán, el proceso y la velocidad con que este fenómeno pasó de ser una tormenta a huracán categoría 5. Se realizó un análisis de las afectaciones que éste dejó a su paso en su aspecto material, donde se desmenuzaron detalles sobre la destrucción masiva que dejó este fenómeno hidrometeorológico.

De igual forma, se abordan las consecuencias subsecuentes del huracán, como la generación de una enorme cantidad de residuos provocada por propio impacto y las toneladas de basura que se fueron generando conforme pasaban los días y las semanas. Se consideró importante documentar la metodología que utilizó el municipio y el estado para el manejo del que fueron objeto estos residuos y para reducir los riesgos hacia la población.

En este trabajo de investigación también se consideró importante abordar las afectaciones que sufrieron los ecosistemas de manglar, debido a que éstos, por su importancia ecológica, actúan como barrera biológica contra tormentas y huracanes. En este sentido, se abordaron los dos sistemas lagunares más importantes y representativos del manglar en el municipio de Acapulco: la Laguna Negra de Puerto Marqués y la Laguna de Tres Palos, respectivamente. Se abordaron también algunas de las vulnerabilidades a las que se encuentra expuesta la población del municipio de Acapulco; para ello se realizó un análisis sobre las crisis socioambientales, económicas y de vivienda a las que quedó expuesta la ciudad después del paso del huracán *Otis*.

Esta obra contempla cuatro capítulos que abordan precisamente el contexto acerca de cómo se vivió el fenómeno hidrometeorológico en el puerto de Acapulco, Guerrero, México.

En el primer capítulo se analiza paso a paso el desarrollo evolutivo de la formación del fenómeno hidrometeorológico del huracán *Otis* y las afectaciones que éste dejó a su paso en el municipio de Acapulco, Guerrero. Se documentaron los daños materiales observables y las problemáticas más representativas que dejó el fenómeno hidrometeorológico llamado *Otis*; los impactos fueron documentados y analizados mediante un sistema matricial que permitió identificar y conocer las diversas problemáticas socioambientales como consecuencia de este fenómeno. De igual manera, se describen aspectos relacionados con el fenómeno social post-*Otis*, los cuales se presentaron durante las dos primeras semanas posteriores al fe-

nómeno natural, como saqueos y rapiña a diferentes comercios y centros comerciales. Los daños materiales y ambientales son incuantificables para el puerto de Acapulco.

En el segundo capítulo se aborda el proceso de manejo y gestión de residuos sólidos urbanos después del huracán *Otis*. Con base en metodologías referentes a la gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre de la Organización Panamericana de la Salud, se diseñaron indicadores para determinar el manejo que se dio a los diferentes residuos generados durante el siniestro. Se documentó la falta de una respuesta inmediata por parte de las autoridades en la recolección de todo tipo de residuos que día con día se fueron acumulando en montículos enormes en diferentes puntos de la ciudad de Acapulco, generando focos de infección para la salud humana, olores fétidos y propagación de animales nocivos. Se documentó que, después del fenómeno hidrometeorológico, los residuos se acumularon en distintos puntos de la ciudad y la población comenzó a quemar la basura en las calles, provocando incendios no controlados, por lo que tuvieron que intervenir los bomberos. La investigación permitió determinar que fueron rebasadas las autoridades del departamento de saneamiento básico del ayuntamiento de Acapulco y el propio gobierno del estado de Guerrero, lo que evidenció que no cuentan con un plan estratégico de manejo de residuos ante eventos naturales, como en el caso del huracán *Otis*. En este mismo capítulo se aborda la limpieza de las playas; estas acciones fueron postergadas por falta de personal disponible, por lo que se consideró en un segundo momento y se le dio prioridad al retiro de residuos en la zona urbana costera. Evidentemente, las playas se encontraban contaminadas con todo tipo de residuos, incluyendo la contaminación que han provocado las embarcaciones marítimas que aun yacen en el fondo de la bahía y en la zona de playa. Con base en la investigación aquí realizada, se identificó la falta de respuesta ante un evento de esta intensidad, lo que volvió evidente que el municipio de Acapulco no cuenta con un plan para el manejo de residuos derivados de un fenómeno natural como fue el caso del huracán *Otis*.

El tercer capítulo realiza la evaluación de los daños estructurales que ocasionó el huracán *Otis* sobre los manglares de los sistemas lagunares de Laguna Negra de Puerto Marqués y Laguna de Tres Palos y la propuesta

de acciones de restauración ecológica en las zonas afectadas, integrando la participación de las comunidades ribereñas anexas pertenecientes al municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero. El proceso de investigación se realizó en tres etapas: la primera consistió en realizar un diagnóstico sobre la situación física y las afectaciones que sufrieron los manglares; en la segunda se determinó la relevancia geoespacial del ecosistema de manglar utilizando herramientas digitales, como imágenes aéreas extraídas de Google Earth, NASA Earth Observatory y datos espaciales de la Conabio, y durante la tercera se realizó una propuesta metodológica de restauración ecológica y se diseñó un modelo de proyecto hipotético por medio de la “rueda de la restauración ecológica”, con la finalidad de hacer una proyección del grado de recuperación del ecosistema de manglar. Antes de que ocurriera el fenómeno hidrometeorológico, las áreas de manglar del municipio de Acapulco ya se consideraban vulnerables debido a que éstas se localizan dentro o en la proximidad de la zona urbana y, en consecuencia, han sido afectadas por las actividades antropogénicas. Naturalmente, esta condición se agravó con la llegada del huracán *Otis*, aunado a que las actividades antrópicas, que han sido constantes en esas áreas lagunares, contribuyen a la vulnerabilidad de estos ecosistemas, arriesgando la presencia de una sucesión ecológica secundaria. La investigación documentó que, a seis meses del paso del huracán *Otis*, ninguno de los sectores de la sociedad ha realizado actividades asistidas que permitan auxiliar a este ecosistema en el proceso de restauración ecológica. No obstante, se han realizado diversas reuniones para diseñar estrategias y acciones que ayuden a este ecosistema costero a su pronta restauración. Es evidente que los ecosistemas de manglar afectados por el momento no son una prioridad para el sector del gobierno en sus tres niveles.

El libro cierra con el capítulo “Vulnerabilidades a las que estuvo expuesto el puerto de Acapulco, Guerrero, antes, durante y después del impacto del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis*”. Esta investigación se centró en determinar las diferentes vulnerabilidades a las que ha estado expuesto el puerto de Acapulco, Guerrero, antes, durante y después del suceso del huracán *Otis*. El Índice de Vulnerabilidad Social (ivs) del municipio de Acapulco se obtuvo a través del censo de población del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. El fenómeno hidrometeorológico

huracán *Otis* permitió conocer las distintas vulnerabilidades a partir del análisis de 13 indicadores agrupados en cinco grandes temas que determinan la capacidad de desarrollo de una comunidad: 1) población, 2) educación, 3) salud, 4) empleo y 5) vivienda de Acapulco. En este sentido, el municipio carece de instrumentos adecuados para el desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, así como de un atlas de riesgo en el que se señalen los espacios naturales: zonas de inundación, humedales, deslaves, cuencas, microcuencas, áreas naturales y zonas de playas, que hacen vulnerable a la población que habita en el anfiteatro de Acapulco, como se documentó ante el desastre por el huracán *Otis*. Por otra parte, la población perdió su sistema económico al que estaba acostumbrada antes del huracán, pues sufrió daños a su mobiliario y equipo así como a sus casas y negocios. Con el huracán *Otis* se perdieron empleos, y, en consecuencia, hubo una interrupción del ingreso, lo que provocó más pobreza de la ya existente en el puerto de Acapulco y en los municipios afectados. La recuperación económica se ve lejana y complicada, pues muchas familias tienen que volver a empezar de cero; de igual forma, el sector empresarial ha sufrido un serio embate en la caída de sus ingresos, lo que repercute enormemente en la recuperación económica del puerto de Acapulco.

HERLINDA GERVACIO JIMÉNEZ
BENJAMÍN CASTILLO ELÍAS
SALVADOR VILLERÍAS SALINAS

Prólogo

La diversidad biológica está íntimamente ligada en todos los aspectos de nuestra vida, pues la naturaleza nos provee una serie de beneficios y servicios ambientales para satisfacer nuestras necesidades de supervivencia. En este sentido, los problemas ambientales emergen como una crisis ante el estilo de vida de una sociedad; los excesos en el consumo de recursos naturales han llevado a la sobreexplotación de la naturaleza. El impacto desmedido que hemos causado a nuestro entorno natural, alterándolo de forma destructiva, ha provocado desequilibrios en los ecosistemas.

La pérdida de la biodiversidad, la progresiva desaparición de los ecosistemas, la destrucción de los mantos freáticos y del hábitat y el cambio climático requieren una atención inmediata ante la seriedad de los problemas.

En la zona costera del estado de Guerrero, al igual que en muchas otros estados costeros de México, se observa un creciente número de fenómenos hidrometeorológicos que traen consigo una serie de desastres, particularmente propiciados por las diferentes acciones de carácter antropogénico que contribuyen al cambio climático.

Ante esta realidad, es imperativo impulsar la cultura de protección civil de manera decidida y la gestión del riesgo ante fenómenos de esta naturaleza y sus efectos, con un enfoque integral, considerándolo como un tema prioritario nacional que ayude a prevenir la generación de futuros riesgos en el desarrollo y el crecimiento de las localidades costeras. La correcta gestión permitirá minimizar los riesgos y las vulnerabilidades socioam-

bientales existentes, preparando a la ciudadanía para dar una respuesta efectiva al fenómeno meteorológico y lograr el proceso de reconstrucción con eficiencia.

La correcta gobernanza es fundamental en la toma de decisiones para la atención efectiva ante las amenazas naturales y permite la comprensión del riesgo de desastres, lo cual implica un conocimiento amplio sobre las amenazas de origen natural por fenómenos hidrometeorológicos, así como sobre las consecuencias de las acciones antrópicas, analizando los antecedentes históricos, las características, la frecuencia y las potencialidades, los impactos, así como identificando y evaluando las vulnerabilidades socioambientales y los elementos expuestos de cada región.

El libro *Huracán Otis en Acapulco, Guerrero. Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental ante los impactos del fenómeno hidrometeorológico* constituye un trabajo de investigación científica enfocado en el análisis de ese fenómeno natural y en las consecuencias resultantes de su paso por la zona costera del municipio de Acapulco, Guerrero, el pasado 25 de octubre de 2023.

En esta investigación participaron tres especialistas del Posgrado en Geografía y Gestión Territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales Campus Acapulco de la Universidad Autónoma de Guerrero, que trabajan distintas líneas de investigación, lo que permitió un análisis integral de la problemática socioambiental del fenómeno hidrometeorológico “Huracán Otis”. Esta obra ofrece una visión enriquecedora sobre la capacidad de respuesta y atención por parte del gobierno en sus tres niveles, las afectaciones socioambientales y la gestión de riesgos ante este desastre, incidiendo particularmente en las realidades, las deficiencias y los desafíos que se presentan en esta región del Pacífico Sur de México.

Hay que resaltar aquí la importancia de entender el fenómeno natural *Otis* y cuál fue su interacción con los aspectos sociales y ambientales, con el objetivo de entender la capacidad de respuesta de la gente y su resiliencia ante el desastre.

Cada capítulo brinda una perspectiva sobre los distintos retos que el gobierno federal, el estado de Guerrero y, principalmente, el municipio de Acapulco, enfrentaron en la atención y la gestión de riesgo ante el desastre

provocado por el fenómeno natural, mostrando la falta de capacidad en la atención de la emergencia. Se documentó la falta de valores civiles de un sector de la población que recurrió al saqueo y a la rapiña de comercios y establecimientos, como oportunismo ante el desastre, sin ninguna restricción por ninguna autoridad. Por otra parte, se reflejó la incapacidad del gobierno municipal en el manejo y la gestión de los diferentes residuos generados por el fenómeno natural y por la misma sociedad. Se destaca el diagnóstico de la degradación ambiental de la flora, principalmente en los sistemas lagunares de la Laguna Negra de Puerto Marqués y de Laguna Tres Palos y la nula intervención de las autoridades correspondientes en el ámbito ambiental, para atender la restauración ecológica de los mismos. Finalmente, se visualizaron las vulnerabilidades socioeconómicas y ambientales del municipio.

El presente libro aporta información elemental a través de esas experiencias que sirven para exhortar a los tomadores de decisiones, al sector académico y a la sociedad civil en general a tener una participación vinculada, colaborativa y activa, en la solución y la reconstrucción verdadera del Acapulco tan reconocido a nivel internacional.

HERLINDA GERVACIO JIMÉNEZ
BENJAMÍN CASTILLO ELÍAS
SALVADOR VILLERÍAS SALINAS

Introducción

Los huracanes son un fenómeno natural que se ha agravado por el calentamiento global. El fenómeno hidrometeorológico denominado “huracán *Otis*”, en el lapso de 12 horas pasó de ser tormenta tropical a huracán de nivel 5 en la escala Saffir-Simpson. El aumento en la temperatura del océano fue una de las causas que generó su rápida aceleración.

El Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos previno y describió con antelación la presencia del fenómeno natural como “un escenario catastrófico” para la región costera del Pacífico Sur de México.

Durante la madrugada del 25 de octubre de 2023, *Otis* azotó con fuerza el municipio de Acapulco, Guerrero, México. De acuerdo con datos oficiales del gobierno, este fenómeno dejó a su paso un sinnúmero de personas muertas y desaparecidas, así como la devastación en la infraestructura urbana y rural, con más de 200 000 viviendas afectadas; también dañó la vegetación tanto de la zona urbana como de las zonas naturales circundantes al municipio.

En respuesta a la tragedia, diversos estados de la República mexicana y organizaciones de la sociedad civil tanto nacionales como internacionales, han sido humanitarios con envíos de ayuda de víveres y de otros suministros para hacer frente a las consecuencias del desastre. Sin embargo, la magnitud de la destrucción representa un desafío extraordinario que llevará meses, o incluso años, para la reconstrucción.

En la presente obra se analizó el proceso evolutivo del huracán desde su inicio hasta su llegada a las costas de Guerrero, documentando los daños causados por este fenómeno natural en las diferentes zonas turísticas, barrios y colonias; la afectación de la infraestructura y los servicios públicos municipales de agua potable, electricidad, alumbrado público, telefonía,

señal de televisión e internet, servicio de transporte y disponibilidad de alimentos, así como la afectación de zonas naturales de playa, humedales costeros, selvas bajas caducifolias, islas, parques y jardines.

De igual manera, se analizó la generación de diferentes residuos en la ciudad, las playas y la bahía, como consecuencia del desastre, así como los producidos por los pobladores después del siniestro, el manejo inadecuado de éstos y las consecuencias de su tratamiento y su disposición final, lo cual constató la falta de planeación estratégica de las instancias de gobierno para atender la contingencia ante el desastre.

Por otra parte, se documentó la degradación de áreas de manglar de los dos sistemas lagunares representativos para el municipio de Acapulco, la Laguna Negra de Puerto Marqués y Laguna de Tres Palos, analizando la afectación y sugiriendo estrategias para la restauración ecológica.

Se analizaron las vulnerabilidades socioeconómica, ambiental y educativa, de la población afectada, y los riesgos ante elementos expuestos en el anfiteatro de Acapulco.

A seis meses de este huracán, Acapulco, la ciudad más afectada, continúa sufriendo carencias graves y requiere acciones urgentes para su reconstrucción, centrándose en la infraestructura, los servicios municipales, la generación de empleos, el impulso de los comercios, la restauración de ecosistemas, los servicios educativos y, particularmente, el tejido social.

Invitamos a leer este trabajo de investigación científica, donde cada capítulo contiene elementos que son motivo de análisis y reflexión y que pueden ser una lección de experiencias aprendidas, para propios y extraños, relativa a la planificación de la gestión integral del riesgo ante futuros fenómenos hidrometeorológicos de esta magnitud, como fue el huracán *Otis*.

Finalmente, este libro es resultado de la participación colectiva de los autores como investigadores del Posgrado en Geografía y Gestión Territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales (CIPES), campus Acapulco, de la Universidad Autónoma de Guerrero.

HERLINDA GERVACIO JIMÉNEZ
BENJAMÍN CASTILLO ELÍAS
SALVADOR VILLERÍAS SALINAS

1. Análisis del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis*



La Marina y el Club de Yates en Acapulco, Guerrero
Fotografía: Acapulco City (noviembre de 2023).

1.1. Resumen

El fenómeno hidrometeorológico del huracán inició como depresión tropical el 22 y tocó tierra el 25 de octubre a las 00:25 horas. El fenómeno había alcanzado la categoría 5, una de las más elevadas en la escala Saffir-Simpson. El objetivo de la presente investigación fue analizar el desarrollo evolutivo del fenómeno hidrometeorológico “huracán *Otis*” y los impactos que éste dejó a su paso en el municipio de Acapulco, Guerrero. La investigación está planteada dentro de un enfoque cualitativo con técnicas como la observación participante y el análisis de contenido, propias de este enfoque. En un primer momento se realizaron recorridos en las zonas de impacto y se identificaron las principales problemáticas, de las cuales se eligieron 12 por considerarse problemas socioambientales emergentes. Los datos fueron analizados en una matriz llamada Vester. En un segundo momento se realizó el análisis de la información electrónica referente al evento provocado por el huracán en el contexto local, nacional e internacional. Los resultados mostraron que los fuertes vientos fueron letales para la topografía que presenta la ciudad de Acapulco, los destrozos fueron de gran magnitud, se registraron pérdidas humanas, los daños alcanzaron grandes dimensiones y las pérdidas fueron incalculables en distintos sectores económicos. En cuanto a las pérdidas en la biodiversidad, la flora y la fauna también sufrieron un fuerte revés, debido a los desbordamientos de ríos, microcuencas y canales y al deslave de los cerros que causó inundaciones y derrumbes en caminos y carreteras. Se observó arrastre de vehículos y animales domésticos; mientras que los daños causados al ecosistema han sido devastadores. El costo económico, social y ambiental es incuantificable hasta este momento. Los protocolos de alerta y prevención no fueron suficientes para minimizar el impacto sobre la población, por lo que es necesario replantear las políticas públicas que involucren a todos los sectores socioambientales con un mismo objetivo: minimizar el riesgo de la población, a través de un trabajo colaborativo entre autoridades y sociedad en general que permita el diseño de estrategias y protocolos para saber actuar en caso de que ocurran otros fenómenos hidrometeorológico de la magnitud del huracán *Otis*.

Palabras clave: *Acapulco, amenaza natural, cambio climático, gestión de riesgo de desastres, huracanes.*

1.2. Introducción

Los fenómenos hidrometeorológicos representan una importante amenaza a nivel mundial, nacional y local, ya que sus impactos no sólo son ambientales, sino también económicos y sociales por las amenazas que representan a la integridad humana y económica. Los desastres asociados a fenómenos naturales representan un importante desafío para los países que están más expuestos a estos fenómenos naturales (Rodríguez Esteves, 2017).

En este sentido, el puerto de Acapulco está situado en una zona costera y ha sido blanco de otros fenómenos hidrometeorológicos, como el huracán *Pauline* en 1997 y la tormenta tropical *Manuel* en 2013. Estos fenómenos ambientales fueron intensos y devastadores para la economía de Guerrero.

El 9 de octubre de 1997 la tormenta tropical *Pauline* (o *Paulina*) golpeó con fuertes lluvias al puerto de Acapulco pues registró una precipitación de 411.2 mm de agua en menos de 24 horas, la cantidad promedio de agua que se registra en tres meses de lluvia en fases normales. Las intensas lluvias provocaron el incremento de agua en los ríos Papagayo, La Sabana y El Camarón, así como peligrosos flujos de lodo por derrumbes en las zonas altas que rodean a la ciudad; de igual forma se afectó el flujo carretero y hubo puentes destruidos, lo cual dejó incomunicada a la población.

Mientras, en 2013, la letal combinación de la tormenta *Ingrid* y el huracán *Manuel*, fue tan devastadora como el huracán *Pauline*. Unos 16 años después de ese fenómeno, Guerrero volvió a ser escenario de otro evento hidrometeorológico catastrófico. En 2013 el huracán *Manuel* causó severos daños al estado debido a que se combinó con otra tormenta llamada *Ingrid*, que se originó en el Golfo de México, mientras que el fenómeno hidrometeorológico llamado *Manuel* se formó en el Océano Pacífico al mismo tiempo. Al converger ambos fenómenos provocaron un enorme desastre debido a los intensos vientos y a la torrencial lluvia que desbordaron barrancas, canales y ríos, provocando deslaves e inundaciones. Este fenómeno natural afectó a 20 estados del país.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), la interacción entre estos fenómenos meteorológicos representó uno de los desastres más destructivos de la historia en México y de Guerrero, debido a las emergencias declaradas en los estados de la República mexicana afectados, pues provocó pérdidas humanas, con el deslizamiento de laderas; tal como ocurrió en la comunidad La Pintada, del municipio de Atoyac de Álvarez, en Guerrero, donde ocasionó pérdidas humanas, así como afectaciones millonarias en la infraestructura de las poblaciones golpeadas por el fenómeno.

De igual manera, los datos que presenta el Cenapred, este fenómeno meteorológico ha sido el más mortífero de los últimos 15 años. Una enorme cantidad de seres humanos perdieron la vida por el fenómeno y las pérdidas materiales, sobre todo de viviendas, fueron millonarias (alrededor de 23 000 casas resultaron dañadas y aproximadamente 900 000 personas resultaron damnificadas).

Cabe destacar que los fenómenos de esta naturaleza no sólo afectan a la población local y su infraestructura, sino también a la población que se encuentra en plan de trabajo o de turismo en la ciudad. En el caso del huracán *Manuel*, 40 000 turistas quedaron varados, quienes fueron auxiliados por las Fuerzas Armadas, rescatados y transportados a un lugar seguro (Martínez, 2023).

La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis sobre el desarrollo evolutivo del fenómeno hidrometeorológico *Otis* y las afectaciones que dejó a su paso en el municipio de Acapulco, Guerrero.

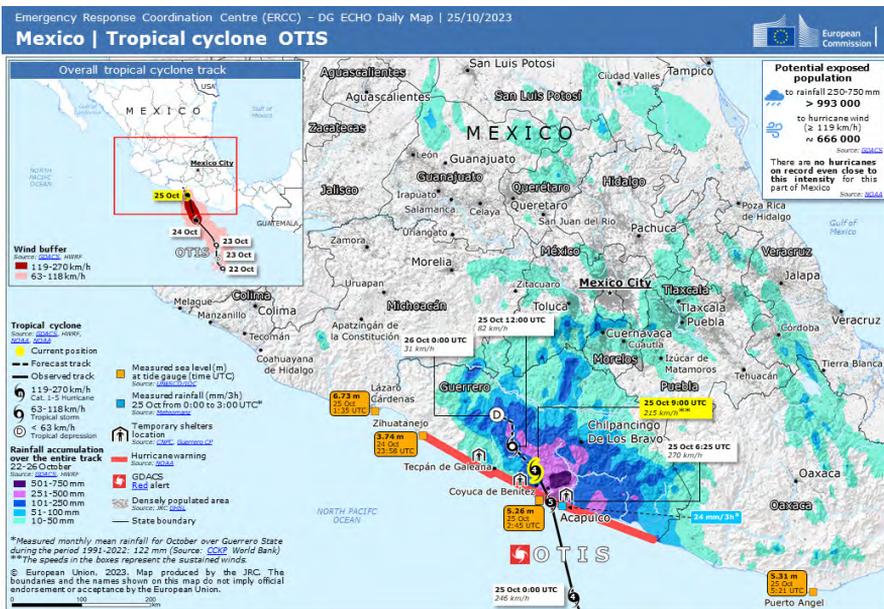
1.3. Metodología

1.3.1. Descripción del área de estudio

El municipio de Acapulco geográficamente se ubica entre los paralelos 16° 41' y 17° 14' de latitud norte y los meridianos 99° 28' y 101° 00' de longitud oeste; con una superficie territorial de 1 882.6 km², representa 2.95% de la superficie del estado y ocupa 23% del litoral de playas con vocación turística. Al norte colinda con los municipios de Juan R. Escudero (Tierra

Colorada) y Chilpancingo de los Bravo; con el municipio de San Marcos al oriente; al sur con el Océano Pacífico, y al poniente con el municipio de Coyuca de Benítez (Ayuntamiento de Acapulco, 2021; Sectur, 2013). La figura 1, del Emergency Response Coordination Centre (ERCC, 2023), muestra el mapa con la ubicación del municipio de Acapulco, sus colindancias y la trayectoria que presentó el huracán *Otis*.

Figura 1. Mapa de Acapulco, colindancias y trayectoria del huracán Otis



Fuente: ERCC (2023).

La investigación sigue una metodología con un enfoque cualitativo, que contempla un análisis descriptivo para ofrecer la imagen global de lo que está sucediendo y ha sucedido con el fenómeno que se estudia. Niño (2011) señala que la precisión de la descripción es fundamental; en ese mismo sentido, Guevara *et al.* (2020) afirman que este tipo de investigación se caracteriza por describir con claridad lo observado, así como por presentar la descripción clara y precisa de los testimonios de los sujetos

de la investigación. En suma, se trata de reunir toda la información posible de lo que se desea conocer para comprender de forma integral el objeto de estudio, desde la perspectiva de los sujetos (Facultad de Educación, 2022).

En este contexto, se analizó el contenido de los medios electrónicos más representativos que abordan la temática por investigar, en un contexto local, nacional e internacional. La recolección de datos se realizó a través de la técnica de análisis de contenido; se utilizó un fichero como instrumento donde se registró la información de manera sistematizada y por fechas.

Esta técnica se utilizó por considerarse adecuada para realizar inferencias a partir de la producción de contenidos electrónicos, así como de publicaciones y comunicados electrónicos. De tal suerte que la técnica de análisis de contenido puede funcionar desde la perspectiva cualitativa, considerando criterios de sistematicidad, objetividad y reproductividad (Ruiz, 2021); de igual manera, Fernández (2002) asegura que esta técnica es útil para investigaciones con enfoque cualitativo, como es el caso de esta investigación.

Otra de las técnicas utilizadas aquí fue la observación participante. Para la recolección de datos se empleó el instrumento, “diario de campo”. Para hacer el reconocimiento de los daños materiales observables y de las problemáticas inherentes, se realizaron recorridos en el área de estudio. El primer recorrido se llevó a cabo desde el fraccionamiento Caleta hasta el punto conocido como Barra Vieja. El segundo recorrido se realizó desde la zona centro de la ciudad hacia la periferia de la ciudad, que comprende la salida de Acapulco, lugar conocido como el Quemado, rumbo a Chilpancingo. Un tercer recorrido se hizo hacia la zona de Pie de la Cuesta.

Una vez identificadas las problemáticas más representativas que dejó el fenómeno *Otis*, éstas se analizaron por medio de la matriz de Vester (Rodríguez-Restrepo, 2020). Esta matriz es un instrumento cualitativo que permite identificar las potencialidades y las problemáticas a partir de un diagnóstico; se aplicó para identificar problemáticas socioambientales como consecuencia del fenómeno hidrometeorológico, asignando un valor categórico al grado de causalidad a cada problemática en relación con los demás.

Identificados todos los problemas actuantes, se estableció una escala de influencia de grado de impacto con las siguientes pautas: Alta influencia = 3; Media influencia = 2; Baja influencia = 1, y Nula influencia = 0.

1.4. Resultados y discusión

Con la finalidad de ordenar los resultados, éstos se presentan por segmentos, siguiendo el orden de la metodología; de esta forma, se ofrece a continuación un análisis cronológico sobre el desarrollo y la llegada del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis* desde el 22 de octubre de 2023.

1.4.1. Análisis del contenido a través de medios digitales

Para cumplir con el objetivo del análisis de los contenidos electrónicos de diferentes páginas web, que han escrito antes, durante y después sobre el suceso del huracán en Acapulco, Guerrero, México, se presentan algunas fuentes locales y nacionales que fueron consideradas por la seriedad y precisión con la que abordaron el tema de investigación (figuras 2a-2c).

Es importante señalar que para realizar esta actividad fue necesario instalarse cerca de las antenas repetidoras de telecomunicación satelital que fueron instaladas en puntos estratégicos para facilitar el acceso a internet. Elegimos dos sitios habilitados con la red: uno sobre la Costera Miguel Alemán, a la altura del edificio Costera 125, y el otro frente al Zócalo, en el centro de la ciudad y en el puerto de Acapulco (figura 3), para recibir señal de internet y obtener la información sobre lo que estaba aconteciendo tras el paso del huracán *Otis* en Acapulco. Este proceso tuvo lugar en noviembre y parte de diciembre, cuando comenzó a restablecerse la conectividad en algunas partes de Acapulco.

Figura 2a. Portales web de noticias de la prensa local, nacional e internacional

Cuál es el huracán más fuerte que ha golpeado Acapulco y cuántas vidas cobró

infobae.com/mexico/2023/10/25/cual-es-el-huracan-mas-fuerte-que-ha-golpeado-acapulco-y-cuantas-vidas-cobro/



Fotografía de los estragos del huracán Paulina, registrado en 1997. (Foto: Archivo) Durante la madrugada de este 25 de octubre, miles de personas sufrieron el impacto del **huracán Otis**. El fenómeno meteorológico tocó tierra en **Acapulco, Guerrero**, como categoría 5 y causó graves estragos que durante las últimas horas han sido cada vez más evidentes: inundaciones, derrumbes carreteros, afectaciones en inmuebles, pérdidas materiales e intermitencias en la comunicación; daños que no se registraban, por lo menos, en **más de dos décadas**.

En punto de las 00:25 horas, el huracán Otis entró a la costa de Guerrero con vientos máximos sostenidos de 270 km/h y rachas de hasta 300 km/h. Aunque la población guerrerense y los miles de turistas que se encuentran en dicho estado estaban advertidos, el fenómeno decidió adelantarse —se estimaba que tocaría tierra entre las cuatro y las seis de la mañana— y tomó a todos por sorpresa.

A las 7:30 horas, el presidente Andrés Manuel López Obrador reconoció que Guerrero resultó gravemente afectado y aseguró que se trató de un huracán que evolucionó de **manera atípica**.

Fuente: Martínez (2023), BBC Mundo (2023).

Huracán Otis en Acapulco: las imágenes de la destrucción que dejó el ciclón en México

bbc.com/mundo/articulos/027n774x0

Las imágenes de la destrucción que dejó en Acapulco el huracán Otis



Fuente de la imagen, Getty Images

Pie de foto,

La destrucción de Otis afectó a gran parte de red hotelera de Acapulco.

Article information

- Author, Redacción
- Role, BBC Mundo
- 26 octubre 2023

El huracán Otis, uno de los más fuertes que se haya registrado en el Pacífico mexicano, dejó al menos **39 personas muertas y 10 más desaparecidas**.

La tormenta, que tocó tierra como ciclón de categoría 5, golpeó el estado de Guerrero, en especial a la ciudad de Acapulco, con vientos sostenidos 260 km/h y rachas de hasta 315 km/h, lo que ocasionó **destrozos en infraestructura, así como daños del sistema eléctrico, telefonía e internet**.

Figura 2b. Portales web de noticias de la prensa local, nacional e internacional

Instala la gobernadora Evelyn Salgado el Centro de Mando para la Atención de los Efectos del Huracán "Otis"

guerrero.gob.mx/2023/10/instala-la-gobernadora-evelyn-salgado-el-centro-de-mando-para-la-atencion-de-los-efectos-del-huracan-otis/

El contenido de esta página será temporalmente modificado en atención a las disposiciones legales y normativas establecidas en el artículo 209, numeral uno de la Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales.

— 24 octubre, 2023

"Se establecen acciones de prevención, atención y mitigación ante el posible impacto de este fenómeno meteorológico

"Otis" podría impactar como huracán categoría 4 entre Acapulco y Tecpan de Galeana



Acapulco, Gro., 24 de octubre de 2023 - La gobernadora Evelyn Salgado Pineda encabezó la instalación del Centro de Mando para la Atención de los Efectos del Huracán "Otis", en el cual participan los tres niveles de gobierno en revisión a las acciones y estrategias de prevención, atención y mitigación ante el posible impacto en costas guerrerenses de este fenómeno meteorológico. De acuerdo con el pronóstico, se prevé que pueda tocar tierra entre los municipios de Acapulco y Tecpan de Galeana.

Con la presencia de la presidenta municipal, Abelina López Rodríguez, así como del titular de la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de Guerrero, Roberto Arroyo Matus y el secretario general de Gobierno, Ludwig Marcial Reynoso Núñez, la gobernadora enfatizó la necesidad de promover la prevención para poder salvaguardar la vida de las y los guerrerenses.

Fuente: Gobierno del Estado de Guerrero (2023a), El País (2023a).

El huracán 'Otis': las aristas de un fenómeno que le cambió el rostro a México

elpais.com/mexico/2023-10-31/el-huracan-otis-las-aristas-de-un-fenomeno-que-le-cambio-el-rostro-a-mexico.html

Huracán 'Otis'

Gabriela Warkentin conversa con Juan Claudio Toledo, investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, sobre el impacto del temporal en el país

El huracán 'Otis': las aristas de un fenómeno que le cambió el rostro a México.Podcast 'Al habla... con Warkentin' | Ep. 107

El huracán 'Otis' ha devastado el Estado de Guerrero. En unas pocas horas, el temporal pasó de tormenta tropical a ser catalogado como huracán categoría 5. El puerto de Acapulco ha sido el más afectado. El temporal ha dejado 45 muertos y 47 desaparecidos, según cifras oficiales. Gabriela Warkentin conversa con Juan Claudio Toledo, investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, sobre el impacto del temporal en el país

El huracán 'Otis' ha devastado el Estado de Guerrero. En unas pocas horas, el temporal pasó de tormenta tropical a ser catalogado como huracán categoría 5. El puerto de Acapulco ha sido el más afectado. El temporal ha dejado 45 muertos y 47 desaparecidos, según cifras oficiales, que siguen actualizándose conforme se recupera el acceso y la comunicación.

Pero el drama de Guerrero no empieza ni acaba con Otis. El centro de la información se ha situado en la entidad por el crimen organizado, trata de personas e inseguridad generalizada. ¿Se dio aviso a la población con suficiente tiempo? En este episodio de *Al habla...* la periodista Gabriela Warkentin conversa con Juan Claudio Toledo, investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM para entender el impacto de un fenómeno meteorológico que sin duda, cambiará el rostro de México.

Figura 2c. Portales web de noticias de la prensa local, nacional e internacional

El devastador paso del huracán Otis por Acapulco en imágenes

nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/devastador-paso-huracan-otis-por-acapulco-imagenes_20982

Medio Ambiente Huracanes

El huracán Otis, de categoría 5, destruyó gran parte de la infraestructura de la ciudad costera mexicana.

Constanza Vacas

El huracán Otis, de categoría 5, tocó tierra en Acapulco el **miércoles 25 de octubre de 2023 a las 00:25 horas**, resultando en una gran destrucción de la infraestructura de la ciudad: uno de los destinos turísticos por excelencia en México.



AP
117

Una infraestructura destrozada

Acapulco es una de las joyas turísticas de México: según los datos más recientes, en la primera temporada turística de 2022 el estado de Guerrero recibió medio millón de visitantes, de los cuales alrededor de 333.000 se alojaron en Acapulco. Además, de forma permanente vive allí casi 1 millón de personas.

Así se vivió el paso del huracán Otis por México

nytimes.com/es/2023/10/25/espanol/huracan-otis-mexico-acapulco.html

El huracán Otis irrumpió en la costa suroeste de México a primera hora del miércoles, comocionando a los pronosticadores del tiempo al emerger como una de las tormentas de categoría 5 más potentes en azotar la región y crear lo que un experto calificó de "escenario de pesadilla" para una costa turística muy popular.

El Times Una selección semanal de historias en español que no encontrarás en ningún otro sitio, con eñes y acentos.

Al principio, pocos meteorólogos pensaron que la tormenta tropical tocaría tierra como un huracán catastrófico. La mayoría de los modelos no predijeron que la tormenta se intensificaría sobre el océano Pacífico, lo que llevó a los pronosticadores a creer que sería como mucho un huracán débil.

Pero se fortaleció con notable rapidez, y el martes por la noche los meteorólogos y las autoridades mexicanas se apresuraban a advertir a los residentes de su potencial de destrucción.

El huracán tocó tierra a la 1 a. m. del miércoles, hora local, lo que provocó fuertes lluvias, inundaciones y deslaves en los estados de Guerrero y Oaxaca y dejó sin electricidad a más de medio millón de residentes. La tormenta tocó tierra con vientos sostenidos de 265 kilómetros por hora; apenas un día antes, Otis llevó vientos de 104 kilómetros por hora.

Las comunicaciones se cortaron casi por completo en el popular destino turístico de Acapulco, una gran ciudad portuaria con más de 852.000 habitantes que el Centro Nacional de Huracanes de EE. UU. advirtió que se encontraba en "una situación extremadamente grave". Los residentes dijeron que los potentes vientos arrancaron los tejados de los edificios y sacudieron hoteles abarrotados.

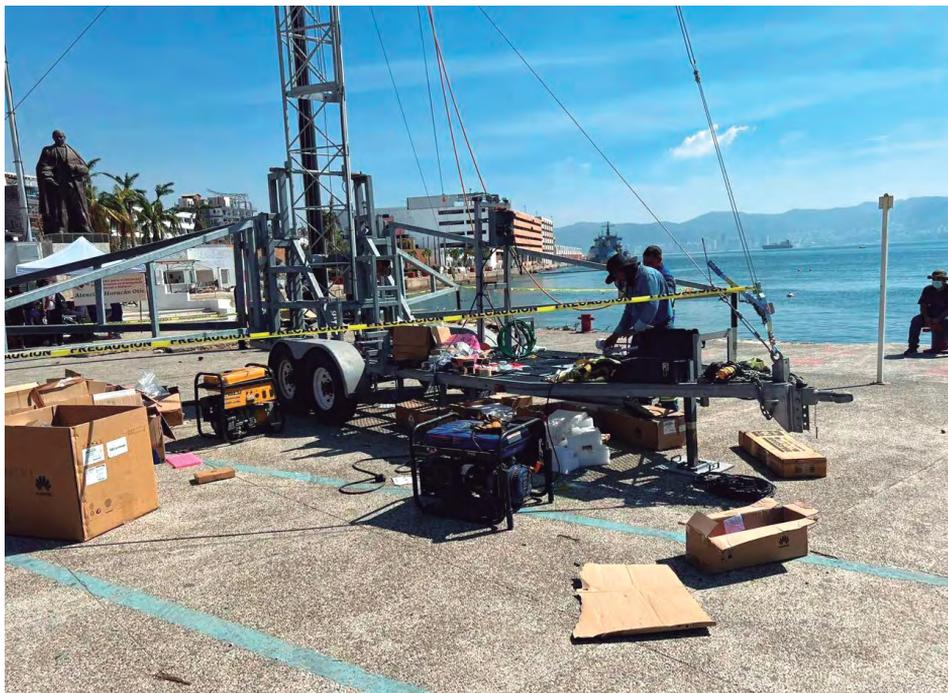
"Pocas veces, según los registros, se desarrolla así un huracán tan pronto y con tanta fuerza", dijo el presidente Andrés Manuel López Obrador durante su conferencia de prensa matutina, añadiendo que se habían enviado fuerzas armadas al estado de Guerrero.

No estaba claro si Otis había causado muertos o heridos en la región, que sufrió importantes apagones. Pero el huracán "tuvo un comportamiento atípico", dijo López Obrador, que se dirigía a Acapulco el miércoles por la tarde. "Esto no pasaba en décadas".

La tormenta también provocó la desconexión de SkyAlert, una popular aplicación de alerta de terremotos, incluso cuando se detectó un sismo relativamente menor de magnitud 4,4 el miércoles por la tarde en Zihuatanejo, una localidad conocida por sus hoteles de lujo y sus playas en Guerrero.

Fuente: *National Geographic-España* (2024), *The New York Times* (2023).

Figura 3. Instalación de antenas de telecomunicación



Fuente: Belmonte (2023).

1.4.2. Crónica de la evolución del huracán y sus efectos

La madrugada del 25 de octubre de 2023, alrededor de las 00:30 horas, tocó tierra en Acapulco, Guerrero, el fenómeno hidrometeorológico llamado *Otis*, con vientos sostenidos de 270 km/h y rachas de 300 km/h, convirtiéndose así en categoría 5. Este fenómeno natural, por sus fuertes vientos, causó destrozos de grandes dimensiones. Los daños que provocó han sido incuantificables, debido a las pérdidas humanas, a las pérdidas de la biodiversidad, tanto de flora como de fauna, así como a las pérdidas materiales. Los desbordes de ríos, de microcuencas y de canales, y el deslave de cerros, causaron inundaciones y derrumbes carreteros y de otros caminos, arrastre de vehículos, de animales domésticos y de aves de corral. Los expertos han expresado su sorpresa por la rapidez con la que el fenómeno evolucionó a categoría 5, considerándolo un fenómeno atípico.

De acuerdo con el Cenapred, el huracán fue un fenómeno histórico que representó uno de los desastres más destructivos de la historia de México y de Guerrero, debido a las emergencias declaradas en 21 estados de la República mexicana afectados, pues provocó pérdidas humanas, con el deslizamiento de laderas; tal como ocurrió en la comunidad La Pintada, donde ocasionó pérdidas humanas, así como afectaciones millonarias a la infraestructura de las poblaciones golpeadas por el fenómeno. De acuerdo con datos del Cenapred (2023), este fenómeno meteorológico ha sido el más mortífero de los últimos 15 años. Una enorme cantidad de seres humanos perdieron la vida por el fenómeno y las pérdidas materiales, sobre todo de viviendas, fueron millonarias (alrededor de 23 000 casas resultaron dañadas y aproximadamente 900 000 personas resultaron damnificadas).

Cabe destacar que los fenómenos de esta naturaleza no sólo afectan a la población local y su infraestructura, sino también a la población que se encuentra en plan de trabajo o de turismo en las ciudades donde ocurren los desastres. En el caso del huracán *Manuel*, 40 000 turistas quedaron varados, y quienes fueron auxiliados por las Fuerzas Armadas, rescatados y transportados a un lugar seguro (Martínez, 2023), mientras que en Acapulco fueron alrededor de 50 000 turistas los que quedaron atrapados en la zona turística debido al huracán *Otis*. Esta información fue proporcionada por autoridades turísticas de Acapulco (*El Financiero*, 2023).

La ciudad de Acapulco es la cabecera municipal y se encuentra territorialmente organizada por 67 comisarías y 57 delegaciones. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en 2020 el municipio de Acapulco de Juárez contaba con una población de 779 566 habitantes, de los cuales 371 794 son del género masculino y 407 772 son del género femenino, y es considerado el municipio más habitado de Guerrero (INEGI, 2020).

El aspecto orográfico del municipio presenta tres distintas formas de relieve: un 20% es plano, un 40% es semiplano y un 40% es accidentado. En cuanto a la altitud respecto del nivel de mar es de 169 msnm en la zona costera con alturas máximas en las partes altas de la ciudad. Las cordilleras que rodean a la bahía tienen pendientes pronunciadas y son consideradas zonas de alto riesgo; sin embargo, en éstas prevalece una extensa franja de áreas elevadas que son habitadas por una alta densidad de población,

donde sobresale el Parque Nacional El Veladero, una meseta montañosa con una elevación aproximada de 900 msnm (Ayuntamiento de Acapulco, 2020, 2021).

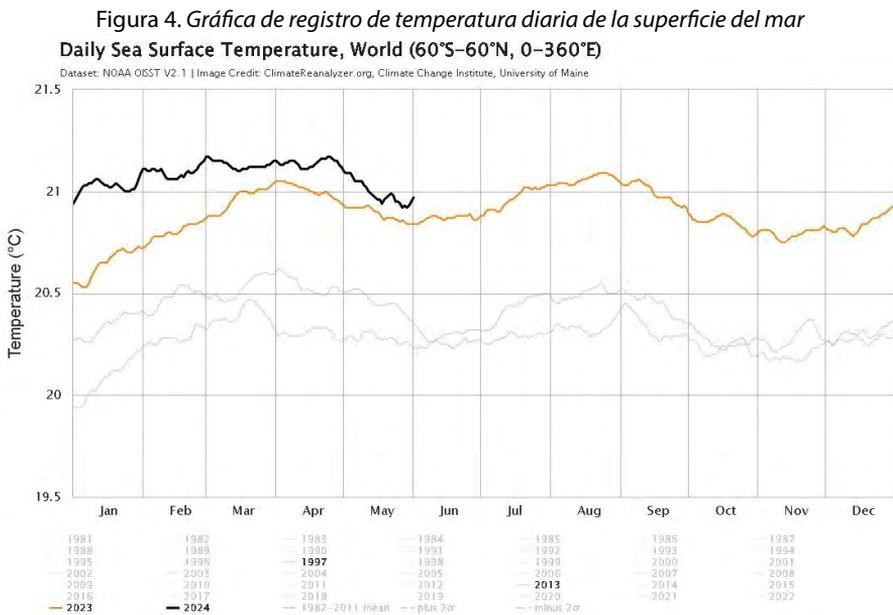
En este contexto el relieve que presenta la ciudad de Acapulco es complicado debido a las formaciones elevadas y abruptas que rodean la bahía. De las partes altas bajan diversas microcuencas, cauces y corrientes relevantes que se encaminan al océano y en su trayecto van seccionado el terreno e incluso las áreas urbanas por donde cruzan debido a que los escurrimientos pluviales no encuentran sus cauces naturales y, en consecuencia, no fluyen adecuadamente, provocando dispersión y desbordamientos de ríos y canales. La infraestructura urbana modificó las características naturales de los cauces, de la cuenca y de la zona de descarga; con ello se alteró el drenaje natural, causando una problemática muy aguda que afecta a diversas zonas de la ciudad (Ayuntamiento de Acapulco, 2020).

Con respecto a la temperatura anual, Acapulco se encuentra entre 31.4 °C la máxima y 24.5 °C la mínima. El régimen de lluvias se presenta en los meses de junio a septiembre, con precipitaciones promedio de 1367.3 mm al año, con un aproximado de 69 días con lluvia al año. La temperatura oscila entre 27.7 y 25.4 °C, en promedio y enero es considerado el mes más frío del año. De mayo a noviembre las tormentas tropicales y los huracanes son una amenaza constante, intensificándose en verano (Ayuntamiento de Acapulco, 2021).

De acuerdo con Climate Reanalyzer (2024) del Instituto de Cambio Climático de la Universidad de Maine, durante el periodo mensual que se presentó el fenómeno hidrometeorológico *Otis* se mantuvo una temperatura diaria de la superficie del mar, en el Océano Pacífico frente a la costa de Acapulco, del 22 al 25 de octubre de 2023, de 20.9 a 20.8 °C, lo que habría sido un factor activador de la evolución de la tormenta tropical a huracán categoría 5 (figura 4). Contrastado con las lecturas de los dos fenómenos naturales *Pauline* (1997) e *Ingrid* (2013), se observa un incremento de la temperatura en el presente año (2024) por encima de los años anteriores.

La mañana del 24 de octubre de 2023 las autoridades anunciaban que tomarían precauciones ante el fenómeno hidrometeorológico en forma de tormenta llamado *Otis*; conforme avanzaban las horas, lo que parecía

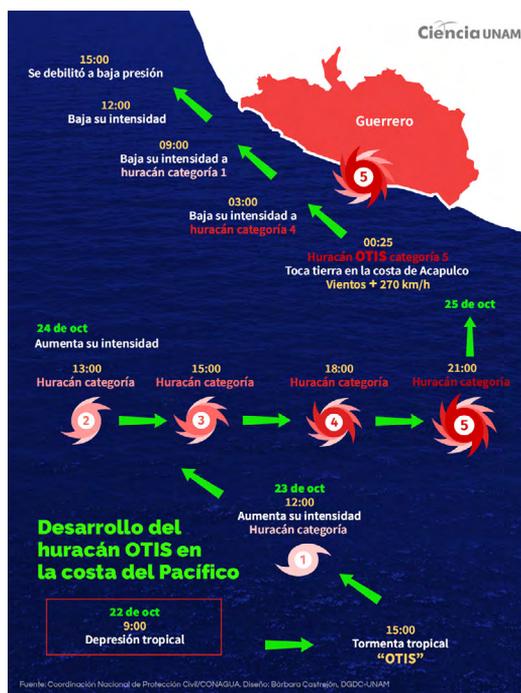
una simple tormenta se había convertido en huracán categoría 1. Al medio día, de acuerdo con el servicio hidrometeorológico, presentaba vientos de 130 km/h; las alarmas se encendieron y las autoridades educativas giraron instrucciones para retirar a los estudiantes y suspender labores docentes y administrativas, y se tomaron las medidas necesarias para salvaguardar la integridad de estudiantes y del personal que labora en las escuelas. El mismo proceso se aplicó con los demás trabajadores, cancelando las actividades educativas.



Fuente: Climate Reanalyzer (2024).

En la figura 5 se observa cómo fue el desarrollo del fenómeno hidrometeorológico del huracán. Inició como depresión tropical el 22 de octubre; para el día 23 se había convertido en categoría 1, aumentando cada vez más su intensidad. El día 24 de octubre a las 13:00 horas ya se encontraba en la categoría 2; dos horas después subió a la categoría 3; a las 18:00 horas ya había alcanzado la categoría 4; finalmente, a las 21:00 horas el fenómeno había alcanzado la categoría 5, una de las más elevadas en la escala Saffir-Simpson, frente a las costas de Guerrero.

Figura 5. Trayectoria y evolución del huracán Otis



Fuente: Domínguez y Juárez (2023).

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (Cenapred, 2023), a las 22:00 horas el fenómeno se localizaba a 70 km al sursureste del puerto de Acapulco. Los vientos sostenidos alcanzaron velocidades de 270 km/h; además se registraban ráfagas de 330 km/h y su impacto estaba pronosticado entre las cuatro y seis de la mañana del miércoles 25 de octubre; sin embargo, finalmente el fenómeno tocó tierra en la costa de Acapulco a las 00:25 horas.

A las 13:00 horas las autoridades correspondientes ordenaron suspender las actividades escolares en la entidad. Era un día nublado en Acapulco, no había rastros de lluvia; sin embargo, de acuerdo con la secuencia que muestra la imagen sobre el huracán, ya se encontraba en la categoría 2 sin tocar tierra. Con base en esta información, comenzaron a suspenderse las actividades laborales y se cancelaron algunos eventos programados por la tarde; los supermercados y los centros comerciales anunciaron la suspensión de servicios a partir de las 18:00 horas. Las actividades culturales y

de servicio también suspendieron sus actividades y cerraron sus locales. De esta forma se procuró que las personas tuvieran un periodo de tiempo para trasladarse a lugares seguros. De igual manera el gobierno municipal, a través de la Secretaría de Seguridad Vial, ordenaba a la población a retirar sus vehículos de la avenida principal de la Costera Miguel Alemán, previendo que los automóviles fueran arrastados.

Para el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), así como para los expertos de estos eventos, el fenómeno *Otis* ha tomado a todos por sorpresa debido a su rápida evolución e intensificación en un corto periodo de tiempo. Se le consideró un fenómeno atípico que desconcertó a los organismos oficiales encargados de prevenir estos fenómenos. De acuerdo con el Servicio de Prevención de Huracanes, a las dos de la tarde el fenómeno presentaba vientos de 155 km/h; el huracán se había convertido en categoría 2. Conforme pasaban las horas, dicho huracán se fortalecía de tal forma que alrededor de las cuatro de la tarde había alcanzado vientos de 200 km/h, convirtiéndose así en categoría 3. Mientras transcurrían las horas los vientos se intensificaban y alcanzaban una velocidad de 240 km/h, convirtiendo el fenómeno climatológico en categoría 4 alrededor de las siete de la noche.

A las nueve de la noche las autoridades alertaban a la población para que buscaran refugios seguros, se mantuvieran en casa y estuvieran atentos debido a que el huracán había alcanzado vientos sostenidos de 260 km/h, característicos de la categoría 5, la máxima en la escala Saffir-Simpson. De esta forma, en un tiempo récord, menos de 12 horas, la tormenta tropical se transformó en huracán categoría 5, considerado el más intenso que haya tocado tierra en el Pacífico mexicano.

Alrededor de las once de la noche el huracán *Otis* se situaba a menos de 100 km de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México, con rachas de vientos de 315 km/h. De acuerdo con el servicio hidrometeorológico, este fenómeno fue considerado el más potente y poderoso de la historia del Pacífico Sur, pues posteriormente se confirmó que los vientos del huracán *Otis* registraron una velocidad récord de 330 km/h.

De acuerdo con los expertos, nunca en la historia un fenómeno había logrado pasar de tormenta a huracán categoría 5 en menos de 12 horas, como sucedió en Acapulco, con el huracán *Otis*. Ante este panorama, la

catástrofe estaba asegurada, y así fue, ya que arrasó con todo lo que se encontró a su paso.

El 23 de octubre de 2023, la gobernadora del estado de Guerrero coordinaba los trabajos de salvamento con autoridades federales, estatales y municipales y atendía e implementaba acciones preventivas ante la tormenta tropical *Otis*, la cual se ubicaba frente a la costa de Guerrero, y cuyo impacto se esperaba que ocurriera el miércoles 25 de octubre de 2023.

Ante el inminente impacto del huracán *Otis* en Acapulco y Tecpan de Galeana, el 24 de octubre de 2023 la mandataria del estado encabezó la instalación del centro de mando para la atención de los efectos del huracán *Otis*, con la participación de los tres niveles de gobierno, incluyendo la presencia de la presidenta municipal del municipio de Acapulco, el representante de la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de Guerrero, el secretario general de Gobierno, la Décimo Segunda Región Naval, entre otros funcionarios que participaron en la logística de prevención (Gobierno del Estado de Guerrero, 2023a).

Así, se exhortó a la población a permanecer en sus hogares o a buscar refugios temporales seguros durante la contingencia provocada por la tormenta. En este sentido, la gobernadora afirmó que se implementaron acciones para salvaguardar la vida y la integridad de la población y puntualizó:

Prefiero que digan que exageramos con las medidas a que fuimos omisos en no hacer las recomendaciones correspondientes, es mejor prevenir, somos un gobierno responsable que está trabajando, ocupado y preocupado en el bienestar y en salvaguardar la vida de las y los guerrerenses [Gobierno del Estado de Guerrero, 2023c].

El gobierno del estado de Guerrero (2023b), a través de la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil, advertía sobre los riesgos de que, en las próximas horas, la tormenta tropical se convirtiera en huracán de alta intensidad debido a su potencial de lluvias y a su inminente impacto en Acapulco.

El informe de la mañana del día 24 de octubre destacó que el fenómeno hidrometeorológico se localizaba a 280 km al sursureste de Acapulco, Guerrero, con vientos máximos sostenidos de 100 km/h y rachas de vientos

máximas de 120 km/h, y continuaba su desplazamiento hacia el nornoroeste a razón de 13 km/h (Cenapred, 2023).

Este organismo hizo énfasis en que la amplia circulación nubosa de *Otis* comenzaría a afectar las costas de Guerrero en el transcurso del día, ocasionando precipitaciones de moderadas a fuertes e intensificándose durante la noche y madrugada del miércoles, con lluvias de intensas a torrenciales; rachas de vientos de 70 a 90 km/h y oleaje de dos a cuatro metros de altura en toda la franja costera de la entidad (Gobierno del Estado de Guerrero, 2023d)

Derivado del alto riesgo que representaba el fenómeno hidrometeorológico, la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil emitió una alerta preventiva a las autoridades municipales del estado, con la finalidad de extremar medidas de precaución para salvaguardar el patrimonio y la integridad del territorio. Instó a la población a ubicar el refugio temporal más cercano y atender las indicaciones de seguridad y protección civil de las autoridades.

Sin embargo, de los 86 refugios temporales incluidos en el catálogo de la Secretaría de Gestión Integral de Riesgo y Protección civil, instalaciones escolares y centros de culto (iglesias), sólo funcionaban cuatro según afirmó la titular de este organismo, quien hizo hincapié en la incapacidad de esos centros para dar refugio a las personas que lo necesitaban, debido a que no contaban con las instalaciones adecuadas para fungir como refugios temporales, además de que muchos de ellos sufrieron daños estructurales importantes por la tormenta y las personas prefirieron refugiarse con vecinos o familiares que tuvieran espacios seguros para soportar el huracán.

Finalmente, el huracán *Otis* tocó tierra el miércoles 25 de octubre a las 00:25 horas, convertido en un huracán categoría 5 en menos de 12 horas, la más alta de la escala Saffir-Simpson, que se basa en la velocidad promedio del viento para medir la intensidad de los ciclones (Cenapred, 2023).

Al respecto, el investigador del Centro de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM, Jorge Zavala, explicó que a las nueve de la mañana *Otis* tenía vientos apenas superiores a los 100 kilómetros por hora, típicos de una tormenta tropical. Pero a las nueve de la noche ya superaban los 250 kilómetros por hora y ya era en toda regla un huracán categoría 5. “No se tuvo el pronóstico adecuado 24, 48, 72 horas antes”, dijo Zavala. El académico agregó que los protocolos de seguridad dependen de la

categoría del evento meteorológico y del tiempo previo a que se acerque a las costas. Todo fue muy rápido. “Los tiempos de los protocolos no preveían un escenario como el que ocurrió”, afirmó (Camhaji, 2023b).

Una de las claves para entender los daños provocados por un huracán está en la rapidez del viento porque aumenta exponencialmente la destrucción del fenómeno meteorológico. “Un pequeño incremento en la magnitud del viento aumenta su capacidad de destrucción en una forma enorme”, señala Zavala (Camhaji, 2023b). Las rachas, los picos de velocidad del viento, rondaron los 330 km/h la noche que *Otis* tocó tierra en Guerrero.

En este contexto, el desastre estaba asegurado: no hubo protocolos que previnieran y mitigaran el daño; los ríos y los canales pluviales se desbordaron y afectaron a la población inundando todo a su paso; los cerros se desgajaron y arrastraron piedras y lodos; los fuertes vientos arrancaron techos de lámina y tejados de casas y negocios; el follaje de los árboles fue arrancado de tajo, y los árboles de mayor tamaño fueron vencidos por los fuertes vientos.

Se colapsaron y se rompieron ventanas, puertas, portones de edificios y casas habitacionales. La población tuvo que enfrentarse a un fenómeno natural de esa magnitud con sus propios recursos e ingenio para salvaguardar su vida y la de su familia; las personas improvisaron refugios para proteger su integridad física. Fue una noche de terror, miedo, tensión y caos. Reinaba una fuerte lluvia y una oscuridad tenebrosa; muchos no lograron sobrevivir ante el despiadado embate de la naturaleza.

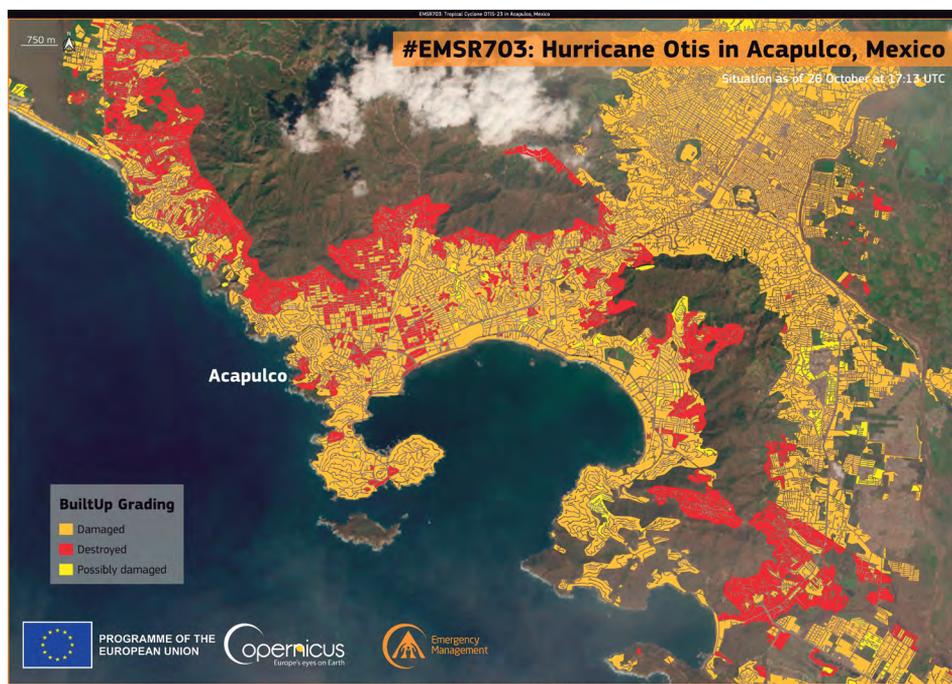
La mañana del miércoles 25 de octubre de 2023 amaneció con una lluvia intensa que se extendió durante más de tres horas; el huracán arrasó con todo lo que encontró a su paso. Los habitantes no podíamos creer lo que había sucedido esa madrugada. Amaneció con la ciudad completamente destruida y devastada; el huracán había acabado prácticamente con todo: edificios, casas-habitación, comercios, restaurantes, tiendas de auto-servicio, despachadoras de gasolina, escuelas, refugios, iglesias, hospitales; había inundado los fraccionamientos y las casas que se encuentran asentadas en la parte baja de la ciudad y las casas habitacionales de las partes altas lucían sin techos y sin ventanas.

En la parte alta de la colonia Palma Sola hubo desgajamientos provenientes del Parque Nacional El Veladero que dejaron una gran cantidad de casas afectadas, automóviles sepultados, calles cerradas por el lodo, pie-

Con base en la información oficial del gobierno del estado, la tormenta destruyó 50 torres de alta tensión en la zona afectada, provocando la interrupción de la comunicación electrónica durante meses, dañó el servicio de luz eléctrica, e interrumpió la telefonía e internet. En consecuencia, toda la ciudad de Acapulco se vio incomunicada.

Otro sector severamente afectado fue el hotelero. De acuerdo con información oficial del gobierno del estado, 80% de los hoteles sufrió serios daños en su infraestructura y en sus instalaciones, lo que representa un severo revés a la economía local como consecuencia de la destrucción de la infraestructura urbana de Acapulco. En la figura 7 se muestran las áreas dañadas en color naranja, las zonas destruidas en color rojo, y en color amarillo las partes que posiblemente fueron dañadas.

Figura 7. Infraestructura inmobiliaria urbana de Acapulco dañada por el huracán Otis



Fuente: Copernicus (2023b).

En vista de los daños materiales que sufrió el sector hotelero, se comenzó a evacuar a los huéspedes por medio de transporte terrestre gratuito

proporcionado por el gobierno de Guerrero. Se apostaron camiones afuera de los hoteles para transportar a los turistas a sus respectivos destinos: Chilpancingo, Ciudad de México y Zihuatanejo. Quien deseara transportarse vía aérea desde este punto, debido a que las instalaciones y la pista del aeropuerto de Acapulco sufrió daños considerables, por lo cual se cancelaron sus operaciones hasta nuevo aviso, podía hacerlo gracias a que el gobierno de México ofreció transporte gratuito a través de tres distintas aerolíneas que operaron desde el aeropuerto de Zihuatanejo. A partir del 27 de octubre, la Base Militar Número 7 ubicada en Pie de la Cuesta, comenzó a operar como puente aéreo para ayudar a restablecer las comunicaciones y desalojar a la población y a los turistas del puerto que desearan viajar a la Ciudad de México (*Animal Político*, 2023; Baena, 2023).

Uno de los sectores más seriamente dañados fue el de salud, pues la infraestructura de los hospitales fue seriamente dañada, al igual que sus instalaciones. En consecuencia, la Secretaría de Salud implementó un operativo de contingencia para manejar riesgos sanitarios en situaciones de emergencia ante el desastre y atender las necesidades de la población. Se instalaron cuatro unidades médicas móviles en Tecpan de Galeana que atendieron a los afectados del área de Coyuca de Benítez. Además, en Acapulco se colocaron brigadas de salud y unidades móviles. Tanto las unidades médicas como las brigadas y el personal desplegado en esa contingencia estaban involucrados en labores de promoción de la salud, vigilancia epidemiológica y atención médica (Rico Barrera, 2023). Sin embargo, pese a los esfuerzos que han realizado las brigadas, no ha sido suficiente para atender a un sector que fue seriamente afectado en su salud tanto física como emocional.

1.4.3. Análisis cualitativo descriptivo de los recorridos realizados en el área de contingencia

En suma, los recorridos de campo realizados permitieron identificar 12 problemas socioambientales principales derivados del huracán *Otis*: Éstos fueron registrados en la matriz de Vester (figura 8). Con base en la interacción de sus categorías, se construyó un plano cartesiano de influencia y dependencia entre los problemas seleccionados. En la figura 9, se aprecia

un eje de coordenadas: en el eje X se situaron los valores de los activos, mientras que en el eje Y se situaron los valores pasivos. Lo anterior permitió mostrar la relación entre cada problemática, causas y sus consecuencias.

Figura 8. Matriz de Vester para selección de problemas

PROBLEMÁTICAS		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	TOTAL INFLUENCIA (ACTIVOS "X")
P1	Impactos por fenómeno hidrometeorológico	0	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	32
P2	Colapso de la infraestructura vial	3	0	1	1	1	1	3	1	1	1	2	3	18
P3	Falta de seguridad pública	3	2	0	0	0	1	3	0	0	1	2	1	13
P4	Degradación de zonas de vegetación en general	3	2	0	0	3	2	0	2	0	1	2	2	17
P5	Degradación del ecosistema urbano	3	3	1	2	0	3	3	3	1	2	3	3	27
P6	Daños en la infraestructura urbana, colapso de servicios de luz y agua potable	3	3	3	2	3	0	3	3	2	3	3	3	31
P7	Acciones de saqueos a comercios y rapiña a casas habitación	3	3	3	0	2	3	0	1	0	1	3	0	19
P8	Presencia de residuos y escombros	3	3	0	2	2	3	0	0	0	0	1	1	15
P9	Escurremientos de aguas residuales	2	2	0	1	2	3	0	1	0	0	1	1	13
P10	Suspensión de actividades educativas	3	3	2	2	3	1	1	0	0	2	3	3	22
P11	Pérdidas económicas	3	3	2	1	2	3	3	1	0	2	0	3	23
P12	Falta de transporte público	3	3	3	1	1	3	2	2	0	3	3	0	24
TOTAL DEPENDENCIA (PASIVOS "Y")		32	30	18	15	21	28	21	18	6	17	25	23	

Escala: Alta influencia = 3; Media influencia = 2; Baja influencia = 1; Nula influencia = 0.

Fuente: elaboración propia con base en la matriz de Vester de Rodríguez-Restrepo (2020).

Con el análisis de los resultados de la matriz del plano cartesiano, se identificaron siete problemas críticos (problemas centrales). Los más relevantes fueron los siguientes: “P1: El impacto por el fenómeno hidrometeorológico” y “P6: Daños en la infraestructura urbana, colapso de servicios de luz y agua potable”, los cuales tienden a establecer una interrelación con el suceso causa-efecto, influyendo con los problemas “P5: Degradación del ecosistema urbano”, “P12: Falta de transporte público”, “P11: Pérdidas económicas”, “P2: Colapso de la infraestructura vial”, “P7: Acciones de saqueos a comercios y rapiña a casas habitación” y “P10: Suspensión de actividades educativas”.

Estos problemas constituyen la parte central de nuestro estudio, por lo que se infiere que por estar estrechamente relacionados, su atención contribuiría a mitigar otros daños que se generaban como consecuencia del fenómeno natural.

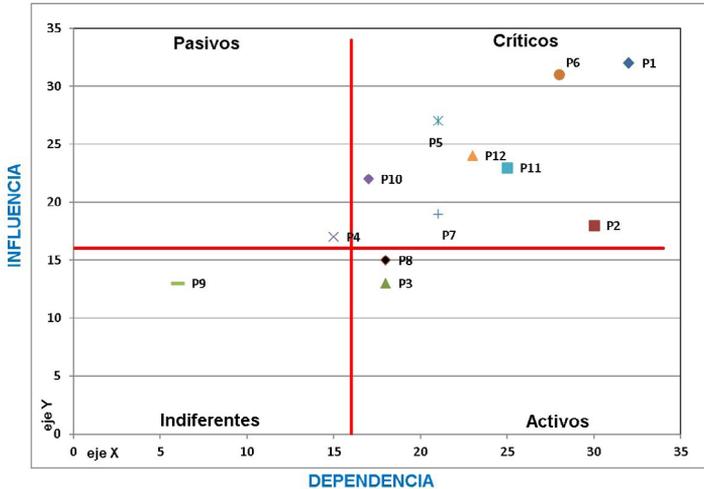
Asimismo, como problemas activos (problemas raíces) que se desencadenan de los problemas críticos se presentan los siguientes: “P8: Presencia de residuos y escombros” y “P3: Falta de seguridad pública”, que se tornan críticos si no se atienden a la brevedad.

En relación con el problema pasivo (problema efecto) “P4: Degradación de zonas de vegetación”, se encuentra próximo a volverse crítico si no

se atiende a la brevedad.

En cuanto al problema indiferente (problema no relacionado) “P9: escurrimientos de aguas residuales”, posee una débil relación con la problemática crítica.

Figura 9. Plano cartesiano de influencia y dependencia de problemáticas



Fuente: elaboración propia con base en la matriz de Vester de Rodríguez-Restrepo (2020).

1.4.4. El fenómeno social post-Otis

Uno de los eventos más impactantes del huracán fue el saqueo de supermercados y comercios tras la devastación. El fenómeno social tuvo lugar las dos semanas subsecuentes a la tormenta, fueron los saqueros a comercios y centros comerciales. Al inicio sólo fueron alimentos perecederos y luego toda clase de mercancía (figura 10).

Las autoridades reconocieron que este fenómeno se produjo por causa del miedo y la incertidumbre sobre el abastecimiento de productos básicos, lo que provocó desorden y caos en la población, considerado típico cuando ocurre una emergencia como la tragedia que provocó el huracán *Otis*.

La infraestructura de los mercados, supermercados, tiendas de auto-servicio y locales de venta de alimentos, estaba colapsada, por lo que la población comenzó a invadir los establecimientos y a saquearlos.

Figura 10. Acciones de saqueo y rapiña



Fotografía: Rodrigo Oropeza/AFP, vía Getty Images.

Fuente: Neria Cano (2023).

Este fenómeno social generó confusión y desconcierto. No había autoridad que controlara la rapiña causada por la población que a toda costa robaba los alimentos y la mercancía que encontraba a su paso en supermercados y centros comerciales. Por desgracia, no sólo saquearon alimentos, sino que destruyeron el mobiliario y el equipo de los lugares que atracaron.

No obstante, debido a que se agotaron rápidamente los suministros, la población empezó a padecer la escasez de alimentos y agua. Entonces comenzaron las rapiñas en casas-habitacionales. Muchas casas quedaron abandonadas por sus habitantes debido a las condiciones en que quedaron para seguir habitándolas; otras más fueron cerradas y las familias se trasladaron a lugar seguros con alimentos y servicios; lo que facilitó la rapiña en esas casas-habitación.

1.4.5. Habitantes organizados acuerdan toque de queda

La escasa seguridad sobre la población se ha convertido en un grave problema en las calles. La falta de energía eléctrica complicó más la situación de inseguridad que ya se vivía, comenzó el saqueo y los constantes robos a casas-habitación, por lo que la gente comenzó a organizarse para proteger lo poco que les quedó.

Debido a la falta de seguridad, la población organizada por barrios y colonias acordó implementar un toque de queda. Las colonias que se organizaron y que implementaron toque de queda fueron Hogar Moderno, Progreso, Dragos de Puerto Marqués y Residencial los Arcos. Además, han colocado barricadas con madera, tinacos, láminas y cualquier objeto que permita cerrar el paso vehicular. Los habitantes se han organizado para realizar guardias nocturnas, armados con palos y machetes. En consecuencia, transitar por estas calles durante la noche se tornó peligroso para las personas que no viven en las colonias donde se implementó el toque de queda como estrategia de seguridad.

1.4.6. El agua como elemento vital para la supervivencia

La falta de electricidad en toda la ciudad y en las zonas conurbadas no ha permitido el tandeo de agua potable, por lo que, desde el 24 de octubre por la noche, la población acapulqueña dejó de recibir el vital líquido, situación que se ha prolongado durante meses. El devastador huracán afectó el sistema de tuberías y las líneas de distribución, rompió los tanques de suministro y, en general, los fuertes vientos colapsaron la infraestructura hidráulica.

Las consecuencias del desabasto las ha padecido la población, que, ante la falta del servicio domiciliario, transportó el agua a pie desde los distintos manantiales, ríos y pozos artesanales que existen en Acapulco. El agua potable fue suministrada por la Secretaría de Marina y por el Ejército Nacional, que instalaron cisternas de distribución en distintos puntos de la ciudad; sin embargo, ha sido insuficiente para cubrir las necesidades de toda la población. Así que otra opción para abastecerse de agua ha sido

por medio de la compra de pipas de agua, cuyo precio oscila entre 700 y 1500 pesos, dependiendo de la zona que tengan que abastecer.

En este sentido, las protestas por la falta de agua potable se han hecho presentes en las instalaciones de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA). Colonos organizados han realizado bloqueos en calles y en instalaciones de este organismo público con la finalidad de que sea atendida su demanda de agua potable. De esta forma, se ha conseguido, mediante la gestión de los colonos, llevar a los hogares pipas de agua gratuita a algunos sectores de la ciudad; sin embargo, hasta la fecha el servicio de tandeo continúa de forma intermitente.

Como parte de su informe de acciones relevantes de enero a diciembre de 2023, un funcionario de la CAPAMA dio a conocer que se han invertido alrededor de 112 millones de pesos para llevar a cabo acciones referentes al agua potable: 900 035.54 pesos invertidos en tanques de agua; 7.77 millones de pesos en equipamientos hidráulico de diversos poblados, y 50 324 485.77 pesos en una planta potabilizadora. El funcionario agregó que para atender los casos de emergencia provocados por *Otis*, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y el gobierno de Guerrero, se concretaron 35 acciones, con una inversión a enero de 2024, de 34.27 millones de pesos.

Las obras más importantes fueron el desazolve y la desinfección de tanques, la rehabilitación de equipos de bombeo, la reposición de líneas de alimentación eléctrica y la reposición de bardas, techumbres, antenas de comunicación, postes, y acometidas eléctricas. Hasta enero pasado, según ese funcionario, la captación del recurso natural era suficiente para abastecer a una población de 946 697 habitantes y el líquido suministrado es de buena calidad, lo cual cumple con la norma NOM-127 (*La Jornada*, 2024).

Sin embargo, la realidad que vive la gente local es muy distinta a la que experimentan los funcionarios de estos organismos. Hay muchas quejas y la exigencia de la población que carece de agua potable en sus hogares es persistente. Está documentado que en diversas colonias de la ciudad hay agua sólo un día a la semana, y en otras más, un solo día cada dos semanas, pero hay otras donde el suministro está suspendido desde hace meses y no cuentan con el servicio.

Ante esta problemática, el negocio de la venta de agua no se ha hecho esperar, así que se pueden encontrar publicaciones en redes sociales referente a los costos de las pipas de agua. Quien tiene los recursos económicos para comprar las pipas abastece su hogar; pero existe un sector de la población que no cuenta con el recurso económico necesario para realizar ese gasto. Por lo que, sin duda, el tema del agua potable va a seguir dando de qué hablar.

Por lo anterior, ante los desastres provocados por el huracán *Otis* en Acapulco, debemos aprender la lección y las experiencias, ya que, de acuerdo con Cuéllar (2023), los desastres ante fenómenos naturales, conducen a una construcción socioambiental.

1.5. Conclusiones

Lo ocurrido con el poderoso huracán llamado *Otis* durante la noche del 24 y la madrugada del 25 de octubre de 2023 en el puerto de Acapulco y comunidades aledañas, ha sido una verdadera tragedia en todos los aspectos. Se debe considerar como una advertencia sobre las consecuencias que provocan las acciones antrópicas negativas que han transformado el ecosistema, por la sobreexplotación de los recursos naturales que han contribuido a acelerar el cambio climático.

Los daños causados han sido devastadores; el costo económico, social y ambiental es incuantificable para el puerto de Acapulco, pues se han observado pérdidas parciales y totales en toda la infraestructura del puerto. Muchas viviendas desaparecieron, los edificios se colapsaron; en este sentido, existe la urgencia de mejorar la planeación urbana en zonas de asentamientos irregulares y de alto riesgo y de realizar un correcto ordenamiento territorial.

De igual forma, es necesario replantear las políticas ambientales con énfasis en el cambio climático que impacten positivamente en la conciencia y en la acción de la población para disminuir la contaminación y los gases de efecto invernadero, ya que las altas temperaturas en el océano y el calentamiento global provocan el cambio climático que tiene como consecuencia que se desarrollen fenómenos hidrometeorológicos como fue el huracán

Otis categoría 5. A partir de este fenómeno seguramente habrá más fenómenos ambientales iguales o más extremos y violentos que el huracán *Otis*.

Por otro lado, todo indica que los protocolos de alerta temprana y prevención no fueron suficientes, pertinentes ni mucho menos efectivos. Considerando que sólo se contaba con algunas horas de margen para preparar y prevenir a la población sobre un posible desastre socioambiental, ese tiempo habría sido suficiente para garantizar el resguardo de la gente en refugios temporales seguros, el desalojo de la población que habita en las zonas de alto riesgo, el retiro inmediato de los trabajadores de las playas que se dedican a las actividades en los muelles, exigiéndoles suspender y abandonar sus actividades en el mar o en las playas. Faltó activar las alertas a través de protocolos claros y bien coordinados ante el inminente peligro que representaba para la población un huracán de aquella magnitud.

Es claro que los protocolos fallaron, los refugios no fueron suficientes y no estaban equipados para albergar a la población que necesitaba refugio. Se vivieron horas desgarradoras, perturbadoras y de penuria. Familias completas perdieron todas sus pertinencias y hubo una gran cantidad de pérdidas humanas por causa del siniestro.

Finalmente, una semana después de los trastornos provocados por el huracán *Otis*, la población quedó en completa indefensión y con una enorme incertidumbre debido a la lenta reacción de las autoridades correspondientes, que no tomaban la iniciativa para apoyarla en sus necesidades básicas de supervivencia, como agua y alimentación. Frente a la falta de iniciativa por parte de los tres niveles de gobierno, vino el desorden social, que concluyó hasta que el gobierno federal, con el apoyo del gobierno estatal, generaron las condiciones para que la gente recibiera el apoyo con base en sus necesidades prioritarias. De igual forma, se sumaron otros organismos nacionales e internacionales que contribuyeron con apoyos humanitarios. Así inició la reconstrucción de Acapulco.

1.6. Referencias

Animal Político (2023, 27 de octubre). Habilitan dos puentes aéreos para población y turistas e inicia la evacuación terrestre en Acapulco. <https://animalpolitico.com/estados/puente-aereo-autobuses-acapulco>.

- Ayuntamiento de Acapulco (2020). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acapulco de Juárez, Guerrero 2020*. Ayuntamiento de Acapulco. <https://bitacorateritorial.guerrero.gob.mx/wp-content/uploads/2023/06/PMDUAcapulco.pdf>.
- Ayuntamiento de Acapulco (2021). *Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024*. Ayuntamiento de Acapulco. <https://acapulco.gob.mx/transparencia/plan-municipal-de-desarrollo/>.
- Baena, M. (2023, 26 de octubre). Puente aéreo para evacuar turistas en Acapulco afectados por el huracán *Otis* arranca este viernes. *Infobae*. <https://www.infobae.com/mexico/2023/10/27/puente-aereo-para-evacuar-turistas-en-acapulco-afectados-por-el-huracan-otis-arranca-este-viernes>.
- BBC Mundo (2023, 26 de octubre). Las imágenes de la destrucción que dejó en Acapulco el huracán *Otis*. <https://www.bbc.com/mundo/articulos/c807nr77p4xo>.
- Belmonte, J. J. (2023, 3 de noviembre). Telecomunicaciones incapaces y fallidas ante *Otis*. *Anews*. <https://anews.mx/acapulco/telecomunicaciones-incapaces-y-fallidas-ante-otis/>.
- Camhaji, E. (2023, 31 de octubre). Mapas: el rastro de destrucción de *Otis* en Acapulco. *El País*. <https://elpais.com/mexico/2023-10-31/mapas-el-rastro-de-destruccion-de-otis-en-acapulco.html>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) (2023, 25 de octubre). *Ciclón Otis se debilita a baja presión remanente*. Cenapred. <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/huracan-otis-se-intensifica-a-categoria-5>.
- Climate Reanalyzer (2024). *Daily Sea Surface Temperature*. University of Maine, Climate Change Institute. <https://climatereanalyzer.org/>.
- Copernicus (2023a). *EMSR703: Tropical Cyclone OTIS-23 in Acapulco, Mexico*. Unión Europea. <https://rapidmapping.emergency.copernicus.eu/EMSR703/download>.
- (2023b, 10 de octubre). *Hurricane Otis hits Acapulco* (Image of the Day, Sentinel 2). Unión Europea. <https://www.copernicus.eu/es/node/35256>.
- Cuéllar, A. (2023, 22 de noviembre). La lección tras el huracán *Otis* en México: “Los desastres se construyen socialmente”. *Dialogue Earth*. <https://dialogue.earth/es/clima/384201-huracan-otis-marjory-gonzalez-los-desastres-se-construyen-socialmente>.
- Domínguez, E., y Juárez, C. (2023, 27 de octubre). *Otis*, el huracán que es un desafío para la ciencia. *Ciencia UNAM*. <https://ciencia.unam.mx/leer/1458/otis-el-huracan-que-es-un-desafio-para>.
- El Financiero* (2023). Varados e incomunicados: van al menos 260 turistas sin localizar en Acapulco por huracán *Otis*. *El Financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/estados/2023/10/26/huracan-otis-turistas-mexicanos-varados-en-acapulco-guerrero-sin-localizar-hoy/>.
- El País* (2023, 31 de octubre). El huracán *Otis*: las aristas de un fenómeno que le cambió el rostro a México. *El País*. <https://elpais.com/mexico/2023-10-31/el-huracan-otis-las-aristas-de-un-fenomeno-que-le-cambio-el-rostro-a-mexico.html>.
- Emergency Response Coordination Centre (ERCC) (2023, 25 de octubre). Mexico: Tropical Cyclone *Otis*. Unión Europea, ERCC. <https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/ECHO-Products/Maps#/maps/4676>.

- Facultad de Educación (2022). *La investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). <https://files.pucp.edu.pe/facultad/educacion/wp-content/uploads/2022/04/28145648/GUIA-INVESTIGACION-DESCRIPTIVA-20221.pdf>.
- Fernández Chaves, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Revista de Ciencias Sociales*, (96), 35-53. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15309604>
- Gobierno del Estado de Guerrero (2023a, 24 de octubre). *Instala la gobernadora Evelyn Salgado el Centro de Mando para la Atención de los Efectos del Huracán Otis*. <https://www.guerrero.gob.mx/2023/10/instala-la-gobernadora-evelyn-salgado-el-centro-de-mando-para-la-atencion-de-los-efectos-del-huracan-otis/>
- (2023b, 24 de octubre). *Huracán Otis alcanzó la categoría tres frente a las costas de Guerrero*. <https://www.guerrero.gob.mx/2023/10/huracan-otis-alcanzo-la-categoria-tres-frente-a-las-costas-de-guerrero/>.
- (2023c, 23 de octubre). *Instala Evelyn Salgado en sesión permanente al Consejo Estatal de Protección Civil por tormenta Otis en Guerrero*. <https://www.guerrero.gob.mx/2023/10/instala-evelyn-salgado-en-sesion-permanente-al-consejo-estatal-de-proteccion-civil-por-tormenta-otis-en-guerrero/>
- (2023d, 24 de octubre). *Tormenta tropical Otis podría intensificarse a huracán categoría uno en las próximas horas*. <https://www.guerrero.gob.mx/2023/10/tormenta-tropical-otis-podria-intensificarse-a-huracan-categoria-uno-en-las-proximas-horas/>.
- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., y Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173. <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). *Censo de Población y Vivienda*. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/#mapas>.
- Kanno-Youngs, Z., Jones, J., y Taylor, D. B. (2023). Así se vivió el paso del huracán Otis por México. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/es/2023/10/25/espanol/huracan-otis-mexico-acapulco.html>.
- La Jornada* (2024, 19 de febrero). Al 97% el suministro de agua potable en Acapulco tras Otis. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/noticia/2024/02/19/estados/elevan-al-97-el-suministro-de-agua-potable-en-acapulco-tras-otis-2243>.
- Martínez, R. (2023, 25 de octubre). Cuál es el huracán más fuerte que ha golpeado Acapulco y cuántas vidas cobró: el impacto del huracán Otis en Guerrero recordó otros fenómenos meteorológicos que afectaron gravemente a la población. *Infobae*. <https://www.infobae.com/mexico/2023/10/25/cual-es-el-huracan-mas-fuerte-que-ha-golpeado-acapulco-y-cuantas-vidas-cubro/>.
- National Geographic España (2024). El devastador paso del huracán Otis por Acapulco en imágenes. https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/devastador-paso-huracan-otis-por-acapulco-imagenes_20962.
- Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la investigación: diseño y ejecución*. Ediciones

- de la U. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24802w/Nino-Rojas-Victor-Miguel_Metodologia-de-la-Investigacion_Disenoy-ejecucion_2011.pdf.
- Neria Cano, R. (2023, 26 de octubre). Acapulco: en medio del desastre, la gente vacía tiendas y súper para sobrevivir; otros cometen rapiña. *Noticias Yahoo*. <https://es-us.noticias.yahoo.com/acapulco-en-medio-del-desastre-la-gente-vacia-tiendas-y-supers-para-sobrevivir-otros-cometen-rapina-212621840.html>.
- Rico Barrera, S. M. (2023, 26 de octubre). Secretaría de Salud actúa tras el impacto del huracán *Otis*. *Consultor Salud*. <https://consultorsalud.com/secretaria-de-salud-mexico-huracan-otis/>.
- Rodríguez Esteves, J. M. (2017). Los desastres recurrentes en México: el huracán *Pauline* y la tormenta *Manuel* en Acapulco, Guerrero. *Disertaciones. Anuario Electrónico de Estudios en Comunicación Social*, 10(2), 133-152. <https://doi.org/10.12804/revistas.uosario.edu.co/disertaciones/a.4778>.
- Rodríguez-Restrepo, V. (2020). ¿Cómo gerenciar un proyecto social a través de la matriz de Vester en planificación estratégica? Caso: explotación minera en Timbiquí. *Punto de Vista*, 11(17), 63-84. <https://doi.org/10.15765/pdv.v12i17.1670>.
- Ruiz Bueno, A. (2021, junio). *El contenido y su análisis: enfoque y proceso*. https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/179232/1/El_contenido_su_analisis_2021.pdf.
- Secretaría de Turismo (Sectur) (2013). *Agenda de competitividad de los destinos turísticos de México: estudio de competitividad turística del destino Acapulco de Juárez, Guerrero*. Sectur. <https://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2015/02/PDF-Acapulco.pdf>.

2. Residuos generados por el huracán *Otis* y su manejo durante la contingencia en Acapulco



Ciclista en la periferia de la Laguna Negra de Puerto Marqués, Acapulco, Guerrero
Fotografía: Herlinda Gervacio Jiménez (abril de 2024).

2.1. Resumen

Ante la devastación provocada por el paso del huracán *Otis* en la ciudad de Acapulco, Guerrero, México, se observaron problemáticas importantes que deben ser atendidas por su relevancia ambiental, social y económica; el manejo y la gestión de los residuos generados por el huracán, son considerados problemas emergentes que deben ser atendidos inmediatamente. El objetivo de la presente investigación fue analizar el manejo y la gestión de los residuos sólidos urbanos con la finalidad de dar cuenta de las estrategias metodológicas que implementaron las autoridades correspondientes para dar solución a este problema. Se utilizó una metodología cualitativa y analítica descriptiva con técnicas como la observación participante y el análisis de datos; se utilizó una lista de cotejo y una bitácora como instrumentos de recolección de datos. Los datos obtenidos fueron ponderados subjetivamente a partir de la opinión de expertos y fuentes oficiales. Los resultados mostraron que las autoridades fueron altamente rebasadas ante la desorbitante cantidad de residuos que se generaron en el transcurso de las primeras semanas de la contingencia y que se prolongó durante más de tres meses. Los residuos se mezclaron, lo que no permitió la separación para su uso, reutilización o compostaje y generó otros problemas de salud pública con brotes de infecciones respiratorias y enfermedades gastrointestinales. El gobierno del estado de Guerrero dividió el municipio de Acapulco en 14 zonas específicas; seis zonas le correspondieron al gobierno del estado y las ocho restantes al municipio de Acapulco. El manejo de los residuos sólidos urbanos y su disposición final ha sido un tema de debate y discusión por los expertos en el tema. El problema con el manejo de los residuos ya existía antes del huracán, lo que vino a exacerbarlo con su llegada. Las acciones observadas sobre la gestión de residuos a partir del fenómeno hidrometeorológico que se vivió en Acapulco fueron inadecuadas e inapropiadas.

Palabras clave: *indicadores, desastres, huracanes, resiliencia, residuos sólidos urbanos.*

2.2. Introducción

Las zonas costeras son consideradas áreas de mayor vulnerabilidad ante los fenómenos naturales, como un huracán, sobre todo en las poblaciones que no cuentan con una buena planificación urbana; en escenarios de sucesos naturales, las problemáticas que traen consigo estos eventos son dramáticas por sus diversas consecuencias.

En este sentido, los acontecimientos naturales afectan de diferentes maneras los sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos, debido a que se afecta la eficiencia de la recolecta oportuna. La Organización Mundial de la Salud ha reconocido que si en situaciones normales el manejo de residuos sólidos es ineficiente, en situaciones de catástrofes el servicio de recolección es francamente deficiente.

Los desastres socioambientales son generadores de una enorme cantidad de residuos, mientras se encuentren dispersos en las calles y en depósitos no controlados. Son considerados una amenaza para la salud pública; los riesgos para la salud surgen al tener contacto directo las personas con los residuos acumulados en las calles, con desechos peligrosos como plaguicidas, aceites o solventes e indirectamente con vectores como moscas, mosquitos, cucarachas y roedores.

Los residuos provenientes de un desastre implican una mayor carga sobre las comunidades o las poblaciones afectadas, debido a que no sólo tienen que enfrentar la catástrofe en sí, sino que deben atender la problemática de la generación de los residuos. Así que los impactos ambientales están estrechamente relacionados con los impactos humanos, debido a que no sólo se afecta al ecosistema natural, sino también se impide la oportuna reconstrucción de los espacios colapsados debido a la obstrucción física.

Sin duda, el fenómeno hidrometeorológico que se presentó el 24 de octubre de 2023 rebasó todas las expectativas y todos los protocolos que se tenían para enfrentar el fenómeno, como consecuencia de la magnitud del huracán que alcanzó el nivel 5 en la escala máxima de vientos de Saffir-Simpson (NOAA, 2024). En este sentido, la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA, por sus siglas en

inglés) (2011) considera que la manipulación, remoción y manejo seguro de los residuos ante el desastre son muy importantes para la recuperación de la población afectada.

En el caso de Acapulco, como en el de muchas ciudades del país, existe deficiencia en el sistema de recolección de los residuos sólidos urbanos (RSU). Esto es consecuencia de la escasa cobertura de este servicio para satisfacer las necesidades de la población, lo que lo hace un sistema poco eficiente. En este contexto, la llegada del huracán *Otis* resaltó las deficiencias que ya existían, lo que evidentemente se reflejó en los impactos adversos ambientales, sociales y sanitarios, la excesiva cantidad de RSU que se generaron y su inadecuado manejo.

El objetivo de la presente investigación fue analizar el manejo y la gestión de los residuos sólidos urbanos después del paso del huracán *Otis* en la ciudad de Acapulco, Guerrero, México.

2.3. Metodología

2.3.1. Área de estudio

La ciudad y puerto de Acapulco, Guerrero, México, se encuentra ubicada entre los paralelos 16° 41' y 17° 14' de latitud norte; los meridianos 99° 28' y 101° 00' de longitud oeste; con una superficie territorial de 1882.6 km² (Ayuntamiento de Acapulco, 2021).

La metodología que se utilizó para esta investigación fue cualitativa, por su alcance, y analítica descriptiva (Guevara *et al.*, 2020). Se eligió esta metodología porque se trató de dar cuenta del fenómeno social y ambiental que representó el huracán *Otis*. De esta forma, para ofrecer una visión más profunda sobre el tema, se optó por la técnica de observación participante (Colmenares, 2012).

Con base en metodologías referentes a la gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre de la Organización Panamericana de la Salud (2003), se utilizó un sistema de indicadores para determinar el manejo que se le dio a los RSU diseñado por Martínez (2018). Estos indicadores fueron los siguientes: *a)* generación de residuos sólidos urbanos, *b)* falta de cober-

tura de recolección, c) eficiencia de los camiones recolectores, d) disposición final de los RSU. Se utilizó una bitácora como instrumento de recolección de datos. Estos datos fueron ponderados subjetivamente a partir de la opinión de expertos y fuentes oficiales.

La presente investigación inició en noviembre de 2023 y concluyó en enero de 2024.

2.4. Resultados y discusión

Mucho se ha dicho sobre la enorme cantidad de residuos que generó el paso del huracán *Otis*. Distintos funcionarios del gobierno han reconocido que esta problemática rebasó por mucho al gobierno. Refieren que este fenómeno generó en dos horas la cantidad de residuos que se genera normalmente en dos años; desde luego que así fue. Los residuos arrojados por el huracán *Otis* constituyen un fenómeno sin precedentes. En un inicio se observaron residuos provenientes de la destrucción de la vegetación que el huracán destrozó a su paso; los de ventanas y aparadores de vidrio, así como de una gran cantidad de techos de lámina galvanizada y de los anuncios y espectaculares destruidos y arrancados de sus cimientos, además de toda clase de muebles y enseres domésticos que fueron extraídos de las casas o los departamentos por los fuertes vientos, así como de vehículos sepultados bajo el lodo, ramas, árboles caídos y algunas bardas y techos de concreto, que también formaron parte del escenario el 25 de octubre de 2023 por la mañana.

Conforme transcurrían los días se pudo ver cómo se fue transformando Acapulco. Pasó de verse como una zona de guerra por la destrucción, a lucir como un enorme basurero. ¿Cómo fue posible que sucediera esto y que ni las autoridades correspondientes, ni los grupos de ambientalistas que existen en Acapulco, ni la sociedad civil, tomaran la iniciativa para no permitir la revoltura de desechos? No es lo mismo el tratamiento de los residuos verdes limpios, que pueden someterse a compostaje, que cuando se encuentran contaminados con otro tipo de residuos. Es prácticamente imposible una separación de residuos en estas condiciones de revoltura.

Los primeros recorridos que realizamos nos permitieron observar una gran cantidad de árboles caídos que obstruían las vialidades de la ciudad, así como una enorme cantidad de lámina galvanizada que el viento desprendió de los techos de las viviendas; vidrios, postes de luz y de teléfono tirados en medio de las calles; tejas, bardas caídas, techumbres completas arrancadas de tajo, estructuras de fierro y espectaculares derribados y semáforos desprendidos; de igual manera observamos las lámparas de luz de los postes rotas y desprendidas de su base, una gran cantidad de plafones, pedazos de metal, barrotes de madera, piedras, arena, lodo, entre otros. Fue prácticamente imposible transitar en vehículos los primeros días, por lo que los recorridos se realizaron a pie.

Conforme pasaban los días, la población comenzó a sacar de sus hogares, oficinas y negocios todos los artículos que habían sido dañados; entonces comenzaron a acumularlos sobre las ramas que seguían en el mismo sitio, no había servicio de recolección y se mezclaron los residuos verdes con otros tipos de desechos, incluidos los residuos peligrosos (RP) y los residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI).

La autoridad no actuó de forma inmediata; pasaron semanas antes de que iniciara la limpieza de manera formal y organizada. Sin duda, el ejército mexicano y la Guardia Nacional desempeñaron un papel muy importante durante este desafortunado desastre. Fueron ellos precisamente quienes iniciaron las labores de despeje de calles. Se les observó quitar árboles y ramas que obstruían la vialidad, principalmente en la Costera Miguel Alemán y en otras vialidades alternas que conectan con las áreas turísticas; sin embargo, los desechos sólo fueron removidos hacia esquinas y banquetas.

De igual forma, esta misma actividad la llevó a cabo la sociedad civil; en sus barrios y en sus colonias se organizaron para limpiar sus espacios y sus calles. Los residuos fueron acumulados en espacios improvisados provisionalmente, otros más fueron llevados directamente a los depósitos temporales que tiene el ayuntamiento de la ciudad. Desde ahí el servicio de recolección se encargó de trasladar los residuos al depósito final: el relleno sanitario de Acapulco.

Las semanas transcurrían y los residuos cada día eran más y más. Así que no existió un solo sitio sin basura: la ciudad y sus alrededores se convirtieron en un enorme basurero; se podían oler y ver cientos de toneladas

de basura de todo tipo, desde artículos de manejo especial, residuos peligrosos, hasta una gran cantidad de residuos verdes como troncos, ramas de árboles, entre otros.

El municipio se vio rebasado y no actuó de forma oportuna; la ayuda llegó más tarde. Los distintos municipios y el gobierno del estado de Guerrero se unieron con apoyo logístico para ayudar a resolver el problema de la basura. De igual forma, otros estados de la República mexicana enviaron ayuda de todo tipo, desde personal especializado, hasta camiones para atender el servicio de recolección de residuos, máquinas retroexcavadoras, *bulldozers*, camiones de volteo, entre otro equipo y maquinaria de apoyo.

Así, el martes 14 de noviembre de 2023, la gobernadora del estado de Guerrero informó sobre las tareas de remoción de escombros y limpieza y aseguró que se logró retirar en un solo día 667 metros cúbicos de azolve y escombros procedentes de las calles continuas de la Central de Abastos de Acapulco, una zona importante para la actividad económica de la ciudad.

El 16 de noviembre de 2023, a 23 días del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis*, la funcionaria estatal emitió un comunicado a través de su cuenta de Facebook informando a la población sobre las labores de limpieza que continuaban con la finalidad de retirar los residuos que aún se encontraban en calles y colonias del puerto de Acapulco, asegurando que el Instituto Guerrerense de la Infraestructura Física Educativa (IGIFE) había retirado hasta ese momento 4904.82 toneladas de azolve, basura y árboles en la colonia Libertadores, en la avenida del Quemado, en el Fraccionamiento Arboledas y en el acceso a los condominios Álamos y Pirules.

Este gran avance es muy significativo precisamente porque la población que vive en esa zona fue gravemente afectada por la fuerza del huracán y por el desbordamiento del río de la Sabana que provocó inundaciones a viviendas y comercios y daños a un gran cantidad de automóviles.

Por su parte, en esa misma fecha, 16 de noviembre, la alcaldesa de Acapulco informó que en las áreas que le fueron asignadas se habían recolectado 55 500 toneladas de desechos hasta ese momento, lo que equivale a la producción de tres meses.

2.4.1. Zonas específicas de recolección de residuos

Para llevar a cabo esta titánica labor, los involucrados, principalmente las autoridades, se tuvieron que organizar por sectores, implementando estrategias viables para que el proceso de la recolección se llevará a cabo de forma organizada y eficaz.

De acuerdo con los lineamientos establecidos en conjunto con la Federación y el municipio, se decidió dividir el trabajo de recolección de residuos sólidos y remoción de escombros. Para ese propósito, el gobierno del estado de Guerrero dividió el municipio de Acapulco en 14 zonas específicas, de las cuales seis zonas le correspondieron al gobierno del estado y las ocho restantes al municipio de Acapulco.

A tres semanas del siniestro provocado por el huracán *Otis*, el 15 de noviembre de 2023, el gobierno del estado informó que, con base en la distribución, la Zona 1 fue asignada a la Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ordenamiento Territorial (SDUOPYOT). El personal de esta secretaría estatal ha atendido a colonias como Manguito, Barra Vieja, Cerro de Piedra, Amatillo, Agua Caliente, La Concepción, San Pedro Las Playas, entre otras más; se han limpiado 3.5 km de vialidades, las cuales ya se encuentran abiertas y con paso libre; se han intervenido 11 800 m² y recolectado 338 m³ de residuos y escombros, con un total de 630 toneladas diarias. Para esta actividad se utilizaron retroexcavadoras, camiones de volteo de 14 m³, un camión de volteo de 7 m³ y dos brigadas de 25 personas para llevar a cabo el barrido fino de las calles.

En lo que respecta a la Zona 2, correspondiente a la Secretaría General de Gobierno, integrada por 150 colonias y que abarca desde la Zona Diamante hasta el Crucero de Cayaco y San Pedro Las Playas, se han recolectado 4 455 m³ de residuos y escombros, lo que equivale a 3 427 toneladas, con un promedio de 336 toneladas diarias. Para lograr la efectividad y agilizar esos trabajos se utilizaron retroexcavadoras, una motoconformadora, ocho camiones de volteo de 14 m³, un cargador frontal y un grupo de 23 trabajadores.

El Instituto Guerrerense de la Infraestructura Física Educativa (IGIFE) atendió la Zona 3, la cual comprende 80 comunidades y colonias populares, como El Limón, Barrio Nuevo de los Muertos, Dos Arroyos, Cam-

panario, Kilómetro 30, Fraccionamiento Arboledas y la Central de Abastos. Para lograr los objetivos de esta actividad de limpieza, se conformó un equipo de 20 personas, tres retroexcavadoras, seis camiones de volteo de 14 m³ y dos camiones más de volteo de 7 m³, con lo cual se ha logrado recolectar 613 toneladas de residuos diariamente. De esta forma, desde que comenzaron estos trabajos, se han recolectado 4 904 toneladas de residuos sólidos, sedimentos y lodo.

Respecto de la Zona 4, también atendida por la SDUOPYOT, los trabajos se concentran en las colonias El Retén, San Miguel y Vista Hermosa, priorizando las acciones de remoción y limpieza en el margen del río. Hasta el momento se ha logrado la recolección de tres toneladas de basura con el apoyo de un camión de volteo de 14 m³ y una cuadrilla de 35 personas.

A la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero (CAPASEG) le correspondió atender la Zona 5, que comprende las colonias Valle Encantado, Tuncingo y Rancho Viejo, entre otras. Para la remoción de los residuos, el personal utilizó nueve retroexcavadoras, 19 camiones de 14m³, 11 camiones de 7 m³, un cargador frontal 928G, un minicargador BobCat y cinco góndolas de 32 m³, lo que ha permitido recolectar aproximadamente 13 621 toneladas de residuos, equivalentes a 1 189 toneladas diarias.

A la Zona 6 le correspondió ser atendida por la Comisión de Infraestructura Carretera y Aeroportuaria del Estado de Guerrero (CICAEG). Esta zona comprendió las colonias Renacimiento, Zapata, Las Cruces, Paraíso, entre otras. Para los trabajos de remoción se contó con una cuadrilla de 50 personas, cuatro cargadores frontales, cinco retroexcavadoras, 11 camiones de 14 m³, 18 camiones de 7 m³, 1 camioneta F-450, una pipa para diésel de 5 000 litros, una pipa de agua de 10 000 litros, cinco camionetas *pick-up*, un tractocamión cama baja, un camión de volteo con remolque y una barredora autopropulsada. Con ese equipo se consiguió recolectar diariamente 2 428 toneladas de basura, con una recolección total de 27 669 toneladas hasta ese momento.

Las ocho zonas restantes fueron atendidas por el municipio en lo que resta de la ciudad de Acapulco y lugares aledaños. Saneamiento Básico Municipal retomó esas rutas para la atención de las colonias. Se adquirieron 50 camiones para reforzar la recolección y se rentaron 200 adicionales,

los cuales trabajan en avenidas y calles como Diego Hurtado de Mendoza, Puebla, Baja California, Infonavit Alta Progreso, Chinameca y el predio de Firestone y Caleta esas ocho zonas que le correspondieron al municipio, se atendieron 11 sitios considerados como focos rojos de atención urgente; entre ellos, el área de Costera 125. En ese momento ya se habían recolectado aproximadamente 224 000 toneladas de basura y, junto con el trabajo del gobierno del estado en las 14 zonas habían sido recolectadas más de 300 000 toneladas de basura, es decir, lo equivalente a casi ocho meses de la administración (Costa Brava, 2023).

Durante la segunda y tercera semanas del fenómeno natural, se observaron camiones de otros estados de la República mexicana recolectando y retirando residuos y escombros, lo que permitió desalojar de residuos las vialidades, sobre todo la parte turística del puerto y los mercados 20 de Noviembre, Mercado Central y Mercado de la Laja. Sin embargo, el 9 de noviembre el gobierno federal anunció que daba por concluida la emergencia en Acapulco y Coyuca de Benítez, Guerrero, a través del *Diario Oficial de la Federación* (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2023), pero el problema de los residuos aún no está controlado y mucho menos resuelto.

A 20 días del embate del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis*, las calles principales como la Costera Miguel Alemán, la avenida Cuauhtémoc, Farallón, La Cima, Y de la Laja, Constituyentes, así como las avenidas más importantes de las colonias de Acapulco, lucían con una cantidad exorbitante de residuos de todo tipo: las vialidades estaban completamente obstruidas con montañas de basura, lo que dificultaba el tráfico vehicular.

El espectáculo era dantesco y preocupante debido a las consecuencias que trajo consigo la gran cantidad de residuos que sobrepasaron las expectativas y la capacidad de respuesta del Departamento de Saneamiento Básico del ayuntamiento de Acapulco y del propio gobierno de Guerrero.

Son incalculables las toneladas de residuos que han sido depositados en las principales avenidas, los cuales se pudieron identificar de manera general y a simple vista para su clasificación, de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LEGEPGIR) (Presidencia de la República, 2023).

Por lo anterior, con la finalidad de facilitar la clasificación básica y general de los diferentes residuos acumulados después del fenómeno hidrometeorológico, se enlistaron los residuos que se concentraron en diferentes puntos de la ciudad, considerando su característica física común. Fueron identificados por tipo, clasificación, reciclable/ no reciclable, así como por la disposición final que les dio el gobierno (cuadro 1).

2.4.2. Integración de nuevos equipos de trabajo para la remoción de escombros

En este contexto, la remoción de escombros y residuos continuaba y se integraban otros equipos al trabajo para hacer frente a la problemática. El 14 de noviembre de 2023, la gobernadora del Estado de México dio el banderazo de salida a 60 camiones de volteo, con destino a Acapulco, para sumarse a las tareas de remoción de escombros. Al mismo tiempo, en Guerrero, las autoridades correspondientes informaban a la población sobre los esfuerzos que se seguían realizando para dar respuesta y resolver el problema de los residuos.

Con la finalidad de contar con estrategias de recolección efectivas, los equipos fueron organizados a través de las distintas secretarías, como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Guerrero (SEMAREN), la Secretaría de Obras Públicas del Estado de Guerrero y la Secretaría de Turismo Guerrero.

Por su parte, el ayuntamiento de Acapulco hizo lo propio a través de obras públicas, lo mismo que diferentes prestadores de servicios, voluntarios de la sociedad civil, incluido personal voluntario de la Universidad Autónoma de Guerrero. La Federación convocó a los jóvenes guerrerences a sumar esfuerzos, a través del programa Jóvenes Construyendo el Futuro, para apoyar las labores de limpieza de barrido fino y sanidad del puerto de Acapulco.

La colaboración de la población en general en la recolección de basura ha sido muy importante; los habitantes de diversas colonias han participado activamente para limpiar sus espacios de una forma organizada y con sus propios recursos, de manera que las calles de sus colonias y sus barrios han quedado despejadas y limpias.

Cuadro 1. *Listado de residuos*

<i>Tipo de residuos</i>	<i>Clasificación</i>	<i>Reciclable/ no reciclable</i>	<i>Disposición final</i>	<i>Observaciones</i>
Residuos sólidos urbanos (RSU)	Inorgánicos Plásticos en diferentes presentaciones (PET, bolsas, etcétera)	Sí	Relleno sanitario Paso Texca	Se generó una gran cantidad de este tipo de residuos, incluidos los animales domésticos y de corral que perecieron durante el huracán.
	Orgánicos Cajas de cartón. Hojas de papel Residuos de alimentos Residuos de origen vegetal como árboles derribados, ramas, palmeras Animales domésticos y silvestres que perecieron siniestrados	Sí	Relleno sanitario Paso Texca	Se observó que estos residuos se encontraban revueltos.
Residuos de manejo especial (RME)	Residuos de construcción e infraestructura dañada, cascado, metal, concreto, de mantenimiento y demolición en general Residuos electrónicos: cables y piezas de alumbrado eléctrico, de distribución telefónica y de televisión por clave, equipo electrónico y transformadores Aparatos electrónicos y electrodomésticos inservibles Neumáticos (llantas) usados Material pétreo (rocas, tierra y arena) Vidrio Piezas de tubería de distribución de agua y alcantarillado Postes de madera y concreto	Sí	Se desconoce	Este tipo de residuos requiere permiso de la autoridad competente (competencia estatal) para su disposición final. Se observó que estos residuos se encontraban revueltos con los desechos verdes provenientes de los árboles derribados; éstos, a su vez, fueron recolectados junto con la basura considerada como residuos sólidos urbanos.
Residuos peligrosos (RP) y residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI)	Tanques de gas doméstico Alternadores (baterías) de automóviles Pilas para aparatos electrónicos Botes de aerosoles Recipientes de solventes Gasolina y aceite de automóviles Medicamentos diversos Trampas de grasa Sustancias químicas Objetos punzocortantes, como jeringas usadas, guantes de uso quirúrgico, cubrebocas usados, pañales sucios y toallas sanitarias usadas	No	Relleno sanitario Paso Texca	Este tipo de residuos, por su peligrosidad, debe tener un tratamiento y estar sujeto a un plan de manejo especial y a un destino autorizado, de acuerdo con el artículo 31 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LEGEGPIR), 2023) y la NOM-087-Semarnat-SSA1-2002. Se observó que estos residuos se encontraban revueltos.

Fuente: elaboración propia.

Para la remoción de escombros y la limpieza de espacios públicos, como escuelas, iglesias, mercados, parques y playas, se llevaron a cabo invitaciones y convocatorias al público en general para que participaran en estas actividades.

2.4.3. Depósitos provisionales

La gran cantidad de residuos que se generó por el huracán no fue posible transportarla de momento a su destino final, que es el único relleno sanitario con que cuenta la ciudad; por ello, con la finalidad de agilizar la recolección de esos desechos del huracán *Otis*, se instalaron en la ciudad cuatro puntos de almacenamiento provisional para acopiar los diferentes residuos. Esos puntos se ubicaron en la Costera Miguel Alemán, a la altura del Cici; en la segunda etapa del Infonavit se instaló otro; uno más en la calle Puebla de la colonia Progreso, y otro en el mercado de la misma colonia.

La presidenta municipal de Acapulco, en una entrevista con un medio local, el 2 de diciembre, señaló que se está trabajando día y noche con maquinaria y 200 camiones rentados y que se contratarán más unidades con la finalidad de reforzar la recolección de desechos, sobre todo para retirar la basura de los terrenos en los que se instalaron los centros de acopio de residuos. Aseguró que pronto serán retiradas más de 10 000 toneladas de residuos que permanecen en dos predios (Costa Brava, 2023).

En la misma entrevista la alcaldesa de Acapulco afirmó que hasta el momento se han recolectado más de 300 000 toneladas de basura y prometió que en diciembre la ciudad se encontraría completamente libre de basura (Hernández, 2023b).

2.4.4. Problemática por tiraderos clandestinos a cielo abierto y quema de basura

Son grandes las extensiones de terrenos que están siendo invadidos por miles de desechos sólidos que arrojan arbitrariamente conductores de ca-

miones de volteo y camionetas particulares, aseguraron los habitantes que viven en las zonas aledañas a esos tiraderos.

En denuncia pública a medios de comunicación local, los habitantes de las colonias Llano Largo, Colosio, Navidad de Llano Largo, la Poza y Puerto Marqués, comentaron que a raíz del huracán conductores de camiones de volteo y camionetas particulares están arrojando grandes cantidades de desechos y escombros en terrenos a cielo abierto, los cuales posteriormente son quemados, generando un problema de salud por la contaminación (figura 1).

Figura 1. Tiradero de residuos a cielo abierto en Puerto Marqués



Fotografía: Benjamín Castillo Elías.

Los afectados señalaron que han estado denunciando el problema de los tiraderos, pero las autoridades no han atendido su queja, dejando que el problema de contaminación se agrave. Al respecto, el director de Ecología y Protección al Medio Ambiente del municipio anunció la aplicación de sanciones en contra de quienes sean sorprendidos arrojando basura en la vía pública. Esta práctica se sigue realizando en distintos puntos de Acapulco.

2.4.5. Quema de basura

La acumulación de residuos y las altas temperaturas que aceleran el proceso de descomposición atraen fauna nociva como moscas, cucarachas y ratas, que aunado a la exposición de olores nauseabundos, ha exacerbado la gravedad de la contaminación. Así que la población ha optado por prenderle fuego a la basura, argumentando que falta apoyo por parte de las autoridades pues no hay camiones para retirar la basura de las calles. En consecuencia, los habitantes del municipio optaron por quemar la basura en las avenidas principales, como se observa en la figura 2 (la basura se encontraba frente a sus casas).

Figura 2. Quema de basura afuera de los domicilios



Fotografía: Benjamín Castillo Elías.

Esta práctica de quemar los tiraderos generó otros problemas graves; por un lado, se quemó la basura mezclada, donde había todo tipo de residuos, desde llantas de vehículos hasta tambos de plástico, los cuales son

altamente inflamables; por otro lado, los tiraderos se ubicaban frente a edificios y casas habitacionales. Los vientos propagaron el fuego, el cual arrasó con esos inmuebles, postes de teléfono de madera, cableado y árboles.

La población, en su afán de limpiar, no tomó en cuenta estos elementos del contexto y, desde luego, el fuego se salió de control e incendió todo lo que encontró a su paso (figura 3).

Figura 3. Quema de postes de telefonía



Fotografía: Herlinda Gervacio Jiménez.

Como era de esperarse, en esos enormes montículos de basura los incendios provocados por las personas estaban fuera de control y fueron los bomberos quienes tuvieron que intervenir en varias ocasiones para controlar y sofocar el fuego. Se deben considerar también las partículas tóxicas que se volatilizan en forma de humo y cenizas y que contaminan el ambiente y afectan la salud humana.

De igual manera, los incendios de desechos sólidos en las calles continúan ocurriendo. El Departamento de Bomberos reporta un promedio de tres a cuatro incendios que atienden diariamente en distintos puntos de la ciudad. Los puntos de atención han sido la avenida Cuauhtémoc, las colo-

nias 20 de Noviembre, Garita, Benito Juárez y La Mica, el bulevar Vicente Guerrero, la zona poniente y los poblados de Llano Largo, Altos de Miramar, Puerto Marqués y Dragos, la unidad habitacional El Coloso, y el fraccionamiento Costa Dorada. Debido a esta problemática ambiental, se observa una densa capa de humo que cubre la ciudad. El mismo fenómeno se observa en barrios y colonias (Hernández, 2023a).

2.4.6. Fumigación y rociado de cal a la basura como estrategia sanitaria

A pesar de los esfuerzos por atender la demanda de la ciudadanía, han pasado más de cuatro semanas desde el huracán y los servicios públicos municipales no han podido realizar la recolección de los desechos generados. Los tiraderos provisionales se hallaban fuera de control y sin ninguna restricción o vigilancia. Los pepenadores han desaparecido de los sitios en los que solían realizar la separación de las cosas que tienen utilidad para ellos.

Los olores fétidos se han apoderado de la ciudad debido a la mezcla de residuos de alimentos descompuestos y animales muertos. Ante esta problemática, las autoridades sanitarias fumigaban y rociaban con cal los residuos, específicamente donde existía mayor concentración. Se observó que esta actividad se ha estado realizando en distintos puntos de la ciudad, en las colonias Las Cruces, La Cima, La Y de la Laja, en la avenida Ruiz Cortines, en La Laja, en el Módulo Social Fovissste, en la colonia Progreso, en el fraccionamiento Las Playas y en la Zona Diamante, La Poza, la Unidad Vicente Guerrero, la Playa Bonfil, etcétera.

En la figura 4 se muestran imágenes de la aplicación de cal, para mitigar los riesgos sanitarios; sin embargo, ante las altas temperaturas, que oscilan entre 35 y 38 °C, ha sido imposible suprimir los malos olores y acabar con la proliferación de moscas, cucarachas y roedores.

Figura 4. *Aplicación de cal en montículos de basura acumulada*



Fotografías: Herlinda Gervacio Jiménez.

2.4.7. Los asolvamientos

Regularmente el asolvamiento de calles y drenaje sanitario se produce como consecuencia del exceso de residuos sólidos que terminan en las coladeras. (figura 5).

Figura 5. *Asolvamiento en calles por arrastre de materiales pétreos y residuos*



Fotografía: Benjamín Castillo Elías.

2.4.8. Los sedimentos

Se documentó, además, sobre otro tipo de residuos que deben ser considerados para su manejo, como la gran cantidad de sedimentos de lodo, barro y arena provenientes de los arrastres de la zona media y alta del anfiteatro de Acapulco conocidos como Palma Sola, una colonia que se encuentra ubicada en las faldas del Parque Nacional El Veladero y el sitio donde se ubica la microcuenca de mayor extensión del anfiteatro de Acapulco, donde la población sufrió los embates de la naturaleza debido a que, por las fuertes lluvias y vientos provocados por el huracán, se desprendieron árboles y rocas que fueron arrastrados con sedimentos de tierra convertidos en lodos.

Este fenómeno trajo como consecuencia que se inundaran y azolvaban calles, casas y automóviles causando severos daños económicos y a la salud. Amador-Díaz, Veliz-Lorenzo y Bataller-Venta (2015) plantean que la contaminación relacionada con los lodos sin tratar es una problemática ambiental debido a que estos residuos son altamente contaminantes por su contenido de materia orgánica, microorganismos y metales pesados.

En este sentido, los sedimentos representan un gran problema para la población, debido a que están acumulándose los montículos en las calles, que, al secarse, son dispersados por los fuertes vientos en forma de polvo, exponiendo los alimentos que se sirven al aire libre y comprometiendo la salud de la población.

Se constató que hasta la fecha existen montículos de sedimentos por toda la ciudad; otros más se observaron cubiertos de residuos verdes combinados con residuos diversos, lo que dificulta su remoción.

2.4.9. El sitio de disposición final de los desechos “relleno sanitario”

El relleno sanitario es el sitio del destino final de miles de toneladas de residuos que se han generaron debido al paso del huracán *Otis*. El tiradero se localiza a la altura del kilómetro 15 del tramo carretero Paso Texca-Bajos del Ejido. En este sitio se depositan más de 7 000 toneladas de dese-

chos diariamente; este alto volumen de residuos sólidos ha rebasado su capacidad.

En entrevista que realizó un medio de comunicación local a la encargada del sitio, el 18 de noviembre del 2023, ésta afirmó que son más de 700 descargas de camiones que reciben diariamente; aseguró que sin duda los residuos generados representan uno de los problemas ambientales más serios para la salud de la población acapulqueña.

Durante los recorridos que se realizaron al sitio del relleno sanitario se observó que el acceso se encuentra vigilado por personal de la Guardia Nacional la cual no permite el paso a personas desconocidas, al menos que cuenten con un permiso especial. Sólo permiten la entrada a camiones o camionetas que lleven basura al depósito.

A la distancia, se observó una gran cantidad de camiones pesados tipo torton, góndolas y volteo abordando su turno para descargar la basura, se observó incluso tráfico de camiones que avanzan a vuelta de rueda esperando su turno para poder llegar hasta la celda del depósito final de los residuos. Se pudo observar también maquinaria pesada, como trascabos que esparcen y compactan la basura (figura 6).

Figura 6. Vehículos transportando residuos al relleno sanitario de Acapulco



Fotografías: Abraham Martínez (Castro, 2023).

En este punto y las áreas aledañas de la zona prevalecen los olores fétidos. En el lugar se observa una inmensa polvareda que se levanta al constante paso de los camiones recolectores.

Antes del huracán ya existía el problema de recolección y disposición de los residuos. De acuerdo con esto, el Senado de la República (LXV Legislatura) (2023) advertía sobre el problema de la basura en Acapulco.

El 11 de octubre, días antes del impacto del fenómeno natural del huracán *Otis*, ya se preveía el problema que existe por la gran cantidad de residuos que se generan durante los fines de semana y en temporadas vacacionales por la actividad turística en la ciudad. De acuerdo con esto, el representante del Senado exhortó al gobierno federal a coordinarse con el gobierno de Guerrero y del municipio de Acapulco para diseñar estrategias integrales que coadyuven a la resolución del problema de exceso de acumulación de residuos.

En este contexto, el ayuntamiento de Acapulco debe contar con un sitio de disposición final adecuado (relleno sanitario) que cumpla al 100% con la norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* (Semarnat, 2003). Se debe considerar instalar un centro de transferencia con la finalidad de separar cada tipo de residuo que ingrese al sitio, lo cual contribuirá a disminuir la cantidad de residuos que terminan en las celdas de captación, ayudando con ello a que el periodo de vida de cada celda sea más largo.

En entrevista con la encargada del relleno sanitario esta admitió que la celda número tres está a punto de llenarse y, desde luego, ya es insuficiente para los residuos que faltan de recolectar. Indicó que hasta ese momento sólo se había retirado una tercera parte de la basura, por lo que el relleno sanitario permanece abierto de día y de noche. De igual forma se recibe a los camiones en cualquier horario y se ha tenido apoyo solidario para la limpieza tanto de camiones como de personal de otros estados de la República mexicana. La encargada afirmó que para hacer frente a la enorme cantidad de basura, los tres órdenes de gobierno trabajan en un proyecto para la construcción de una nueva celda que cubra las necesidades existentes; para ello ya se contaba con los estudios técnicos de impacto ambiental y topográficos respectivos (Castro, 2023).

2.4.10. La limpieza de playas

La limpieza de playas se ha dejado a las autoridades municipales, quienes han priorizado la recolección en la franja turística de Acapulco; sin embargo, la franja de arena se encuentra completamente impactada por la

gran cantidad de residuos que permanecían, a un mes del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis* (figura 7).

El 17 de noviembre de 2023, en rueda de prensa, los prestadores de servicios turísticos de la franja de Playa Icacos, Plaza Canadá, Plaza Francia y Plaza Costa Rica, plantearon la necesidad urgente de instrumentar un plan integral de rescate y limpieza de las playas de Acapulco. Advirtieron que el paso del huracán *Otis*, el pasado 25 de octubre, destruyó cimientos y escaleras de acceso a la playa, además de la gran cantidad de basura que arrojó el huracán a las playas. Los accesos se observan bloqueados debido a los residuos y a las ramas secas, mientras que la franja de arena se encuentra repleta de vidrios rotos.

Figura 7. Residuos en zona de playa



Fotografía: AcapulcoCity (2023a).

Otis destruyó ventanales de hoteles y condominios junto al mar, lo que provocó que muchas playas no sean un sitio seguro para caminar o nadar. La Playa Icacos tiene una longitud aproximada de siete kilómetros que se extiende por la zona Dorada de Acapulco, desde la base naval de Icacos hasta el hotel Calinda.

Los prestadores de servicio turísticos de esta área son los que han iniciado con la limpieza y solicitan urgentemente que se les apoye con camiones recolectores para que se lleven los residuos de los accesos a la playa. Además, piden a las autoridades correspondientes poner en marcha programas de limpieza en todas las playas, debido a que los prestadores de servicios no se dan abasto con sus áreas de trabajo (Briseño, 2023a).

De esta forma, a más de 40 días del paso del huracán *Otis*, el 10 de diciembre de 2023, dio inicio la primera brigada de limpieza de playas en la que participaron alrededor de 300 personas convocadas por el gobierno municipal. Participaron los propios prestadores de servicio, trabajadores de limpieza y la sociedad civil. Dieron prioridad a las playas principales como Papagayo y Condesa y a algunos sectores de la Playa Icacos.

La alcaldesa del municipio explicó que las cuadrillas de limpieza, integradas por funcionarios y voluntarios, trabajarían desde la playa de Caleta hasta Barra Vieja, es decir, a partir de la zona tradicional de Acapulco, Zona Dorada, y concluirían con la Zona Diamante que comprende la playa de Barra Vieja. Los cooperativistas que también participaron en la limpieza resaltaron que lo más difícil fue el barrido fino y la criba de la arena, metro, por metro debido a la enorme cantidad de vidrios que permanecen en el área de arena.

Los escombros y la basura también deben ser removidos de las playas. En este sentido, esta actividad es encabezada por la alcaldesa de la ciudad a través de brigadas de limpieza y recolección de residuos en las playas principales, destacando el cribado de arena como principal actividad. La actividad de limpieza se estaría realizando los domingos. El equipo de limpieza cubriría distintos puntos de la zona turística de Acapulco (Briseño, 2023b).

Como parte de la estrategia de reconstrucción Fuerza Acapulco, la alcaldesa encabezó los trabajos de limpieza de las playas, acompañada de servidores públicos, prestadores de servicios turísticos, voluntarios de distintas instituciones, así como de la ciudadanía en general que se sumó a los trabajos del programa Jornada de Limpieza de Playas, en la cual participaron aproximadamente 500 personas, lo que permitió limpiar cinco puntos de la franja de arena de la bahía de forma simultánea.

En los accesos y las playas que fueron limpiados, Playa Papagayo, Playa la Condesa, Plaza Costa Rica y Playa Icacos, se continuará con las actividades de los domingos, con la finalidad de cubrir los diversos puntos de la franja de playa en toda la zona turística de la ciudad.

El 7 de diciembre, en entrevista con un medio local, la alcaldesa de Acapulco informó que hasta esa fecha se habían retirado un total de 19 000 toneladas de desechos sólidos, pues se limpiaron 22 accesos a las playas, lo que representan 75% del total (Hernández, 2023c).

El 18 de diciembre de 2023 el director de Promotora y Administradora de los Servicios de Playas, en rueda de prensa informó que hasta esa fecha se habían retirado alrededor de 8 000 toneladas de basura y desechos diversos de la zona de playa y la franja de arena que comprende desde el hotel Krystal, Playa Papagayo, hasta la ribera de El Morro. En este tramo se retiraron desechos de fibra de vidrio, pedazos de embarcaciones, aluminio de ventanas, cristales rotos, vehículos, fierros, troncos de árboles, escombros de construcciones, muebles, enseres domésticos y basura diversa. Comentó que hace falta intervenir las áreas de Revolcadero a Barra Vieja en la Zona Diamante (Briseño, 2023c).

2.4.11. Limpieza del fondo del mar y rescate de embarcaciones hundidas

Las embarcaciones destrozadas dentro y fuera del mar representan un importante problema ambiental de alto impacto que ha dejado el huracán. Embarcaciones de distintos tamaños fueron dañadas; otras más fueron destruidas y arrastradas al fondo marino dentro de la bahía de Acapulco. De igual manera se pudieron observar desechos cortantes como vidrios y fierros, así como escombros y basura de todo tipo.

Los fuertes vientos propiciaron el encallamiento de pequeñas embarcaciones pesqueras y yates de lujo en distintas playas de Acapulco. Se pueden observar principalmente en las playas Manzanillo, Honda, Malecón, La Marina, Club de Yates, Caleta, Caletilla y Puerto Marqués. Muchas más se hundieron en el mar. Así lo confirmó el titular de la Secretaría de Gestión de Riesgos y Protección Civil del estado de Guerrero quien confirmó

que 347 embarcaciones aún permanecen en el fondo del mar pues fueron hundidas por las rachas de vientos de más de 300 kilómetros por hora que provocó el paso del huracán *Otis*.

El funcionario explicó que hasta ese momento (17 de enero de 2024) se habían localizado 435 barcos de distintos tamaños, de los cuales se han logrado reflotar 88. El resto permanece en distintos puntos de la bahía: “Algunas de estas naves están totalmente destrozadas y otras de gran calado no es posible sacarlas del fondo del mar” (Castro, 2024). De acuerdo con la capitanía de puerto, Acapulco tiene 7000 embarcaciones, desde lanchas pequeñas hasta yates de lujo con registro oficial para navegar en las playas. De éstas alrededor de 700 sufrieron daños severos a causa del potente huracán *Otis*.

A tres meses del fenómeno hidrometeorológico las embarcaciones destruidas aún se hallan en los embarcaderos de las playas; los cascajos están empalmados en el muelle del Club de Yates y en el Zócalo de Acapulco. Al respecto, el director de Ecología y Medio Ambiente del municipio informó a un medio de comunicación local que ya existe un predio que el municipio destinó como astillero provisional, con una superficie de dos hectáreas y con capacidad para albergar de 70 a 80 embarcaciones, de tal suerte que, por reglamento, los propietarios de estas embarcaciones deben retirarlas de las playas y llevarlas a este sitio para su rehabilitación; sin embargo, a casi cuatro meses ninguna embarcación ha sido trasladada al lugar asignado, según el funcionario del municipio (Hernández, 2024b).

Dicho funcionario agregó, además, que las embarcaciones dañadas siguen en la zona de las playas antes mencionadas, por lo que se considera un grave problema ambiental el hecho de que permanezcan en los sitios donde fueron arrastradas por el huracán (Hernández, 2024a).

Se observan embarcaciones encalladas en la arena, entre las rocas y otras más en el fondo del mar, lo que representa un alto grado de contaminación visual por las propias embarcaciones encalladas y los residuos que forman parte de su estructura; además, hay contaminación por combustibles como el aceite y el diésel que utilizan estas embarcaciones, y acumuladores (baterías) y motores. Estas embarcaciones han liberado hidrocarburos tanto en la arena como en el fondo del mar, que sin duda son dañinos

para la salud humana y, sobre todo, para la flora y la fauna marina. Asimismo, el huracán *Otis* arrastró y encalló en la zona rocosa de la Isla de la Roqueta tres embarcaciones de grandes dimensiones (figura 8), un barco petrolero con bandera de la república de China y dos remolcadores (Morales, 2023). A seis meses del fenómeno, las embarcaciones no han sido retiradas del lugar (Zárate, 2024).

Sobre la misma problemática el presidente de México reconoció que, a 80 días del paso del huracán *Otis*, aún hay 190 embarcaciones dañadas. Algunas están sepultadas bajo las olas, y otras en la arena, en las piedras o permanecen flotando (Vela, 2024).

Figura 8. Embarcaciones mayores encalladas en la Isla de la Roqueta por el huracán *Otis*



Fotografías: AcapulcoCity (2023b) y NMás Guerrero (2023).

Por otra parte, la Secretaría de Marina en la Ciudad de México dio a conocer en un comunicado de transparencia pública el censo oficial de 752 embarcaciones hundidas, así como 83 embarcaciones desaparecidas.

En este sentido, se puede deducir que las playas no sólo se vieron afectadas por la gran cantidad de materia orgánica que arrastraron las corrientes de agua, sino por todo tipo de residuos, desde muebles, enseres, animales domésticos, vidrios, entre otros, así como por la gran cantidad de embarcaciones de distintos tamaños que fueron arrojadas a la bahía y que a tres meses del fenómeno aun permanecían encalladas en las distintas playas de Acapulco (figuras 9 y 10).

De acuerdo con esas evidencias y la falta de una respuesta de atención inmediata ante un evento de esta intensidad, es evidente que en el caso del municipio de Acapulco, éste no cuenta con un plan para el manejo de escombros derivados de un fenómeno natural como fue el caso del huracán *Otis*, como una estrategia de respuesta para este tipo de fenómenos naturales, que destruyen gran cantidad de instalaciones urbanas, por lo que es posible que se tengan que demoler algunas edificaciones parcialmente destruidas y manejar los escombros derivados del desastre. Por lo tanto, es necesario que el municipio elabore un plan de gestión que establezca los procedimientos y las pautas para el manejo de los escombros ante desastres de manera coordinada, ambiental y económicamente responsable, como lo refiere la EPA (2008, 2014, 2018).

Figura 9. Embarcaciones destruidas que generan residuos al mar y a la playa



Fuente: Hernández (2023d).

Figura 10. Embarcaciones destruidas en el Club de Yates de Acapulco



Fuente: *Al Momento* (2023).

2.5. Conclusiones

El relleno sanitario ha rebasado su capacidad de captación de RSU. A pesar de que Acapulco ha tenido experiencias con fenómenos hidrometeorológicos como los huracanes *Paulina*, *Íngrid* y *Manuel*, el ayuntamiento no ha tenido la capacidad de implementar acciones ante los efectos de estos fenómenos naturales a través de protocolos y procedimientos adecuados que mitiguen y den respuesta al manejo de los residuos generados.

El manejo de los residuos sólidos urbanos y su disposición final ha sido un tema de debate y discusión por los expertos. Acapulco no se ha caracterizado por atender esta problemática desde antes de la presente administración. El fenómeno del huracán rebasó a las autoridades municipales y del estado debido a que no están preparadas para enfrentar un evento de esta naturaleza. Hoy en día se comprobó lo que ya se había previsto: la nula capacidad del sitio de disposición final de los residuos sólidos urbanos con que cuenta el municipio. El único sitio de disposición final con que cuenta Acapulco antes del huracán ya se encontraba saturado y se tuvo que improvisar para disponer de espacio para los residuos que se generaron du-

rante el paso del huracán, lo que sin duda trajo consigo otras problemáticas ambientales por las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, así como por los lixiviados que generan los desechos orgánicos.

La gran cantidad de residuos que se han producido por el fenómeno del huracán y su mala gestión mantienen a la sociedad acapulqueña en una constante preocupación debido a un evidente problema de salud pública.

El estancamiento de los drenajes por los residuos verdes ha provocado la proliferación de mosquitos generadores de la enfermedad del dengue; la falta de electricidad en la mayor parte de las colonias de la ciudad ha propiciado el consumo de alimentos en mal estado provocando diarreas y distintas enfermedades infecciosas; la insalubridad de los desechos sin duda impacta en las viviendas; los olores fétidos por la basura y la gran cantidad de moscas y roedores que se han apoderado de los basureros han provocado un gran conflicto social.

La problemática de los residuos en Acapulco ha sido rebasada; sin duda, es un tema que requiere atención y coordinación inmediata de todos los órdenes de gobierno. Se debe continuar con el apoyo de camiones recolectores de otros municipios y de otros estados para apoyar la recolección de residuos y subsanar la problemática de su manejo adecuado.

Desafortunadamente, las acciones implementadas en la gestión de residuos producidos por el fenómeno hidrometeorológico que se vivió en Acapulco fueron inadecuadas e inapropiadas; no se instrumentaron acciones contundentes desde la primera fase; los desechos se acumularon y se descompusieron en las calles y las avenidas principales de la ciudad y los residuos fueron removidos y tirados sin control alguno.

Finalmente, estas acciones crearán problemas ambientales a corto y mediano plazos que afectarán a la población en todos los aspectos, tanto de salud, como económicos y ambientales.

2.6. Referencias

AcapulcoCity (2023a, 20 de noviembre). *Un poco de lo que ocurrió en el puerto de Acapulco con el paso del huracán Otis* [Fotografía]. Facebook. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=867436254828382&set=a.867442344827773>.

- (2023b, 20 de noviembre). *Un poco de lo que ocurrió en el puerto de Acapulco con el paso del huracán Otis* [Fotografía]. Facebook. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=867432141495460&set=a.867442344827773>.
- Al Momento* (2023, 13 de noviembre). Acapulco: historia de horror en Club de Yates. *Al Momento*. <https://almomento.mx/diario-ejecutivo-acapulco-historia-de-horror-en-club-de-yates/>.
- Amador-Díaz, A., Veliz-Lorenzo, E., y Bataller-Venta, M. (2015). Tratamiento de lodos, generalidades y aplicaciones. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 46, 1-10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181642434003>.
- Ayuntamiento de Acapulco (2021). *Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024*. Ayuntamiento de Acapulco. <https://acapulco.gob.mx/transparencia/plan-municipal-de-desarrollo/>.
- Briseño, H. (2023a, 17 de noviembre). Urgen plan de limpieza y rescate en playas de Acapulco. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/noticia/2023/11/17/estados/urgen-plan-de-limpieza-y-rescate-en-playas-de-acapulco-9237>.
- Briseño, H. (2023b, 10 de diciembre). Inician primera brigada de limpieza en playas de Acapulco. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/noticia/2023/12/10/estados/inician-primera-brigada-de-limpieza-en-playas-de-acapulco-9828>.
- (2023c, 18 de diciembre). Limpian playas de Acapulco para recibir a turistas. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2023/12/18/estados/026n2est>.
- Castro, C. (2023, 18 de noviembre). Relleno sanitario recibe más de 7 mil toneladas de desechos a diario. *El Sol de Acapulco*. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/relleno-sanitario-recibe-mas-de-7-mil-toneladas-de-desechos-a-diario-11020492.html>.
- (2024, 17 de enero). Continúan hundidas en el mar 347 embarcaciones tras huracán Otis. *El Sol de Acapulco*. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/continuan-hundidas-en-el-mar-347-embarcaciones-tras-huracan-otis-11289203.html>.
- Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1), 102-115. <https://doi.org/10.18175/vys3.1.2012.07>.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2008). *Planning for Natural Disaster Debris*. Gobierno de Estados Unidos. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1004PRS.PDF?Dockey=P1004PRS.PDF>.
- (2014). *Prepárese para un huracán: planifique para los escombros producidos por desastres naturales*. Gobierno de Estados Unidos. <https://espanol.epa.gov/espanol/huracanes>.
- (2018). *Planificación de qué hacer con los escombros de un desastre*. Gobierno de Estados Unidos. <https://espanol.epa.gov/espanol/planificacion-de-que-hacer-con-los-escombros-de-un-desastre>.
- Gobierno del Estado de Guerrero (2023, 15 de noviembre). *Atiende el gobierno de Evelyn Salgado Pineda la recolección de basura y residuos sólidos en Acapulco*. <https://www.guerrero.gob.mx/2023/11/atiende-el-gobierno-de-evelyn-salgado-pineda-la-recoleccion-de-basura-y-residuos-solidos-en-acapulco/>.
- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., y Castro Molina, N. E. (2020). Metodolo-

- gías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173. <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>.
- Hernández, E. (2023a, 1º de diciembre). Tiraderos clandestinos y quema de basura resurgen tras huracán *Otis*. *El Sol de Acapulco*. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/tiraderos-clandestinos-y-quema-de-basura-resurgen-tras-huracan-otis-11082767.html>.
- (2023b, 2 de diciembre). Municipio ha recolectado más de 300 mil toneladas de basura. *El Sol de Acapulco*. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/municipio-ha-recolectado-mas-de-300-mil-toneladas-de-basura-11089702.html>.
- (2023c, 7 de diciembre). Acapulco comprará 50 camiones para recolectar basura. *El Sol de Acapulco*. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/ayuntamiento-comprara-50-camiones-para-recolectar-basura-11116153.html>.
- Hernández, E. (2023d, 31 de diciembre). *Otis* convierte a Playa Honda en cementerio de embarcaciones. *El Sol de Acapulco*. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/otis-convierte-a-playa-honda-en-cementerio-de-embarcaciones-11217644.html>.
- (2024a, 30 de enero). El Salto recibirá embarcaciones dañadas por el huracán *Otis*. *El Sol de Acapulco*. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/el-salto-recibira-embarcaciones-danadas-por-el-huracan-otis-11361547.html>.
- (2024b, 13 de febrero). Embarcaciones afectadas por *Otis*, sin destino final. *El Sol de Acapulco*. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/embarcaciones-afectadas-por-otis-sin-destino-final-11429555.html>.
- (2024c, 4 de abril). Acapulco registra más de 300 incendios de enero a la fecha. <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/acapulco-registra-mas-de-300-incendios-de-enero-a-la-fecha-11699015.html>.
- Martínez Torres, R. M. (2018). *Manejo de residuos sólidos urbanos ante desastres por huracanes: una contribución a la resiliencia urbana-costera en la ciudad de Tulum, Quintana Roo* [tesis de licenciatura en ingeniería ambiental]. División de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Quintana Roo, México. <http://risisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/1928/TD791.2018-1928.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Morales, J. (2023, 15 de noviembre). Organiza la Marina un recorrido con medios para mostrar los efectos de *Otis* en la Roqueta. *El Sur-Acapulco*. <https://suracapulco.mx/impresso/4/organiza-la-marina-un-recorrido-con-medios-para-mostrar-los-efectos-de-otis-en-la-roqueta/>.
- NMás Guerrero. (2023, 26 de noviembre). *Barcos varados en la isla de la Roqueta* [video]. Facebook. https://www.facebook.com/watch/?ref=search&v=1395805157708789&external_log_id=b9cd624c-b3a6-4eb3-b065-ccddd43227e7&q=barco%20encallo%20en%20la%20isla%20de%20la%20roqueta.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2024). *Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale*. Gobierno de Estados Unidos, Departamento de Comercio. <https://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php>.
- Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) (2011). *Guía de manejo*

- de residuos de desastres. ONU. <https://www.eecentre.org/wp-content/uploads/2013/01/DWMG-SPA.pdf>.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2003). *Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre* (Salud Ambiental y Desastres, 1). OPS. <https://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0117/doc0117-parte01.pdf>.
- Presidencia de la República (2023, 8 de mayo). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LEGEPIGIR). *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1: Protección ambiental–Salud ambiental–Residuos peligrosos biológico-infecciosos–Clasificación y especificaciones de manejo. *Diario Oficial de la Federación*. <https://isademexico.com/filesdownload/semarnat/noms/NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002/NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2003, 20 de octubre). Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. 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. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004#gsc.tab=0.
- Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana (2023, 9 de noviembre). Aviso de término de la declaratoria de emergencia (acuerdo por el que se establece el término de situación de emergencia) por la ocurrencia de lluvia severa y vientos fuertes el día 24 de octubre de 2023 en dos municipios del estado de Guerrero. *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708072&fecha=09/11/2023#gsc.tab=0.
- Senado de la República (LXV Legislatura) (2023, 14 de octubre). *Piden diseñar estrategias para resolver problema de acumulación de basura en Acapulco* (comunicado, 268). <https://comunicacionsocial.senado.gob.mx/informacion/comunicados/7116-piden-disenar-estrategias-para-resolver-problema-de-acumulacion-de-basura-en-acapulco>.
- Vela, R. (2024, 16 de enero). Las embarcaciones hundidas por el huracán Otis están contaminando Acapulco. *Wired*. <https://es.wired.com/articulos/las-embarcaciones-hundidas-por-el-huracan-otis-estan-contaminando-acapulco>.
- Zárate de la O., H. (2024, 12 de enero). Siguen sin ser retiradas de la Isla de la Roqueta tres embarcaciones encalladas. *México Ya*. <https://mexicoya.com.mx/siguen-sin-ser-retiradas-de-la-isla-de-la-roqueta-tres-embarcaciones-encalladas/>.

3. Diagnóstico de áreas de manglar afectadas por el huracán *Otis*: propuesta de restauración ecológica



Manglares de la Laguna Negra de Puerto Marqués, Acapulco, Guerrero
Fotografía: Benjamín Castillo Elías (2024, abril).

3.1. Resumen

Los ecosistemas de manglar son de vital importancia por los servicios ecosistémicos que aportan a las comunidades ribereñas anexas del municipio de Acapulco, Guerrero. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el daño estructural que sufrieron estos ecosistemas de manglares en la Laguna Negra de Puerto Marqués y de Tres Palos, por los impactos del huracán *Otis*. Se utilizó una metodología cualitativa que permitió recolectar evidencias que se obtuvieron a través de recorridos a pie y en cayucos; con el apoyo de una ficha de registro se recolectaron evidencias sobre la situación que guarda este ecosistema con material fotográfico como evidencia; además se realizaron entrevistas semiestructuradas a informantes clave que viven en las localidades anexas al área de estudio. A través de imágenes aéreas de Google Earth y de la NASA se realizó un comparativo de cobertura vegetal y se obtuvieron indicadores visuales de la afectación en la superficie vegetal de las áreas de manglar más representativas de ambos cuerpos lagunares. Se determinó la relevancia espacial del ecosistema de manglar en las lagunas por medio de cartografía en formato Shape a partir de cinco años de referencia con el *software* QGIS y con base en los resultados se diseñó una propuesta de restauración ecológica fundamentada en la ingeniería y la ecología forense. Los resultados obtenidos mostraron una enorme pérdida de cobertura de manglar en ambas lagunas; en la Laguna Negra la pérdida de este ecosistema prácticamente fue total. Se pudo documentar que los aportes de agua a este ecosistema fueron bloqueados por asolvamientos y arena, piedras, vegetación y árboles derivados, además de la enorme cantidad de residuos que están depositando dentro del área del manglar. Por otro lado, el manglar de la Laguna de Tres Palos, en la cercanía con Barra Vieja, se ha visto deteriorado en las últimas fechas debido a los rellenos del humedal y a los cambios de uso de suelo que acostumbran realizar las comunidades aledañas para cultivar coco o maíz. Se realizó una proyección hipotética aplicable en el proceso de restauración en ambos sistemas lagunares.

Palabras clave: *estrategias, huracanes, manglares, restauración, protección costera.*

3.2. Introducción

Los entornos naturales nos otorgan beneficios y servicios ambientales; por un lado, aportan agua, contribuyen a la generación de oxígeno y a la captación de carbono para mitigar el efecto de invernadero en el caso de los manglares. Además, aportan algunas materias primas porque de allí se obtiene el vestido, la recreación, el atractivo visual para el turismo, entre otros beneficios ecosistémicos.

Los ecosistemas de manglar se encuentran en áreas aledañas a litorales, lagunas costeras, desembocaduras de ríos, esteros y humedales. Tienen gran importancia ecológica por los diferentes beneficios ecológicos que proporcionan: estabilización y protección de las líneas costeras; son área de refugio y alimentación de diversas especies de fauna acuática y terrestre, y fungen como lugares de anidamiento de aves costeras locales y migratorias (Calderón *et al.*, 2009); por su extensión, diversidad, composición, estructura maderable, valores ecológicos, beneficios ambientales y socioeconómicos (Castillo, Gervacio y Bedolla, 2018), los manglares son considerados humedales costeros que integran, mantienen y determinan su ambiente físico; su resiliencia natural incluye su capacidad para soportar condiciones de salinidad, desecación, inundación y su capacidad para sostenerse en sustratos inestables (Olguín *et al.*, 2007).

El término *restauración* es utilizado en el caso de los manglares para referirse a cualquier proceso encaminado a restituir sus condiciones previas. Dependiendo del nivel de intervención aplicada, ésta puede ser mediante una “restauración activa”, la cual se refiere a la recuperación deliberada del sistema degradado, simulando la dinámica natural del ecosistema (sucesión natural) con la intervención de la mano del hombre, o mediante una “restauración natural o pasiva”, la cual consiste en la recuperación natural de algún sistema degradado con una nula o mínima intervención del hombre, siguiendo los principios básicos de la sucesión secundaria (Holl y Aide, 2011).

Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o destruido totalmente como resultado directo o indirecto de las actividades antropogénicas; en algunos casos, estos

impactos en los ecosistemas han sido causados por fenómenos naturales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas (Moreno-Casasola y Peresbarbosa, 2006; Ochoa, 2010).

En este sentido, la restauración ecológica adquiere relevancia cuando se presenta un fenómeno hidrometeorológico como el huracán *Otis* cuyos impactos afectaron las áreas de manglar de las lagunas de Puerto Marqués y de Tres Palos en el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, generando la pérdida de la biodiversidad y de las funciones y los beneficios ambientales que estos ecosistemas otorgan para el mantenimiento de las pesquerías locales y el equilibrio ecológico costero.

El huracán *Otis* no sólo dañó el arbolado de manglar, sino que también modificó el flujo hidrológico de los cuerpos lagunares de ambas lagunas; daños que han sido recurrentes a través del tiempo por la acción de fenómenos hidrometeorológicos: huracanes, ciclones, tifones o tsunamis (Herrera-Silveira *et al.*, 2022). Ante el deterioro ecológico sobre este ecosistema surge la necesidad de realizar acciones urgentes de restauración ecológica y de conservación.

El objetivo del presente estudio fue evaluar los daños estructurales que ocasionó el huracán *Otis* sobre los manglares de los sistemas lagunares: Laguna Negra de Puerto Marqués y de Tres Palos y proponer acciones de restauración ecológica en las zonas afectadas, integrando la participación de las comunidades ribereñas anexas pertenecientes al municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero.

Esta investigación es parte de los programas nacionales estratégicos (Pronaces) que promueve el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías; particularmente *a)* Sistemas Socioecológicos y *b)* Energía y Cambio Climático (CONAHCYT, 2023), así como los Objetivos del Desarrollo Sostenible 11, “Ciudades y comunidades sostenibles”; 13, “Acción por el clima”, y 15, “Vida de ecosistemas terrestres”, contemplados en la Agenda 2030 (ONU, 2021) y enfocados en la importancia del Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas para detener la degradación del medio ambiente, con la intención de mejorar los medios de vida de las personas, contrarrestar el cambio climático y detener el colapso de la biodiversidad (UNESCO, 2019).

3.3. Metodología

3.3.1. Localización, descripción física y delimitación del área de estudio

La Laguna Negra de Puerto Marqués tiene una superficie de 73 hectáreas (ha) (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio], 2020); está cubierta por mangle asociado a otro tipo de vegetación subacuática, con una profundidad media de 3.7 m; forma parte de un sistema hidrológico constituido por el río de la Sabana y la Laguna de Tres Palos; está localizada en el municipio de Acapulco de Juárez en el estado de Guerrero, México, entre la Playa de Puerto Marqués y la Playa Revolcadero; se ubica entre los meridianos $16^{\circ} 47' 16''$ y $17^{\circ} 10' 24''$ de latitud norte y los paralelos $99^{\circ} 39' 05''$ y $99^{\circ} 53' 48''$ de latitud oeste (INEGI, 2022).

La Laguna de Tres Palos se ubica a 25 km al este del puerto de Acapulco entre $99^{\circ} 39'$ y $99^{\circ} 47'$ de longitud oeste y $16^{\circ} 47'$ y $16^{\circ} 49'$ de latitud norte, con una superficie aproximada de 5 500 ha y dimensiones de 16 km de longitud por 6 km de ancho. La laguna se clasifica como predominantemente oligohalina, con influencia marina en época de lluvias, cuando se abre el canal de comunicación con el mar en el poblado de Barra Vieja (Rosas-Acevedo *et al.*, 2016; Ortiz, 2014; Mendoza *et al.*, 2013). La laguna presenta un clima Aw1, subhúmedo; su temperatura es caliente todo el año y el mes más frío registra una temperatura no menor a 18°C ; su precipitación pluvial anual es mayor de 1 000 mm y la lluvia invernal es menor a 50 mm, finalmente, el régimen pluviométrico que caracteriza a esta zona pertenece al de la sabana o al de lluvias de verano (García, 1973).

3.3.2. Proceso metodológico

Se empleó una metodología con enfoque cualitativo, exploratoria y descriptivo con el apoyo de informantes clave (Monje, 2011; Taylor y Bogdan,

2000; Gómez, 2012; Hernández-Sampieri *et al.*, 2018). Esta metodología se consideró adecuada para esta investigación.

El proceso de investigación se realizó en tres etapas: la *primera etapa* consistió en realizar un diagnóstico sobre la situación física y las afectaciones que sufrieron los manglares; este diagnóstico se realizó en las dos primeras semanas de noviembre de 2023 y contempló recorridos vía terrestre y recorridos por los canales, los cuales se realizaron en panga. Como instrumento se utilizó una ficha de registro para documentar los daños observados en este ecosistema. Además, se utilizó como herramienta de apoyo una cámara fotográfica con la finalidad de tener elementos e insumos visuales de la afectación y los daños (González, 2008).

Con la finalidad de conocer la percepción sobre los impactos a los ecosistemas de manglar por el huracán *Otis*, se realizaron entrevistas a informantes clave, como líderes de cooperativas pesqueras y pobladores de las localidades de Puerto Marqués y San Andrés Playa Encantada.

En la *segunda etapa* se determinó la relevancia geoespacial del ecosistema de manglar utilizando herramientas digitales como imágenes aéreas extraídas de Google Earth (2023, 2024), NASA Earth Observatory (2023), así como datos espaciales formato Shape de Conabio (2020). El análisis se realizó con el apoyo del *software* QGIS (2023).

Este estudio permitió obtener un comparativo de la superficie de manglar para los polígonos más representativos de ambas lagunas, con la finalidad de identificar la condición estructural de la superficie forestal de las áreas de ese manglar de ambos cuerpos lagunares antes y después de la presencia del huracán *Otis*.

Asimismo, para tener un comparativo de la cobertura forestal de manglar a partir de cinco años de referencia —1970, 2005, 2010, 2015 y 2020— y determinar la relevancia espacial del ecosistema en las lagunas, se utilizó la cartografía en formato Shape con sistemas de referencia UTM (Universal Transversal Mercator) y coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) del Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM) en el Geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio] (2020). Con esta información se realizó un análisis espacial sobre los años de referencia, diseñando un mapa general de la

proyección de la cobertura a través del periodo de referencia con el *software* QGIS (2023) Tisler v.3.24.

En la *tercera etapa* se realizó una propuesta metodológica de restauración ecológica para instrumentar acciones inmediatas de restauración fundada en la ingeniería y la ecología forense para la restauración de manglares (Mitsch y Jørgensen, 2003; Lindig y Zambrano, 2007; Teutli-Hernández y Herrera-Silveira, 2016; Castillo-Elías, Gervacio-Jiménez y Vences-Martínez, 2021a; 2023). La metodología contiene estrategias de restauración de manglares afectados por ciclones tropicales (Herrera-Silveira *et al.*, 2022).

Asimismo, se diseñó un modelo de proyecto hipotético por medio de la “rueda de la restauración ecológica” que contempla seis categorías de atributos ecosistémicos (McDonald *et al.*, 2016) con la finalidad de realizar una proyección del grado de recuperación del ecosistema a dos años.

3.4. Resultados y discusión

3.4.1. Diagnóstico sobre la situación física y las afectaciones que sufrieron los manglares

Con base en el diagnóstico realizado a través de los recorridos se documentó lo siguiente: la Laguna Negra de Puerto Marqués, en la totalidad del polígono central del cuerpo lagunar se observaron ejemplares de la especie de mangle rojo (*R. mangle*) que fueron derribados casi por completo, pues quedaron sólo algunos ejemplares en pie, sin ramas ni follaje, algunos trozados por la mitad y otros desramados, así como ejemplares de la especie de mangle blanco (*L. racemosa*) que fueron dañados en su follaje; algunos inclinados aproximadamente 45° hacia el suelo, así como diversas especies de flora asociadas a este ecosistema de manglar, tanto nativas como introducidas, que también fueron afectadas en su estructura y en su condición física.

En la Laguna de Tres Palos, particularmente en la zona sur entre el ejido San Andrés Playa Encantada y la localidad de Barra Vieja, se observó arbolado de gran tamaño del mangle negro (*A. germinmans*) y mangle

blanco (*L. racemosa*) que fueron arrancados de tajo; otros más fueron la-deados. Además, una cantidad representativa de ejemplares de menor tamaño fueron aplastados por los fuertes vientos. Aun cuando se observaron con follaje, se desconoce si éstos lograrán recuperarse. Otra afectación importante fue el daño causado a raíces adventicias (neumatóforos) del mangle negro, por su importancia fisiológica para los individuos de esta especie.

Las plántulas, consideradas como futuros reemplazos de las plantas madre de esas especies de mangle, también sufrieron una gran devastación por la inundación lo que provocará su mortandad antes de alcanzar el tamaño adecuado para su supervivencia.

Además de la vegetación de manglar afectada en estos sistemas lagunares, también se dañó la flora de acompañamiento característica de selva baja caducifolia y perenne, siendo derribados completamente arbolados y arbustos, y/o cortadas sus ramas.

En este sentido, las afectaciones no son sólo ecológicas. Debido a que las comunidades ribereñas se encuentran estrechamente relacionadas con este ecosistema, los servicios ambientales y ecoturísticos que proveen a la población aledaña afectan su economía de forma directa.

Durante los recorridos en las lagunas Negra de Puerto Marqués (figura 1) y Tres Palos (figura 2), se recolectaron evidencias fotográficas de los daños observados sobre la vegetación de manglar y se determinó que la mayor afectación tuvo lugar en la vegetación de manglar de la Laguna Negra de Puerto Marqués.

La evaluación diagnóstica de los recorridos de campo en los dos cuerpos lagunares permitió identificar la superficie de manglar dañada y las modificaciones en los flujos hídricos de esos cuerpos lagunares, los cuales se observaron azolvados después de la llegada de *Otis*.

Los daños observados en campo sobre los manglares de estos dos cuerpos lagunares, afectaron su estructura, su composición y su biomasa, generando la pérdida de cobertura forestal (biomasa), defoliación, mortandad de arbolado maduro cuyos individuos fueron arrancados de tajo o trozados por la mitad, cambio en la dominancia de especies por causa de la sucesión ecológica secundaria posterior a la degradación por el huracán y la apertura de áreas espaciales en el ecosistema de manglar.

Figura 1. Manglares afectados en la Laguna Negra de Puerto Marqués



Fotografías: Benjamín Castillo Elías.

Figura 2. Evidencias de manglares afectados en la Laguna de Tres Palos



Fotografías: Herlinda Gervacio Jiménez.

Asimismo, se produjo la afectación en la hidrología por la interrupción del flujo de agua provocada por el material vegetal y los sedimentos acumulados, lo cual redujo el nivel de inundación, principalmente en la Laguna Negra de Puerto Marqués.

De igual forma, hubo algunos cambios en la topografía de los sitios por causa de la gran cantidad de árboles, ramas y sedimentos acumulados que obstruían el flujo de agua por los principales canales de salida.

La afectación antes mencionada presentó las condiciones de degradación del ecosistema de manglar siguiendo el patrón descrito por Herrera-Silveira *et al.* (2022) en su estudio sobre daños a los manglares causados por huracanes.

3.4.2. Percepción socioambiental de las comunidades estudiadas

Con la finalidad de identificar la percepción que tienen las comunidades ribereñas aledañas a estos ecosistemas sobre el problema, se organizaron reuniones con informantes clave en cada sistema lagunar. En el caso de la Laguna Negra de Puerto Marqués, se contactó y se realizó entrevista con el representante de una cooperativa de servicios ecoturísticos (figura 3), quien manifestó su desconcierto por el fenómeno natural tan agresivo pues nunca antes habían vivido esta experiencia; señaló que la destrucción total de la superficie de manglar de la laguna los dejó desprovistos de su fuente de ingresos, ya que su labor consiste en prestar servicios ecoturísticos mediante paseos en lancha en las áreas de manglar representativas de esta laguna, por lo cual quedó vulnerable su economía local y manifestó su interés por participar en las acciones para la recuperación del sitio natural.

De igual forma, agregó que no sólo la flora de manglar fue afectada, sino también diversas especies de fauna acuática asociada a esta especie, considerando que habita un número considerable de ejemplares de cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), diversas especies de tortugas dulceaúcolas y aves acuáticas de diferentes especies.

Figura 3. Entrevista con informante clave en la Laguna Negra de Puerto Marqués



Fotografía: Herlinda Gervacio Jiménez.

Con base en lo anterior, esta laguna requiere acciones de compensación ambiental y de restauración ecológica asistida, de acuerdo con las directrices que se citan en el acuerdo publicado en el *Diario Oficial de la Federación* de octubre de 1998 (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1988), instrumento normativo que faculta al gobierno de Guerrero y al municipio de Acapulco a implementar estrategias para mantener las condiciones ecosistémicas óptimas del sistema lagunar, y, de ser necesario, implementar la restauración ecológica que garantice la conservación y la protección de esta área natural.

Por otra parte, en la Laguna de Tres Palos se contactó y se entrevistó al representante de una cooperativa pesquera de la localidad de San Andrés Playa Encantada (figura 4). El informante se mostró preocupado por esta devastación a la zona de manglar, ya que, al ser su actividad principal de trabajo la pesca ribereña y al afectarse los manglares, esto ocasionó la baja en la producción de especies de pesca comercial, debido a su desplazamiento a otros sitios que no sufrieron gran afectación por el fenómeno natural.

No obstante, sí está afectando la economía de la comunidad por la baja en la captura de pesca comercial.

De acuerdo con lo anterior, en esta zona de manglar afectada, de acuerdo con datos de la Conabio (2020), se encuentran ubicados los dos polígonos de mayor superficie de manglar de todo el sistema lagunar, con 123 y 56 hectáreas, respectivamente. Con base en este análisis, es necesaria la promoción, en esas dos superficies de la Laguna de Tres Palos, para decretarlas como áreas de conservación voluntaria (ADVC) atendiendo las directrices de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2023).

Figura 4. Entrevista con informante clave en la Laguna de Tres Palos



Fotografía: Herlinda Gervacio Jiménez.

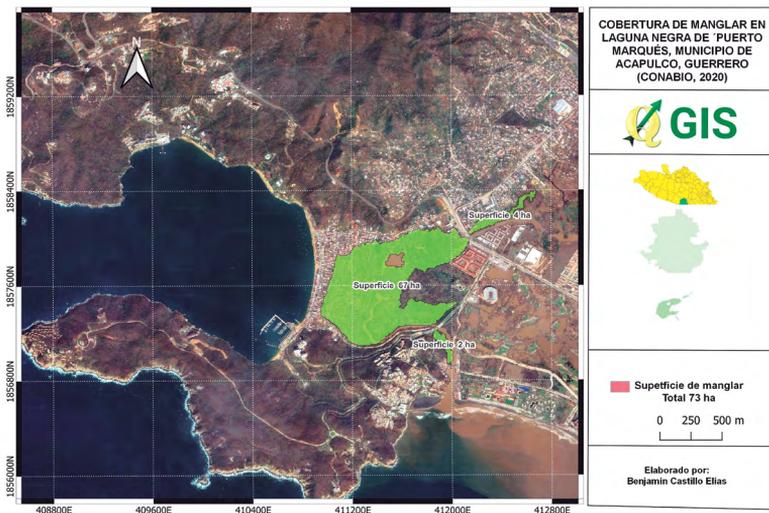
En caso de que se establezca una ADVC en este sistema lagunar, se obtendrán los diversos beneficios ambientales que las áreas de conservación ofrecen, como la captación de carbono, atractivos turísticos y zonas de refugio para otras especies de flora y fauna silvestre.

3.4.3. Relevancia geoespacial del ecosistema de manglar

3.4.3.1. Laguna Negra de Puerto Marqués

La Laguna Negra de Puerto Marqués, de acuerdo con datos de la Conabio (2020), antes de la ocurrencia del fenómeno hidrometeorológico Otis, contaba con una superficie de alrededor de 73 hectáreas de bosque de manglar (figura 5); tras el impacto del huracán, quedó devastada toda su superficie vegetal y dañadas las dos especies de mayor representatividad registradas: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Por lo anterior, de acuerdo con Herrera-Silveira *et al.* (2022), restaurar un ecosistema de manglar afectado por fenómenos hidrometeorológicos implica un proceso metodológico de gran magnitud, sobre todo en este sistema lagunar afectado por el huracán *Otis*.

Figura 5. Superficie de manglar en Laguna Negra de Puerto Marqués antes del huracán Otis



Fuente: elaboración propia con el software QGIS (2023) y datos de la Conabio (2020).

Esta laguna es considerada un humedal urbano y existe un acuerdo por el que se destina al gobierno del estado de Guerrero el inmueble conocido como Laguna Negra de Puerto Marqués, municipio de Acapulco, Guerrero, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* en octubre de 1998 (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1988), lo que supone que para su rescate se requiere el apoyo de los tres órdenes de gobierno.

Las imágenes de Google Earth muestran un comparativo de la superficie de manglar del polígono principal más representativo de la zona de manglar de la Laguna Negra de Puerto Marqués.

En mayo de 2023, cinco meses antes del huracán *Otis*, se podían observar las condiciones en las que se encontraba la cobertura forestal del manglar estudiado, donde aparentemente su follaje y su estructura son saludables, como se aprecia en la figura 6.

Figura 6. Imagen aérea captada antes de huracán *Otis* (mayo de 2023)



Fuente: Google Earth (2023).

Al hacer el comparativo del antes y el después del huracán *Otis*, en la figura 7 se pueden observar las condiciones en las que quedó la cobertura forestal del manglar de este ecosistema lagunar.

Figura 7. Imagen aérea captada después del huracán Otis (noviembre de 2023)



Fuente: Google Earth (2023).

Sin duda, la imagen muestra la capacidad de destrucción con la que azotó el fenómeno hidrometeorológico a la zona costera pues devastó prácticamente toda la cobertura de manglar que existía allí, lo que contrasta de manera clara con lo observado unos meses antes de la llegada del fenómeno natural.

Los manglares, considerados como barreras biológicas contra fenómenos hidrometeorológicos, fueron rebasados por los fuertes vientos que alcanzó este huracán. Los costos, sin duda, serán muy elevados para la restauración ecológica, además de que hay que considerar una metodología apropiada para lograr el éxito de esa restauración ecosistémica. Otra de las problemáticas detectadas es la falta de información pública y de conocimiento sobre los costos y los procesos técnicos de restauración. Ese es un factor determinante para la intervención en estos ecosistemas costeros. De acuerdo con estudios de Castillo y Gervacio (2021) y Herrera-Silveira *et al.* (2022), los proyectos de restauración ecológica son caros; normalmente son financiados por fundaciones, organizaciones no gubernamentales y dependencias de gobierno. En este contexto, sin duda está involucrado el sector gubernamental.

mental, las empresas privadas y los actores locales y regionales interesados. Y, desde luego, las comunidades vecinas a estos ecosistemas costeros.

Antes del huracán *Otis*, este cuerpo lagunar presentaba ciertas problemáticas de degradación y contaminación las cuales, a través del tiempo, han sido abordadas en diversos estudios científicos: calidad del agua (Robles *et al.*, 2000; Dimas, Ortiz y Ortega, 2017; Juárez *et al.*, 2019), y producción primaria en el manglar y su relación con algunas variables fisicoquímicas del agua (Sierra-Cortés *et al.*, 2019) que han evidenciado altos niveles de contaminación por agentes químicos derivados de actividades antrópicas.

3.4.4. Cobertura de manglar en los periodos 1970, 2005, 2010, 2015 y 2020

En relación con el análisis de la extensión de bosque de manglar en la Laguna Negra de Puerto Marqués, con base en cinco años de referencia: 1970, 2005, 2010, 2015 y 2020: se obtuvo que en 1970 era de 195 ha; en 2005 la superficie de manglar disminuyó drásticamente a 141 ha, con una pérdida de 54 ha; en 2010 continuó disminuyendo a 84 ha, con una pérdida de 57 ha. En 2015 el manglar siguió disminuyendo a 78 ha, pues perdió otras 6 ha; finalmente, en 2020 la laguna contaba con una superficie de 73 ha, habiendo perdido durante todo ese periodo de tiempo una superficie total de 123 ha, tal como se consigna en la tabla 1.

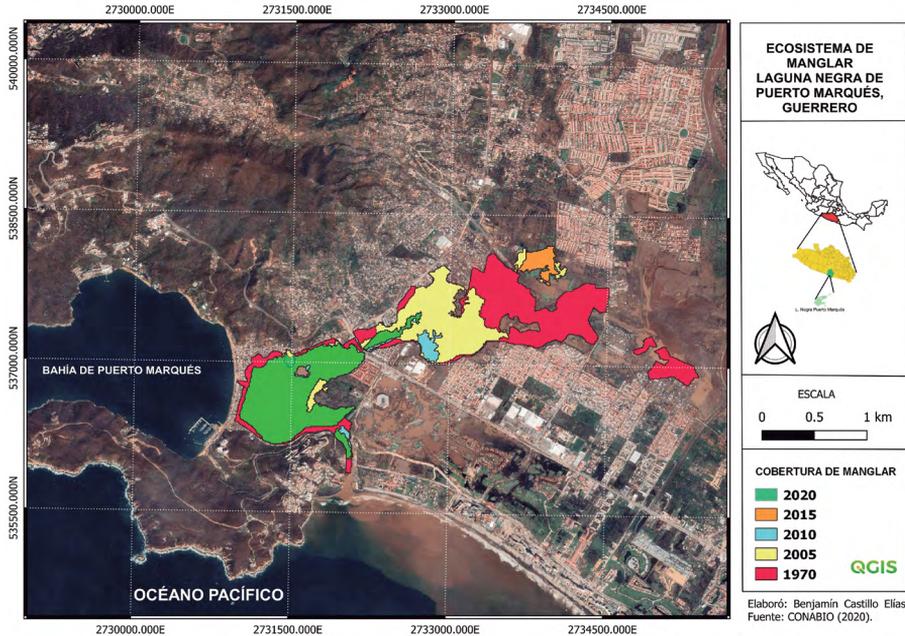
Tabla 1. *Cambios de cobertura de manglar en años de referencia, en Laguna Negra de Puerto Marqués, Guerrero*

<i>Fecha (año)</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Pérdida (ha)</i>	<i>Ganancia</i>
1970	195	–	–
2005	141	54	–
2010	84	57	–
2015	78	6	–
2020	73	6	–

Fuente: elaboración propia con datos de la Conabio (2020).

En la figura 8 se observa cómo fue el proceso de disminución de la cobertura de manglar de 1970 a 2020. En este último año se contaba con una representatividad de tres polígonos de cobertura de manglar que, en conjunto, representan una superficie de 73 ha, superficie que durante el fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis* fue devastada en su totalidad.

Figura 8. Cobertura de manglar de 1970 a 2020, Laguna Negra de Puerto Marqués, Guerrero



Fuente: elaboración propia con el software QGIS (2023) y datos de la Conabio (2020).

La disminución radical de la cobertura de manglar observada en esos años se debe al incremento poblacional, a la abertura de caminos y calles pavimentadas, así como al incremento inmobiliario de casas-habitación, hotelería, condominios y restaurantes, los cuales se han extendido sin ningún control, ganando terreno a este sistema lagunar, lo que agravó la problemática en octubre de 2023 por los efectos del huracán *Otis*; todo en su conjunto ha contribuido al desplazamiento de la flora y la fauna propia de este ecosistema.

3.4.5. Laguna de Tres Palos

En 2020 la Laguna de Tres Palos, antes del paso del huracán *Otis*, contaba con una superficie total de aproximadamente 585 ha de bosque de manglar, de la cual dos polígonos representaban la mayor cobertura (figura 9), el primero con 123 ha y el segundo con 56 ha (Conabio, 2020). Estos dos polígonos de mayor superficie de cobertura de todo el sistema lagunar se ubican en la parte sureste de la laguna. Ambas superficies se encuentran fuera del alcance de la mayor actividad antrópica, lo que ha permitido mantener conservada su estructura.

Figura 9. Superficie de manglar en la Laguna de Tres Palos antes del huracán *Otis*



Fuente: elaboración propia con el software QGIS (2023) y datos de la Conabio (2020).

Al realizar los recorridos *in situ* en esos dos polígonos se observaron ejemplares de mangle negro (*Avicennia germinans*), de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) los cuales se doblaron y se trozaron y algunos fueron arrancados de tajo; otros más se mantuvieron en pie y resilientes. En este sentido, la especie de mangle negro fue la más afectada en la zona de San Andrés Playa Encantada, que se encuentra en el polígono con 56 ha de superficie de manglar.

En relación con el comparativo que se realizó de la superficie de manglar de estos dos polígonos, a través de las imágenes de Google Earth, detectamos una considerable disminución de la superficie forestal del polígono con 56 ha y su contraste del antes (figura 10 [15 de septiembre de 2023]) y el después (figura 11 [29 de febrero de 2024]) de la presencia del huracán *Otis*; así como del polígono con 123 ha contrastando el antes (figura 12 [15 de septiembre de 2023]) y el después (figura 13 [29 de febrero de 2024]) del huracán.

Figura 10. Imagen aérea captada antes de huracán Otis (15 de septiembre de 2023)



Fuente: Google Earth (2023).

Figura 11. Imagen aérea captada después de huracán Otis (29 de febrero de 2024)



Fuente: Google Earth (2024).

Figura 12. Imagen aérea captada antes de huracán Otis (15 de septiembre de 2023)



Fuente: Google Earth (2023).

Figura 13. Imagen aérea captada después de huracán Otis (29 de febrero de 2024)



Fuente: Google Earth (2024).

Este sistema lagunar de Tres Palos, antes del huracán *Otis*, presentaba problemáticas socioambientales, las cuales han sido reportadas por estudios científicos basados en análisis químico-biológicos para determinar su estatus trófico (De la Lanza *et al.*, 2008); de producción pesquera comercial

(Gil, Violante y Rojas, 2008); de producción de manglar en viveros (Castillo, Gervacio y Vences, 2021b), y en análisis ecosistémicos de desarrollo regional (Castillo y Gervacio, 2021).

3.4.6. Cobertura de manglar en los periodos 1970, 2005, 2010, 2015 y 2020

La extensión de bosque de manglar en la Laguna de Tres Palos, a partir de cinco años de referencia: 1970, 2005, 2010, 2015 y 2020, fue la siguiente: en 1970 era de 835 ha; en 2005 aumentó a 909 ha, con una ganancia de 74 ha; en 2010 disminuyó drásticamente a 806 ha, una pérdida de 103 ha; en 2015 el manglar disminuyó a 544 ha, pues perdió 262 ha; finalmente, en 2020, la laguna contaba con una superficie de 585 ha, lo que significó una ligera ganancia de superficie de 40 ha. En síntesis, durante todo ese periodo de tiempo se perdió una superficie total de 251 ha (tabla 2).

Tabla 2. *Cambios de cobertura de manglar en años de referencia en la Laguna de Tres Palos, Guerrero*

<i>Fecha (año)</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Perdida (ha)</i>	<i>Ganancia</i>
1970	835	—	—
2005	909	—	74
2010	806	103	—
2015	544	262	—
2020	585	—	40

Fuente: elaboración propia con datos de la Conabio (2020).

La disminución de la cobertura de manglar observada en esos años (figura 14) fue consecuencia del incremento poblacional, del establecimiento de caminos y calles pavimentadas, así como también a los sectores agrícolas y pecuarios que se empiezan a extender y del incremento de la actividad inmobiliario que se empieza a extender en la periferia de ese sistema lagunar.

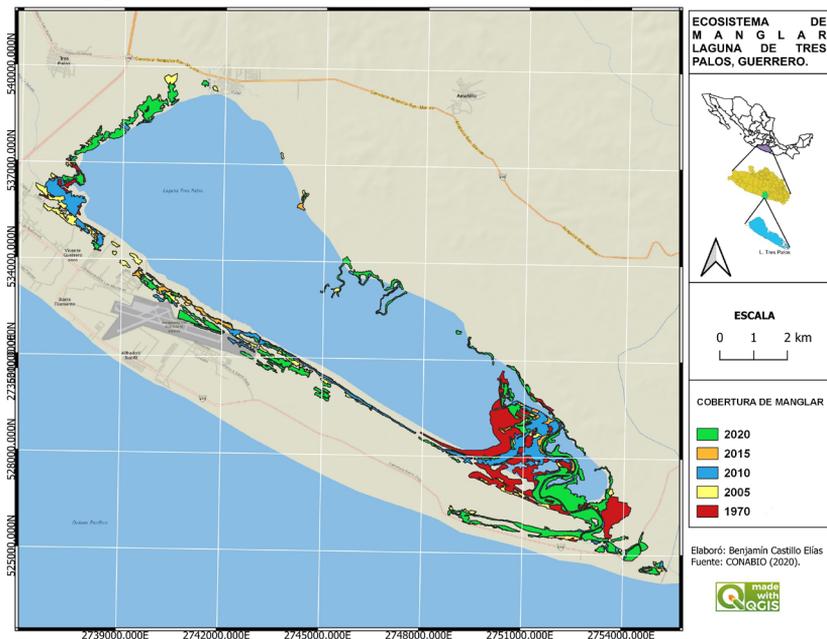
Finalmente, a través de estos análisis de relevancia espacial se interpretó el estado de salud de la cobertura vegetal general en las áreas de manglar de ambas lagunas costeras. Se observó el cambio en la superficie

forestal conforme transcurrían los años de 1970 a 2020, sumándose la degradación de estos cuerpos lagunares por causa del fenómeno natural huracán *Otis* en octubre de 2023.

En cuanto al comparativo general que se realizó del antes (figura 15) y el después (figura 16) del huracán *Otis* en el municipio de Acapulco, Guerrero, las imágenes satelitales de la NASA Earth Observatory (2023) mostraron que la vegetación en general se deterioró tanto en la selva baja caducifolia como en las zonas de manglar, visualizando el cambio en el contraste de coloración verde a coloración café como consecuencia de la falta de cobertura foliar de la vegetación después del fenómeno hidrometeorológico *Otis*.

Es indudable que el paso del huracán *Otis* es consecuencia del cambio climático, el cual trajo consigo la afectación a la flora y a la fauna asociada a los manglares, así como también generó daños sociales y sanitarios, como la generación de residuos, incendios de basura y materia vegetal seca, levantamiento de polvo, y escasez de agua potable, alimentos y servicios básicos, entre otros.

Figura 14. Cobertura de manglar de 1970 a 2020, Laguna de Tres Palos



Fuente: elaboración propia con el software QGIS (2023) y datos de la Conabio (2020).

Figura 15. *Antes del huracán Otis (21 de septiembre de 2023)*



Fuente: NASA Earth Observatory (2023).

Figura 16. *Después de huracán Otis (31 de octubre de 2023)*



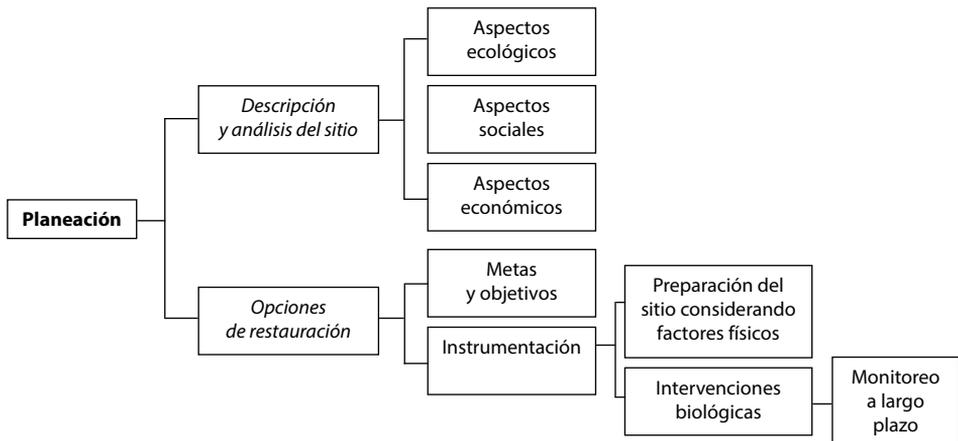
Fuente: NASA Earth Observatory (2023).

Asimismo, este huracán afectó otras áreas naturales de protección natural como el Parque Nacional El Veladero, el Parque Bicentenario y la Isla de la Roqueta, compuestos por selva baja caducifolia, que también fueron severamente afectadas, incluida la vegetación urbana.

3.4.7. Propuesta metodológica de restauración ecológica

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, se realizó una propuesta técnica de acciones inmediatas de restauración ecológica, basada en la metodología de la Society for Ecological Restoration (SER, 2004); la Comisión Nacional Forestal-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Conafor-Semarnat, 2010); Gann *et al.* (2019); la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2020); Castillo-Elías, Gervacio-Jiménez y Vences-Martínez (2021a); Botello (2022); Herrera-Silveira *et al.* (2022), y la Comisión Nacional Forestal (Conafor, 2023), por considerar que es la más adecuada para el diseño de un proyecto integral de restauración ecológica. Esta metodología contempla tres etapas: planeación, instrumentación y monitoreo (figura 17).

Figura 17. Procedimiento general de restauración ecológica



Fuente: elaboración propia con datos de Lindig y Zambrano (2007).

Etapas de la propuesta (con proyección a dos años):

A. Actividades de gabinete y administrativas

- Justificación, objetivos, metas, alcances, financiamiento y monitoreo.
- Trámite de avisos y permisos ante las autoridades correspondientes.
- Convocar a reunión de trabajo a los actores clave: Semarnat, Profepe, Conagua, Semaren, Propaeg, Conafor, Dirección de Ecología Municipal, Sector Salud Estatal y Federal, Sector Académico y pobladores de la zona, con el fin de tomar decisiones colegiadas respecto de esta problemática y dar pronta solución.
- Impulsar la participación comunitaria en el proceso de restauración ecológica de sitios degradados de manglar que requieran recuperar los servicios ambientales como una acción que contribuya a la mitigación del cambio climático, mediante la impartición de talleres para capacitar a los pobladores de las comunidades adjuntas a la zona de estudio sobre las técnicas y los métodos de restauración ecológica de sitios degradados, con la finalidad de que conozcan su importancia y se involucren en las diferentes acciones de restauración ecológica.
- Aspectos sociales y económicos de las localidades anexas al sitio degradado.

B. Actividades ambientales

- Caracterización y descripción del sitio degradado.
 - Identificar la afectación de la superficie forestal afectada, principalmente de las especies de mangle.
 - Definir la estructura o línea base y ecosistema de referencia.
- Indicadores de hidrología, topografía, calidad del agua y sustrato y dinámica de nutrientes.
 - Microtopografía del sitio.
 - Diagnóstico de todo el embalse del estero (cuenca) para identificar el comportamiento del flujo hidrológico y determinar acciones para restaurar.

- Hidroperiodo *in situ*.
- Análisis *in situ* de parámetros físico-químicos de agua intersticial y superficial (pH, temperatura [°C], salinidad [UPS], potencial redox [mV], conductividad [mS/cm]).
- Análisis físico-químico de suelo (nitrógeno total, fósforo, textura, pH, materia orgánica, densidad aparente, contenido de humedad).
- Vegetación y fauna asociada al ecosistema degradado.
- Arbolado muerto y material verde dañado: cálculo del volumen maderable del arbolado y de la materia vegetal muerta y su remoción como medida de saneamiento para evitar incendios forestales en la próxima época de estiaje, o asignándole utilidad doméstica entre los lugareños.
- Determinar la composición estructural de la vegetación en la zona de manglar a través de un muestreo y mediante los indicadores ecológicos de diversidad biológica y forestal (área basal [DAP]; IVI [fa, da, fr, dr, Dom y Dom_rel]; diversidad, riqueza de especies, curvas de acumulación, afinidad entre unidades de muestreo y volumen maderable (Ortiz y Carrera, 2002; Mora, 2003; Bautista *et al.*, 2004; Ramos *et al.*, 2004; Castillo, Gervacio y Bedolla, 2018).
- Rescate de las plántulas de mangle que se están desarrollando en el estero y que no han sido afectados para evitar su muerte y su traslado a un vivero temporal para su reubicación posterior.
- Recolección de semillas, frutos y/o esquejes para producción de planta en vivero.
- Selección del sitio a restaurar.
- Reforestación del área a rehabilitar.
- Monitoreo a través del seguimiento y la evaluación de acciones de restauración.

Cabe señalar que para recuperar los bosques de manglar afectados se requiere una restauración asistida para luego dar paso a la restauración pasiva para que la propia naturaleza lleve a cabo en mediano plazo su recuperación.

Posteriormente a la implementación de acciones de restauración ecológica en los sitios seleccionados se fomentará el monitoreo participativo *in situ* en la zona intervenida de manglares para verificar la situación actual del proceso de restauración.

Esta propuesta se fundamenta en estudios similares que se han realizado sobre este mismo ecosistema en distintas condiciones de degradación. La que aquí se propone responde a la perturbación por un fenómeno natural, mientras que Castillo-Elías, Gervacio-Jiménez y Vences-Martínez (2021a; 2023) han considerado acciones de restauración ecológica en áreas afectadas por actividades antropogénicas.

La propuesta de restauración de las áreas de manglar de las lagunas Negra de Puerto Marqués y de Tres Palos se enfoca en generar un impacto positivo en la reconstrucción de su condición ecosistémica; asimismo, en las localidades ribereñas que colindan con estos sistemas lagunares se incentivará la economía local, propiciando oportunidades de creación de proyectos ambientales productivos sustentables que alternarían con las actividades convencionales y beneficiarían el entorno ecológico.

3.4.8. Proyección hipotética de intervención de restauración ecológica

Se realizó un modelo de proyecto hipotético de reconstrucción aplicable al ecosistema de manglar para cada sistema lagunar, con una proyección para un periodo de dos años, utilizando la “Rueda de la restauración ecológica” propuesta por McDonald *et al.* (2016). La proyección considera la evaluación de seis categorías de atributos ecosistémicos: 1) ausencia de amenazas; 2) condiciones físicas; 3) composición de especies; 4) diversidad estructural; 5) funcionalidad ecosistémica, y 6) intercambios externos, cada una con tres subatributos. Esta rueda permitió ilustrar el grado de recuperación del ecosistema bajo tratamiento a lo largo de dos años y emplea una escala de evaluación con niveles de 1 a 5 estrellas (puntaje).

La escala de prioridades de la “Rueda de la restauración ecológica” va del 1 al 5, donde lo número 1 y 2 representan la mayor prioridad en acciones de restauración asistida, seguidos del 3, que implica es una prioridad

intermedia, mientras que los números 4 y 5 denotan menor exigencia y consideran, acciones de restauración pasiva.

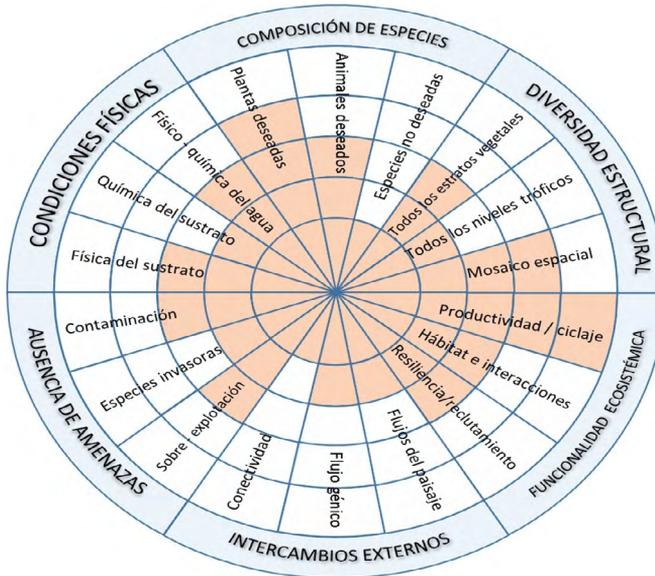
Por lo anterior, en caso de implementarse la restauración ecológica, el presente modelo hipotético servirá como ejemplo para alcanzar el éxito en caso de la intervención, considerando las condiciones particulares de cada sistema lagunar, sus diferentes problemáticas actuales y sus remanentes.

3.4.9. Ejemplo hipotético para la Laguna Negra de Puerto Marqués

Para la intervención en la Laguna Negra de Puerto Marqués, la “Rueda de la restauración ecológica” contempla los elementos ecosistémicos necesarios para un proceso de rescate (figura 18). En caso de intervenir este sistema lagunar se tendrían los siguientes resultados favorables:

1. Todas las amenazas adyacentes gestionadas o mitigadas en baja medida.
2. Sustrato estabilizado dentro del área de distribución natural que favorecería el crecimiento de la biota característica (caso similar a la Laguna de Tres Palos).
3. Se tendría un subconjunto de especies nativas clave (por ejemplo, ~25% de la referencia) que se establecen en proporciones sustanciales del sitio; considerando una amenaza muy baja en el sitio por parte de especies indeseables.
4. La mayoría de los estratos están presentes, así como algunos patrones espaciales y la complejidad trófica en relación con el sitio de referencia.
5. Evidencia sustancial de funciones y procesos clave que comienzan, incluida la reproducción, la dispersión y el reclutamiento de especies.
6. Conectividad para mejorar los intercambios positivos (y minimizar los negativos) organizados a través de la cooperación con las partes interesadas y de la configuración del sitio.

Figura 18. Proyecto hipotético de reconstrucción para la Laguna Negra de Puerto Marqués



Fuente: elaboración propia a partir de McDonald *et al.* (2016).

Para que esta proyección cumpla con las metas ecológicas de restauración del ecosistema de manglar se deberán considerar dos escenarios: el primero (escenario emergente) tiene que ver con un paisaje que fue degradado por la acción del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis*, y el segundo (escenario constante) con otros componentes antes del fenómeno hidrometeorológico.

- a) *Escenario ante afectaciones emergentes actuales derivadas del huracán Otis.* Composición, estructura y funcionalidad, pérdida de cobertura forestal (biomasa), defoliación; mortandad de arbolado maduro, cambio en la dominancia de especies a causa de la sucesión ecológica secundaria posterior a la degradación por el huracán, apertura de claros en el ecosistema de manglar, afectación en la hidrología con la interrupción del flujo de agua por el material vegetal y de sedimentos acumulados, cambios en la topografía de los sitios por causa de la gran cantidad de árboles, ramas y sedimentos acumu-

lados que obstruían el flujo de agua por los canales principales de salida.

- b) *Escenario ante afectaciones constantes.* Aquellos que ya estaban afectando el ecosistema antes del huracán *Otis*, constantes desde hace varios años, como la contaminación del agua por agentes químicos y metales pesados; el relleno y asolvamiento del humedal por materiales pétreos (sedimentos y arena, escombros, residuos urbanos, entre otros); la tala clandestina y excesiva de vegetación de manglar, y la invasión de terrenos ganados al humedal por asentamientos o infraestructura antrópica.

La “Rueda de restauración ecológica” propuesta para la Laguna Negra requiere un nivel de estrellas menor (1-3) para incentivar una recuperación mayor mediante un proceso de restauración activa, teniendo en cuenta las siguientes categorías y subatributos: 1) condiciones físicas: subatributos: física y química del sustrato y fisicoquímica del agua; 2) composición de especies: subatributos: animales deseados y especies no deseadas; 3) diversidad estructural: subatributos: todos los estratos vegetales y todos los niveles tróficos; 4) funcionalidad ecosistémica: subatributos: hábitat e interacciones y resiliencia/reclutamiento; 5) intercambios externos: subatributos: flujos de paisaje, flujos genéticos y conectividad y 6) ausencia de amenazas: subatributos: sobreexplotación, especies invasoras y contaminación. Estos son los puntos más críticos que hay que considerar en un proyecto de restauración ecológica.

3.4.10. Ejemplo hipotético para la Laguna de Tres Palos

En caso de intervenir en Laguna de Tres Palos aplicando la “Rueda de restauración ecológica” (figura 19), se tendrían los siguientes resultados favorables:

1. Todas las amenazas adyacentes gestionadas o mitigadas en un grado intermedio.
2. Un sustrato estabilizado del área de distribución natural que favore-

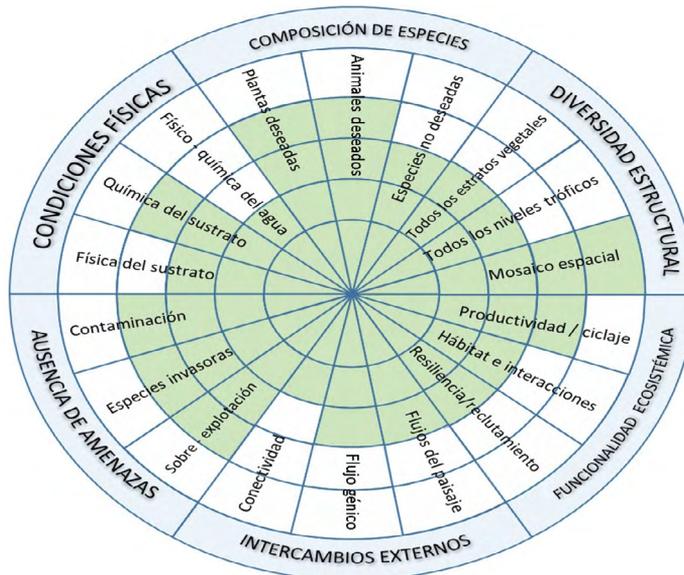
- ce el crecimiento de la biota característica (caso similar a la Laguna Negra de Puerto Marqués).
3. Una diversidad sustancial de biota característica (por ejemplo, ~60% de la referencia) presente en el sitio. No hay amenaza en el sitio por parte de especies indeseables.
 4. Todos los estratos presentes. Patrones espaciales evidentes y complejidad trófica sustancial en desarrollo, en relación con el ecosistema de referencia.
 5. Evidencia de funciones que comienzan; por ejemplo, ciclo de nutrientes, filtración de agua y provisión de recursos de hábitat para una gran variedad de especies.
 6. La conectividad aumenta y los intercambios entre el sitio y el entorno externo comienzan a ser evidentes (por ejemplo, más especies, más flujos, entre otros).

Para llegar a este resultado se plantearon metas ecológicas de restauración del ecosistema de manglar en un paisaje que fue degradado por la acción del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis* y otros componentes constantes antes del fenómeno natural.

- a) *Escenario ante afectaciones actuales derivadas del huracán Otis.* Composición, estructura y funcionalidad, pérdida de cobertura forestal (biomasa), defoliación, mortandad de arbolado maduro, cambio en la dominancia de especies a causa de la sucesión ecológica secundaria posterior a la degradación por el huracán, apertura de claros en el ecosistema de manglar, afectación en la hidrología con la interrupción del flujo de agua por el material vegetal y de sedimentos acumulados, cambios en la topografía de los sitios por causa de la gran cantidad de árboles, ramas y sedimentos acumulados que obstruían el flujo de agua por los canales principales de salida.
- b) *Escenario ante afectaciones constantes.* Aquellos que ya estaban afectando el ecosistema antes del huracán *Otis*, como la contaminación del agua por agentes químicos y las aguas residuales; el relleno y asolvamiento del humedal por materiales pétreos (sedimentos y arena, escombros, residuos urbanos, entre otros); la tala clandestina y

excesiva de vegetación de manglar; la sobre explotación de recursos pesqueros, y la invasión de terrenos ganados al humedal por asentamientos o infraestructura antrópica.

Figura 19. Proyecto hipotético de reconstrucción para la Laguna de Tres Palos



Fuente: elaboración propia a partir de McDonald *et al.* (2016).

En el caso de la Laguna de Tres Palos se requiere un nivel de estrellas mayor (3-5) en el proceso de restauración pasiva, debido a que las condiciones que afectan y han afectado al ecosistema no son tan marcadas, teniendo en cuenta las siguientes categorías y subtributos: 1) condiciones físicas: subtributos: física del sustrato y fisicoquímica del agua; 2) composición de especies: subtributos: especies no deseadas; 3) diversidad estructural: subtributos: todos los estratos vegetales y todos los niveles tróficos; 4) funcionalidad ecosistémica: subtributos: hábitat e interacciones y resiliencia/reclutamiento; 5) intercambios externos: subtributos: flujos de paisaje, flujos génicos y conectividad. Estos son los puntos más críticos que hay que considerar en un proyecto de restauración ecológica.

Esta propuesta hipotética de intervención para la restauración de los humedales costeros deberá atender las directrices citadas en las diferentes especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003 (Semarnat, 2003), que

establece la implementación de acciones de protección y restauración de éstos encaminadas a mantener sus procesos ecológicos, así como a restablecer en lo posible el tipo de bosque y estructura forestal original evitando la pérdida de ésta y su dinámica hidrológica.

Asimismo, el proyecto de restauración de manglares deberá ser avalado científica y técnicamente por un grupo colegiado de académicos expertos en restauración ecológica.

De esta forma, para restaurar las superficies de manglar afectadas es fundamental el vínculo entre las dependencias medioambientales de los tres órdenes de gobierno, con la participación de la comunidad, de las organizaciones no gubernamentales y de la academia, ya que esta sinergia permitirá lograr los objetivos trazados en el proceso de restauración ecológica (Castillo y Gervacio, 2021).

Asimismo, debe existir la transparencia en cuanto a la implementación de ese procedimiento, y debe informarse a la sociedad en general del proceso de intervención, de acuerdo con estudios de Castillo y Gervacio (2021) y Herrera-Silveira *et al.* (2022), los proyectos de restauración de manglares en su mayoría no son difundidos públicamente ni su monitoreo ni la información sobre el éxito de las intervenciones. Sólo se citan informes ejecutivos de la aplicación de recursos en las actividades de restauración sin mayores detalles.

3.4.11. Foros para socializar la propuesta de restauración

Una vez estructurada la propuesta técnica de acciones inmediatas de restauración, el 30 de noviembre de 2023 participamos en el foro Diálogos por la Reconstrucción y/o Construcción de un Nuevo Acapulco, en el área temática 3, “¿Cómo atender o reconstruir los efectos del huracán *Otis*, en su dimensión ambiental?”, organizado por la Universidad Autónoma de Guerrero con sede en Chilpancingo, Guerrero (figura 20), que tuvo la finalidad de recoger propuestas que serían tomadas en cuenta por el gobierno estatal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Guerrero (SEMAREN). En este foro se presentó el diagnóstico sobre los hallazgos en la zona afectada del manglar, así como

las recomendaciones y la propuesta técnica de restauración, que incluyó la metodología por implementar en la zona degradada. La presentación se enfocó en la propuesta encaminada a instrumentar una restauración como estrategia para resarcir el daño sobre la cobertura forestal de los manglares de ambos sistemas lagunares, a través de la implementación de acciones urgentes de restauración ecológica para la reconstrucción de la condición ecosistémica y de conservación de ese recurso forestal. Dicha presentación se denominó “Evaluación y restauración de los manglares de la Laguna Negra de Puerto Marqués y de Tres Palos en Acapulco, Guerrero, deteriorados por el paso del huracán *Otis*”.

Figura 20. *Presentación de la propuesta en el foro Diálogos por la Reconstrucción y/o Construcción de un Nuevo Acapulco*



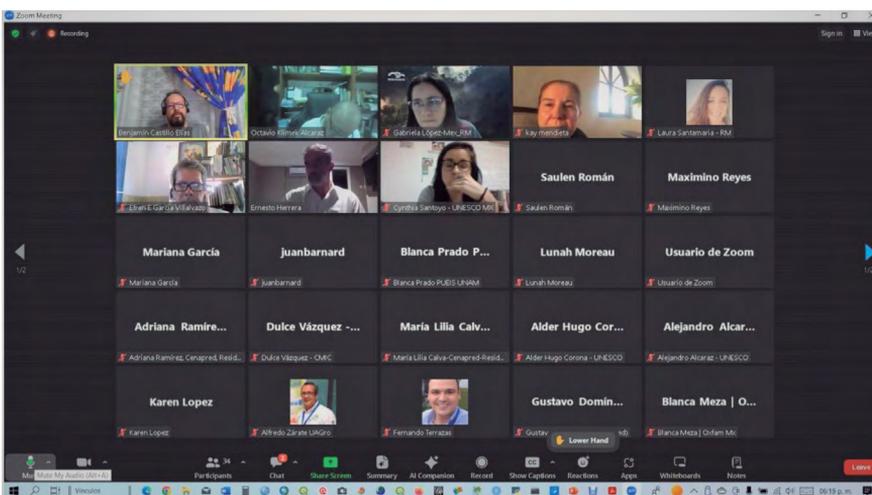
Fotografía: Herlinda Gervacio Jiménez.

De febrero a marzo de 2024 la propuesta se presentó en otros foros virtuales para darla a conocer a los grupos de diferentes sectores de la sociedad: ambientalistas, académicos, funcionarios de gobierno y ONG, en la mesa “Resiliencia y medio ambiente: *Otis*”, específicamente en la submesa sobre restauración marino-costera: “Restauración de manglar”. En estas mesas participaron integrantes de diferentes organizaciones, como la Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación de Colonos del Fraccionamiento Las Brisas, Reforestamos México, UNESCO, Centro Mexicano para la Filantropía, A. C., Habla Bien de Aca, A. C., Jardín Botánico de

Acapulco, Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, Vatos del Mar, Sistémico A. C., Renovación Urbana Ambiental, S. A. de C. V., Reforestamos, Comité Social Acapulco Coyuca, Cerrando el Ciclo, A. C., Fundación Plantta, Asociación Mexicana de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Dirección de Cultura de Paz, U. S. Green Chamber of Commerce-México, Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo, Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional Guerrero, Posgrado en Geografía y Gestión Territorial del CIPES-Acapulco de la Universidad Autónoma de Guerrero, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Asociación Mexicana de Arboricultura, Centro de Ciencias de Desarrollo Regional de la Universidad Autónoma de Guerrero, Colectivo Mar de Fondo y Fundación 100% Natural (figura 21).

Asimismo, el 29 de abril de 2024 se presentó la propuesta de restauración de ecosistemas de manglar para Guerrero en el foro Diálogos para la Transformación de la Investigación, Ciencia y Tecnología, con incidencia Social en Guerrero, organizado por la Universidad Autónoma de Guerrero.

Figura 21. Reuniones virtuales de trabajo de la mesa “Resiliencia y medio ambiente: Otis”



Fuente: Benjamín Castillo Elías (captura de pantalla).

El interés de los distintos sectores de la sociedad por participar en acciones que coadyuven a la pronta recuperación de Acapulco ha permitido contar con distintas estrategias, distintos puntos de vista, así como diferentes formas de ayudar a la recuperación del manglar, lo que definitivamente ha sido muy provechoso para lograr el objetivo común de apoyar a la pronta recuperación de Acapulco y restaurar los ecosistemas de manglar que fueron dañados, y por ende, apoyar la economía de las comunidades que dependen de los beneficios ambientales de estos ecosistemas.

3.5. Conclusiones

Antes de la ocurrencia del fenómeno hidrometeorológico *Otis*, las áreas de manglar del municipio de Acapulco ya se consideraban vulnerables debido a que se localizan en las proximidades de la zona urbana. En consecuencia, son afectadas por las actividades antropogénicas. El grado de afectación se incrementó con la llegada del huracán *Otis*. Las constantes perturbaciones de estos ecosistemas se recrudecieron por el fenómeno natural que impactó una superficie considerable de ambas lagunas costeras.

La Laguna Negra de Puerto Marqués presentaba una mayor afectación en su estructura por lo que requiere una restauración asistida. Aun cuando la zona de manglar de la Laguna de Tres Palos sufrió una afectación menor, no deja de ser importante su atención a través de una restauración inmediata de condición pasiva.

Debido a que las actividades antrópicas son constantes en esas áreas lagunares, contribuyen a la vulnerabilidad de sus ecosistemas, arriesgando la presencia de una sucesión ecológica secundaria, lo que tiene como consecuencia el desplazamiento del sistema ecológico del manglar y su sustitución por otro tipo de flora que no aportaría los mismos beneficios ambientales, con el riesgo de que se siga perdiendo una parte representativa de la superficie de manglar.

A seis meses del paso del huracán *Otis*, ninguno de los sectores de la sociedad ha realizado actividad alguna para la restauración ecológica. Sólo se han organizado diversas reuniones en las que no se ha llegado a acuerdos favorables. A pesar del tiempo transcurrido este ecosistema es resi-

liente ante la degradación. De manera natural esos sitios degradados están expuestos a un proceso de sucesión ecológica secundaria, lo que, en consecuencia, implica el riesgo de que se produzca la colonización por vegetación agresiva no nativa, la cual puede llegar a desplazar a la vegetación local, con el mismo riesgo de que se siga perdiendo una parte representativa de superficie de manglar.

Los ecosistemas de manglar en Guerrero, particularmente en Acapulco, no son una prioridad para el gobierno en sus tres niveles. A pesar de las diferentes reuniones que se han llevado a cabo no se ha diseñado una directriz para intervención mediante la restauración ecológica.

Los ecosistemas de manglar son valiosos por los servicios ecosistémicos que aportan; son considerados como barreras biológicas contra tormentas tropicales, reducen significativamente las inundaciones terrestres y son los principales captadores de carbono. A pesar de su resiliencia y sus bondades de este ecosistema, no se les ha dado la importancia y el cuidado que les permita su subsistencia natural.

Los impactos antrópicos que se ejercen sobre los manglares podrían deteriorarlos o acabar de destruirlos. De ahí la importancia de poner estos ecosistemas en el centro de la discusión y del debate nacional, para que las autoridades pasen del discurso a la acción, aplicando las medidas necesarias para su protección y su preservación.

Otra necesidad urgente es que las comunidades se hagan cargo del cuidado de este ecosistema que les aporta beneficios económicos, ambientales y de paisaje. Desafortunadamente esas comunidades son las que están realizando la depredación hormiga, o vendiendo los terrenos donde existe manglar a los consorcios para construir desarrollos habitacionales, o simplemente despejan áreas de manglar para la siembra de maíz o palmas de coco.

Las consecuencias de lo anterior están a la vista. El huracán *Otis* es el preludio de otras tormentas igual o más agresivas y si no se toman medidas radicales de protección a estos ecosistemas, el impacto de esas tormentas será más devastador para las zonas costeras, como ocurrió en Guerrero y, particularmente, en Acapulco.

3.6. Referencias

- Bautista Z., F., Delfín G., H., Palacio P., J. L., y Delgado C., M. C. (2004). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. UNAM.
- Botello, F., Vázquez-Camacho, C., Mayani-Parás, F., Vega-Orihuela, M. E., y Morales-Díaz, S. (2022). *Protocolo para el monitoreo ecosistémico de manglares en áreas naturales protegidas*. CONANP. https://simec.conanp.gob.mx/m_ecosistemo.php.
- Calderón, C., Aburto, O., y Ezcurra, E. (2009). El valor de los manglares. *Biodiversitas*, (82), 1-6. <https://cesarjaro.files.wordpress.com/2013/04/manglares-art.pdf>.
- Castillo E., B., y Gervacio J., H. (2021). Ecosistemas de manglar como activadores de desarrollo regional en el estado de Guerrero, México. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, 9(2),55-84. <https://doi.org/10.7867/2317-5443.2021v9n2p55-84>.
- Castillo E., B, Gervacio J., H., y Bedolla S., R. (2018). Estructura forestal de una zona de manglar en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, .(45), 63-96. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.140>.
- Castillo-Elías, B., Gervacio-Jiménez, H., y Vences-Martínez, J. A. (2021a). Diagnóstico de áreas degradadas de manglar y propuestas de restauración ecológica en el estado de Guerrero, México. *CIBA: Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 10(20), 1-29. <https://doi.org/10.23913/ciba.v10i20.108>.
- Castillo E., B., Gervacio J., H., y Vences M., J. A. (2021b). Propagación vegetativa del mangle (*Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn.) bajo condiciones de vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(67). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i67.1082>.
- Castillo-Elías, B., Gervacio J., H., y Vences-Martínez, J. A. (2023). Estrategias de restauración ecológica del manglar para contrarrestar la vulnerabilidad y el riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en la localidad El Carrizal, municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. En S. Villerías, G. Nochebuena, B. Castillo y H. Gervacio (coords.), *Retos para el desarrollo territorial: diferentes reflexiones* (pp. 217-232). Qartuppi. <https://qartuppi.com/2023/RETOS.pdf#page=217>.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (2020). *Manual de restauración con mangle rojo: una medida de adaptación ante efectos del cambio climático en Laguna San Ignacio, Baja California Sur*. PNUD/CONANP. <https://wildcoast.org/wp-content/uploads/2021/11/web-spreads-manual.pdf>.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (2023). *Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVOC)*. CONANP. <https://advoc.conanp.gob.mx/>.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor) (2023). *Manual de restauración forestal*. Conafor. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/851270/Manual_de_restauracion_forestal_version_digital_compressed.pdf.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales (Semarnat) (2010). *Manual comunitario de restauración de manglares: plan de acción regional para la restauración de los manglares de Nayarit*. Conafor. http://centro.paot.org.mx/documentos/conafor/MANUAL_COMUNITARIO.pdf.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (2020).

- Extensión y distribución de manglares*. Sistema de Monitoreo de Manglares de México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/smmm/extensionDist>.
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) (2023). *Programas nacionales estratégicos*. CONAHCYT. <https://conahcyt.mx/pronaces/>.
- Dimas M., J. J., Ortiz G., D. D., y Ortega R., G. O. (2017). Metales pesados en la Laguna Negra de Puerto Marqués del municipio de Acapulco, Guerrero. En E. Pérez C., V. E. Mota F. (eds.), *Impacto socioambiental: territorios sostenibles y desarrollo regional desde el turismo* (pp. 338-352). UNAM/Amecider. https://ru.iiec.unam.mx/4268/1/1-Vol2_Parte1_Eje3_Cap5-012-Dimas-Ortiz-Ortega.pdf.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales E., Shaw, N., Decler, K., y Dixon, K.W. (2019). International Principles and Standards for the Practice of Ecological Restoration: Second Edition. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1-S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>.
- García, E. (1973). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. UNAM, Instituto de Geología.
- Gil, G., Violante, J., y Rojas, A. (2008). La producción pesquera de nueve especies comerciales en la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. En E. Espino B., M. Á. Carrasco Á., P. Fuentes, E. G. Cabral, M. Puente y A. García (eds.), *Memorias del IV Foro Científico de Pesca Ribereña* (pp. 34-44). Inapesca. <https://www.inapesca.gob.mx/portal/Publicaciones/Memorias/2008-IV-Foro-Cientifico-de-Pesca-Riberena-en-Acapulco.pdf?download>.
- Gómez Bastar, S. (2012). *Metodología de la investigación*. Red Tercer Milenio. https://www.aliat.click/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf.
- González Gil, T. (2008). El papel de la fotografía en la investigación cualitativa. *El Ser Enfermero*, (4), 5-9. https://www.researchgate.net/publication/273575762_El_papel_de_la_fotografia_en_la_investigacion_cualitativa.
- Google Earth Pro (2023). *Laguna Negra Puerto Marqués, Acapulco, Guerrero, México*. 16° 47' 59.04" N y 99° 49' 49.00" O, elevación 0 m (V 7.1.2.2600). Digital Globe.
- (2023). *Laguna de Tres Palos, Acapulco, Guerrero, México*. 16° 42' 08.76" N y 99° 38' 33.75" O, elevación 0 m (V 7.1.2.2600). Digital Globe.
- Google Earth Pro (2024). *Laguna de Tres Palos, Acapulco, Guerrero, México*. 16° 42' 08.76" N y 99° 38' 33.75" O, elevación 0 m (V 7.1.2.2600). Digital Globe.
- Hernández-Sampieri R., Fernández C., C., y Baptista L., P. (2018). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw Hill.
- Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernandez, C., Secaira-Fajardo, F., Braun, R., Bowman, J., Geselbracht, L., Musgrove, M., Rogers, M., Schmidt, J., Robles-Toral, P. J., Canul-Cabrera, J. A., y Guerra-Cano, L. (2022). *Daños a los manglares causados por huracanes: técnicas y costos de reparación tras una tormenta*. The Nature Conservancy. https://www.tncmx.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/mexico/Danos_a_manglares_causados_por_huracanes2.pdf.
- Holl, K. D., y Aide, T. M. (2011). When and Where to Actively Restore Ecosystems? *Forest*

- Ecology and Management*, 261(10), 1558-1563. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.004>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2022). *Geografía y medio ambiente: climatología*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia>.
- Juárez, A., García, S., Olivier S., B., y Zeferino T., J. (2019). Producción primaria en manglar y su relación con variables fisicoquímicas del agua en Laguna Negra, Puerto Marques, Acapulco, Guerrero, México. *Tlamati*, 10(2), 27-40. https://www.tlamati.uagro.mx/images/Archivos/Tlamati_Vol_10_2019/Juarez-Agis_et_al_2019.pdf.
- Lanza Espino, G. de la, Alcocer Durand, J., Moreno Ruiz, J. L., y Hernández Pulido, S. (2008). Análisis químico-biológico para determinar el estatus trófico de la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Hidrobiológica*, 18(1), 21-30. <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v18n1/v18n1a3.pdf>.
- Lindig-Cisneros, R., y L. Zambrano. (2007). Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas acuáticos. En Ó. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez-Huitzil y L. Zambrano (eds.), *Perspectivas sobre la conservación de ecosistemas acuáticos en México* (pp. 167-188). Semarnat/Inecol/U.S. Fish and Wildlife Service/Unidos para la Conservación. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Perpectivas-sobre-conservaci%C3%B3n-de-ecosistemas-acu%C3%A1ticos-en-M%C3%A9xico.pdf#page=168>.
- McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J., y Dixon, K. W. (2016). *International Standards for the Practice of Ecological Restoration: Including Principles and Key Concepts*. Society for Ecological Restoration. https://seraustralasia.com/wheel/image/SER_International_Standards.pdf.
- Mendoza Mojica, M., Martínez Arroyo, A., Espinosa Fuentes, M., Peralta Rosales, O., y Castro Romero, T. (2013). Caracterización de dos lagunas del Pacífico tropical mexicano en relación con el contenido de carbono y la captura y emisión de CH₄ y CO₂. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(2), 145-154.
- Mitsch, W. J., y Jørgensen, S. E. (2003). Ecological Engineering: A Field Whose Time has Come. *Ecological Engineering*, 20(5), 363-377. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.05.001>.
- Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: Guía didáctica*. Universidad Surcolombiana. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>.
- Mora, E. M. (2003). Algunas consideraciones sobre muestreo. *Revista Geográfica Venezolana*, 41(1), 30-46.
- Moreno-Casasola, P., y Peresbarbosa, E. (2006). Manejo integral de la zona costera. En P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa y A. C. Travieso-Bello (eds.), *Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal* (vol. 1, pp. 21-50). Inecol/CONANP/Semarnat/Gobierno del Estado de Veracruz.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), Earth Observatory (2023). *Acapulco after Hurricane Otis*. NASA. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/152028/acapulco-after-hurricane-otis>.

- Ochoa, G. S. (2010). Restauración ecológica: experiencias en México. En A. Rodríguez C., O. Vargas P., G. Vargas A., M. Harker y A. S. Monroy S. (eds.), *Memoria del XVIII Congreso Mexicano de Botánica "La botánica nacional en el Bicentenario de la Independencia"* (pp. 152-153). UdeG/UAM/Prometeo. https://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/IU008_Anexo_Memorias.pdf#page=153.
- Olgún, E. J., Hernández, M. E., y Sánchez-Galván, G. (2007). Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 23(3), 139-154. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v23n3/v23n3a4.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (2021). *Objetivos del Desarrollo Sostenible*. ONU. <https://sdgs.un.org/goals>.
- Ortiz, E., y Carrera, F. (2002). Muestreo en inventarios forestales. En L. Orozco y C. Brumér (eds.), *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central* (pp. 101-120). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Ortiz Maldonado, F. (2014, enero). *Caracterización de la contaminación de la Laguna de Tres Palos, municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero: una consecuencia del desarrollo habitacional e industrial desordenado* [tesis de doctorado en ciencias ambientales]. Universidad Autónoma de Guerrero, México. http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/300/OK08300685_doctorado.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Quantum Geographic Information System (QGIS) (2023). *Sistema de información geográfica Quantum* (V. 3.24). Proyecto de Fundación Geoespacial de Código Abierto Tisler.
- Ramos Durón, F. J., Quiroz Flores, A. J., Ramírez García Armora, J. P., y Lot Helgueras, A. (2004). *Manual de hidrobotánica: muestreo y análisis de la vegetación acuática*. AGT.
- Robles V., E., Ramírez F., E., Gallegos N., E., Ibarra M., R., Ramírez G., P., Duran D., A., Martínez R., B., y Saínz M., M. G. (2000). Laguna Negra (Puerto Marqués), refugio florístico y faunístico en riesgo de extinción. En Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales y AIDIS, *Ciencia y conciencia: compromiso nacional con el medio ambiente. Memorias técnicas*. https://www.researchgate.net/publication/242244050_LAGUNA_NEGRA_PUERTO_MARQUES_REFUGIO_FLORISTICO_Y_FAUNISTICO_EN_RIESGO_DE_EXTINCION.
- Rosas-Acevedo, J. L., Sánchez-Infante, A., Rosas-Acevedo, A. Y., Castañón, W., Sampeдро, L., y Juárez, A. L. (2016). Acuatric Insects at Southeast of Wetlands in the Tres Palos lagoon, Acapulco, Guerrero, Mexico. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 25(1), 89-99. https://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/2156.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1988, 11 de febrero). Acuerdo por el que se destina al gobierno del estado de Guerrero el inmueble conocido como Laguna Negra, Puerto Marqués, municipio de Acapulco, Guerrero. *Diario Oficial de la Federación* (tomo CDXIII, núm. 9). https://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=203479&pagina=4&seccion=0.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). DOF (2003, 10 de abril). Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 que establece las especifica-

- ciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=697013&fecha=10/04/2003#gsc.tab=0.
- Sierra-Cortés, J. C., Vega y León, S., Gutiérrez-Tolentino, R., Ortis-Salinas, R., Pérez-González, J. J., y Escobar-Medina, A. C. (2019). Plaguicidas organoclorados en agua de la Laguna Negra de Puerto Marqués, Acapulco, Guerrero, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(2), 397-406. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.11>.
- Society for Ecological Restoration (SER), Grupo de Trabajo sobre Ciencia y Políticas (2004). *Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica*. SER. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf.
- Taylor, S. J., y Bogdan, R. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2011/12/Introduccion-a-metodos-cualitativos-de-investigaci%C3%B3n-Taylor-y-Bogdan.-344-pags-pdf.pdf>.
- Teutli-Hernández, C., y Herrera-Silveira, J. A. (2016). Estrategias de restauración de manglares de México: El caso Yucatán. En E. Ceccon y C. Martínez-Garza (coords.), *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas* (pp. 459-484). UNAM-CRIM/UAEM/Conabio. <https://libros.crim.unam.mx/index.php/lc/catalog/view/137/116/590-1#page=459>.
- UNESCO (2019). *Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030)* (Resolución 73/284). <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/new-un-decade-ecosystem-restoration-offers-unparalleled-opportunity>.

4. Vulnerabilidades a las que estuvo expuesto el puerto de Acapulco, Guerrero, antes, durante y después del impacto del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis*



Plaza Galerías Diana en la zona costera de Acapulco, Guerrero

Fotografía: Hurricane Solution, en <https://hurricanesolution.com/wp-content/uploads/2023/11/Huracan-Otis-danos-a-plaza-1.jpg>.

4.1. Resumen

La sociedad en general enfrenta distintas vulnerabilidades que pueden provocar daños en caso de que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste. Esta investigación tiene por objetivo explorar las distintas vulnerabilidades a las que quedó expuesto el municipio de Acapulco ante el paso del fenómeno hidrometeorológico del huracán *Otis*. La metodología fue un enfoque cualitativo exploratorio, a partir de la clasificación de la vulnerabilidad global propuesta por Wilches-Chaux, con técnicas de análisis de datos; los indicadores de vulnerabilidad fueron analizados con el *software* QGIS. Los resultados mostraron que, en general, la vulnerabilidad se encuentra en todos los sectores que integran la comunidad acapulqueña. El huracán *Otis* provocó considerables daños estructurales, afectando hoteles, viviendas, hospitales e infraestructura urbana en general. Las afectaciones en el sector hotelero habrían alcanzado hasta el 80% de este sector, con un promedio de 17 000 habitaciones dañadas. Según datos de Unicef, aproximadamente 273 844 hogares fueron perjudicados en zonas rurales y urbanas y se estima que 2 487.3 hectáreas de construcción sufrieron daños. Además, *Otis* provocó inundaciones y deslaves, dañó la flora y fauna local, afectando aproximadamente 4 685.2 hectáreas de áreas costeras. De esta forma el huracán *Otis* ha frenado las actividades productivas y, por ende, la recuperación económica del municipio, vulnerando a los sectores que venían impulsando la economía del estado; principalmente el turismo (3.1% del PIB de Guerrero) y las actividades vinculadas como el comercio minorista (16.7%), el transporte (7.5%) y los servicios inmobiliarios (13.9%). Se identificó que los daños son profundos y que hay una grave crisis económica, social y ambiental debido al impacto del huracán. El pronóstico no es alentador, pues se vislumbra una recuperación lenta y lejana. Los retos son muchos, ya que se necesitan más que buenos deseos y voluntades para reactivar a Acapulco; sólo el trabajo arduo y comprometido de todos los sectores de la sociedad, el trabajo del sector gubernamental, del sector empresarial y de la iniciativa de cada uno de los miembros de la sociedad, sumará

para que Acapulco vuelva a ser un destino turístico con las comodidades y la belleza que lo caracterizan; mientras tanto, la población continúa tratando de recuperar su vida con esperanza y fortaleza, deseando que lo que sucedió con el huracán *Otis* sea un recordatorio de lo vulnerable que es el ser humano ante los impactos de esta naturaleza.

Palabras clave: *huracanes, inundaciones, Pacífico Sur mexicano, turismo, vulnerabilidad.*

4.2. Introducción

Cuando se habla de vulnerabilidad inmediatamente se piensa en peligro, susceptibilidad, o posibilidad de una afectación; la vulnerabilidad tiene distintas connotaciones y definiciones, además de distintos niveles de peligro en los que encuentra inmerso o involucrado el bienestar humano ante un contexto de emergencia o crisis que impacte negativamente a una persona o a una población. En este sentido, si existe un riesgo, estamos ante la presencia de una amenaza o un peligro que vuelve al ser humano vulnerable.

La mayoría de las veces existen condiciones extremas que hacen frágil el desempeño de ciertos grupos sociales, los cuales dependen del nivel de desarrollo alcanzado, así como de la planificación de ese desarrollo. En este sentido, el proceso de desarrollo puede conllevar la armonía entre el ser humano y el ambiente; así que la reducida capacidad que poseen los grupos sociales para ajustarse y adaptarse a determinadas circunstancias es considerada una vulnerabilidad (Cardona, 2008).

4.2.1. Vulnerabilidad

Cardona (2008) define a la vulnerabilidad como

la predisposición, susceptibilidad o factibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de

que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste. Dicha comunidad carece entonces de la capacidad para adaptarse o ajustarse a determinadas circunstancias.

De acuerdo con Wilches-Chaux (1989), la sociedad enfrenta distintas vulnerabilidades, por lo que éstas pueden analizarse desde diferentes sectores, tanto físicos como sociales, ambientales, educativos, políticos, tecnológicos y culturales.

En este contexto se desprenden algunas definiciones relacionadas con la interpretación del concepto de *vulnerabilidad*. El término *vulnerable* proviene etimológicamente del latín *vulnerabilis*, que expresa la susceptibilidad o la posibilidad de ser herido, de recibir un daño o de ser afectado, conmovido o vencido por algo.

Blaikie, Cannon y Wisner (1996) describen la vulnerabilidad como “las características de una persona o grupo de ella en relación con su capacidad de anticipar, enfrentar, resistir y recuperarse de un desastre”.

Entonces, la vulnerabilidad se considera como la predisposición intrínseca de determinados elementos expuestos a ser afectado o de ser susceptible de sufrir un daño frente a la ocurrencia de un suceso con una intensidad de peligro, como fue el huracán *Otis*.

La vulnerabilidad de un sistema a cualquier escala es producto de la exposición y la sensibilidad de sus componentes a ciertos riesgos y la capacidad adaptativa que posee para sobrellevar, adaptarse o recobrase de los efectos de esos riesgos (Smit y Wandel, 2006).

Para este estudio se consideró la construcción del índice de vulnerabilidad social, de acuerdo con Wilches-Chaux (1993), quien afirma que una sociedad puede enfrentar distintas vulnerabilidades, siendo una de ellas la vulnerabilidad social, en la que se produce un grado deficiente de organización y de cohesión interna de la sociedad bajo riesgo, que limita su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastres (acceso al saneamiento ambiental, nutrición infantil y servicios básicos que permitan la recuperación de los daños ocurridos).

4.2.2. Riesgo

Por otro lado, el riesgo se expresa como la posibilidad de que se presente una pérdida como resultado de que ocurra un fenómeno o suceso con intensidad de peligro; en general, el riesgo es entendido como la probabilidad de pérdida durante un periodo determinado.

De acuerdo con Juan (2006), el riesgo es toda aquella probabilidad de que ocurra un evento en un tiempo determinado como resultado de una situación particular, ya sea por fenómeno natural o actividad antropogénica, pues ambos elementos tienen la capacidad de destruir e influir significativamente en el ecosistema, estimulando así el peligro con un alto potencial de causar daño, y se puede apreciar desde diferentes perspectivas como: ambiental, cultural, económica, entre otras.

4.2.3. Cambio climático como factor de vulnerabilidad y riesgo

Las Naciones Unidas (ONU, 2023) ha advertido que “a medida que se aceleran el calentamiento global a largo plazo y el aumento del nivel del mar, los fenómenos meteorológicos extremos y los choques climáticos en América Latina y el Caribe se intensifican en periodicidad y gravedad”.

De igual forma, la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2023) publicó un informe sobre el estado del clima en América Latina y el Caribe en el que advirtió que la temperatura planetaria se mantenía en ascenso e indicó que en los últimos 30 años las temperaturas han aumentado en promedio 0.2 °C por década, la tasa más alta de la que se tiene constancia.

Este informe, además, menciona que

el calor extremo combinado con la sequedad de los suelos dio lugar a incendios forestales sin precedentes en pleno verano de 2022, lo que provocó que las emisiones de dióxido de carbono alcanzaran los máximos niveles de los últimos 20 años y, en consecuencia, las temperaturas fueran aún más altas [ONU, 2023].

El secretario general de la OMM (2023) explicó que muchos fenómenos extremos como los ciclones tropicales, las precipitaciones intensas y las inundaciones, así como las graves sequías plurianuales, son característicos del cambio climático debido a la actividad humana.

El titular del organismo afirmó que estos fenómenos provocaron pérdidas de vidas humanas y daños económicos multimillonarios a lo largo de 2022. Aseguró que “el creciente aumento del nivel del mar y el calentamiento de los océanos plantean riesgos cada vez mayores para los medios de subsistencia, los ecosistemas y las economías de las zonas litorales” (ONU, 2023).

Los impactos antrópicos en la naturaleza han sido tan elevados que el cambio climático es aterrador, advirtió el secretario general de la ONU, y sostuvo que la era del calentamiento global había terminado y la humanidad se encontraba ante el inicio de la era de la “ebullición global”. “Hemos pasado de la era del calentamiento global a la de la ebullición global [...] Las consecuencias son claras y trágicas” (*BBC News Mundo*, 2023).

Ante este escenario, es innegable que el cambio climático se sigue agravando y amenaza el bienestar humano. El huracán *Otis* que azotó el puerto de Acapulco y otros municipios es un claro ejemplo de que el cambio climático es una realidad inexorable y sus efectos están a la vista.

El paso del huracán *Otis* y el impacto negativo que dejó en el puerto de Acapulco y Coyuca de Benítez, Guerrero, fue de gran trascendencia en todos los ámbitos. Este fenómeno hidrometeorológico evidenció la enorme crisis ambiental por la que atraviesa la humanidad.

El objetivo de la presente investigación fue determinar las vulnerabilidades a las que estuvo expuesto el puerto de Acapulco, Guerrero, antes, durante y después del suceso del huracán *Otis*.

4.3. Metodología

4.3.1. Área de estudio

El anfiteatro municipal de Acapulco de Juárez, Guerrero (figura 1), presenta un clima tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw1 y una

temperatura media anual que fluctúa entre 20 y 28 °C (INEGI, 2021; García de Miranda, 2004). Tiene una precipitación que oscila entre 1200 a 1500 mm; los meses con mayor humedad son de junio a noviembre (Conagua, 2021).

Su geología y su geomorfología son de origen del Cretácico inferior, con secuencia sedimentaria prealbiana-paleocénica; presenta depresiones marino-costeras, dunas y lagunas costeras y playa con sistema de grava, arena y limo. Al norte se presenta la provincia Sierra Madre del Sur, en la subprovincia Costas del Sur, y al sur el Océano Pacífico (De Cserna, 1965, 1967). Tiene un relieve accidentado en 40% de su superficie; semiplano en otro 40%, y plano en 20% (Gobierno del Estado de Guerrero, 2021).

Figura 1. Anfiteatro de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México



Fuente: Google Earth (2023).

Su altitud respecto del nivel del mar es de 169 msnm. Suelos de tipo chernozem Negro y estepas praire o pradera con descalcificación (*Enciclopedia guerrerense*, 2020). Con vegetación de tipo bosque de encino, selva perennifolia y selva mediana subcaducifolia (INEGI, 2021). Se encuentra en la

región hidrológica RH-19, Costa Grande, en la cuenca Río Atoyac y otros, y en la subcuenca Laguna Coyuca, con una hidrología superficial y subterránea, compuesta por los ríos Papagayo y la Sabana; asimismo, con los arroyos Xaltianguis, Potrerillo, la Provincia y Moyoapa; la Laguna de Tres Palos, la Laguna Negra de Puerto Marqués y la Laguna de Coyuca. Existen también manantiales de aguas termales (Conagua, 2021).

El anfiteatro de Acapulco es considerado una ciudad vulnerable debido a la susceptibilidad física de su topografía. Por ello los diferentes fenómenos hidrometeorológicos, como tormentas y huracanes, que impactan a esta zona costera, pueden considerarse fenómenos desestabilizadores para la población. En este contexto, esta investigación exploró las distintas vulnerabilidades del municipio de Acapulco, frente al fenómeno hidrometeorológico del huracán *Otis*.

4.3.2. Proceso metodológico

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo exploratorio, en el que se consideró la clasificación de “vulnerabilidad global” propuesta por Wiches-Chaux (1993). Debido a que las distintas vulnerabilidades se encuentran estrechamente interconectadas entre sí, se consideró idónea para cumplir con el objetivo propuesto. El análisis se realizó por medio de la información de fuentes oficiales del gobierno federal, estatal y municipal, así como de instituciones internacionales como la UNESCO y el UNICEF. La información fue sistematizada en una hoja de Excel para clasificar los datos.

La clasificación de la vulnerabilidad global propuesta por Wilches-Chaux (1993) contempla 10 componentes, de los cuales, para esta investigación se consideraron sólo seis, como se muestra en la tabla 1. Estos seis componentes permitieron realizar un análisis sobre los factores de vulnerabilidad que se encuentran estrechamente interconectados con el fenómeno del huracán *Otis* que destruyó la ciudad de Acapulco.

Tabla 1. *Clasificación de vulnerabilidad global*

Componente	Descripción
<i>Vulnerabilidad técnica (ingeniería y construcción)</i>	Relacionado con las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en zonas de riesgo.
<i>Vulnerabilidad física (por ubicación geográfica)</i>	Se refiere a la localización de la población en áreas de riesgo físico, en razón de la pobreza y la falta de opciones para construir su casa en una zona de menor riesgo (condiciones ambientales desfavorables, localización de asentamientos irregulares en zonas expuestas).
<i>Vulnerabilidad social</i>	Se refiere al bajo grado de organización y cohesión interna de comunidades bajo riesgo que impide su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastre. Escasa capacidad de recuperación ante la adversidad.
<i>Vulnerabilidad económica</i>	Existe una relación indirecta entre los ingresos y el impacto de los fenómenos físicos extremos. Es decir, la pobreza aumenta el riesgo (vulnerabilidad de los sectores más deprimidos, desempleo, insuficiencia de ingresos, inestabilidad laboral, dificultad de acceso a los servicios de educación, salud, ocio, etcétera).
<i>Vulnerabilidad educativa</i>	La ausencia de programas de educación que instruyen sobre el medio ambiente o el entorno que habitan los pobladores, su equilibrio y su desequilibrio. Manejo apropiado ante eventos naturales en caso de riesgo o de situación de desastre.
<i>Vulnerabilidad política</i>	Debilidad en los niveles de autonomía de decisión regional, local y comunitaria, lo cual impide una mayor adecuación de acciones a los problemas sentidos en estos niveles territoriales, con altos grados de centralización en la toma de decisiones y en la organización gubernamental.

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Construcción de indicadores

Los índices de vulnerabilidad social (ivs) del municipio de Acapulco, Guerrero, se obtuvieron a partir del censo de población del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Se seleccionaron 13 indicadores agrupados en cinco grandes temas que determinan la capacidad de desarrollo de una comunidad: 1) población, 2) educación, 3) salud, 4) empleo y 5) vivienda (Soares *et al.*, 2015).

La jerarquización de los niveles de vulnerabilidad fue: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo; para obtener el grado de vulnerabilidad social del municipio de Acapulco se consideraron aspectos económicos, de salud, de vivienda, que en conjunto mostraron el grado de vulnerabilidad. Una vez jerarquizados esos datos, éstos se integraron a un mapa mediante el *software* QGIS (2023). El mapa muestra la distribución por área geoespacial

básica (AGEB) identificando las zonas con vulnerabilidad social que corresponde a la extensión territorial geostatística del municipio de Acapulco.

4.4. Resultados y discusión

4.4.1. Indicadores de vulnerabilidad social

La construcción de los indicadores de vulnerabilidad social que se presentan aquí corresponden a los datos del censo de población registrados por el INEGI (2020) y que, desde luego, reflejan la vulnerabilidad a la que estaba expuesta la población antes del fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis*. En la tabla 2 se muestra la construcción de los indicadores que reflejan la vulnerabilidad de una población cuando enfrenta amenazas y riesgos derivados del cambio climático.

Tabla 2. *Construcción del índice de vulnerabilidad social*

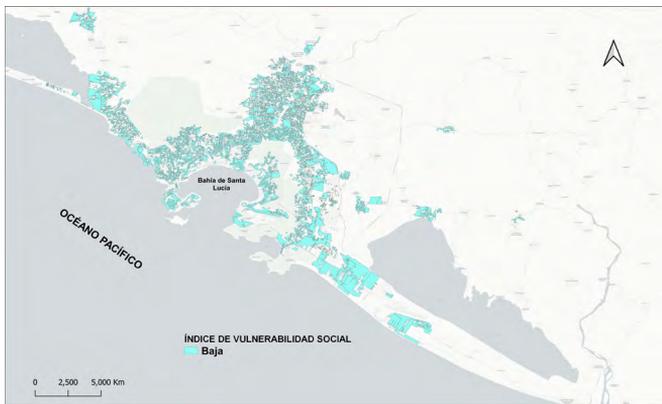
<i>Temas</i>	<i>Indicadores</i>
Población	Población total Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas Porcentaje de población de habla indígena Población en hogares censales con persona de preferencia mujer
Educación	Porcentaje de analfabetismo Grado promedio de escolaridad
Salud	Porcentaje de población no derechohabiente
Empleo	Porcentaje de la población económicamente activa Población dependiente (porcentaje de población menor a 15 y mayor a 65) Población de 0 a 14 años y población de 65 años y más.
Vivienda	Total de viviendas Porcentaje de viviendas sin agua entubada Porcentaje de viviendas sin drenaje Porcentaje de viviendas con piso de tierra

Fuente: variables extraídas del Censo de Población y Vivienda del INEGI (2020).

Una vez realizados los análisis respectivos, los resultados fueron representados en un mapa temático para tener el panorama sobre el grado de vulnerabilidad social, se observa una vulnerabilidad “baja” (figura 2a), más homogénea para el anfiteatro de Acapulco y “muy baja” (figura 2b), repre-

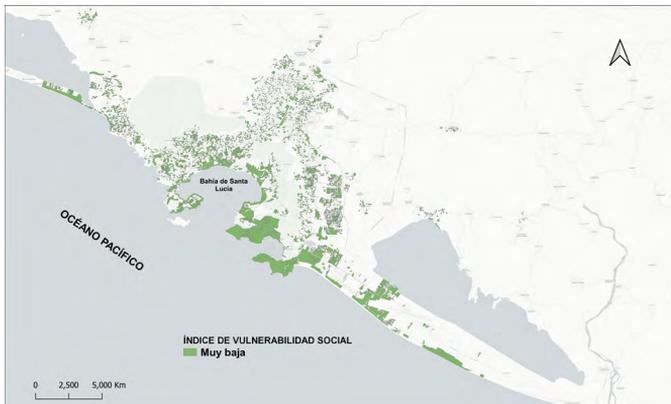
sentada en su mayoría para la zona de la península Diamante; mientras que la vulnerabilidad “media” (figura 2c) fue homogénea en algunas AGEBS de la ciudad de Acapulco. En el caso de la vulnerabilidad “alta” (figura 2d) y “muy alta” (figura 2e), éstas se dispersan principalmente en los extremos del anfiteatro urbano del municipio de Acapulco. En el caso del ivs “muy alta”, se representa en la zona ubicada en las inmediaciones del Parque Nacional El Veladero con la proximidad de los dos polígonos: Oriente y Poniente, representativos de esta área natural protegida.

Figura 2a. Grado de vulnerabilidad social “baja” del municipio de Acapulco



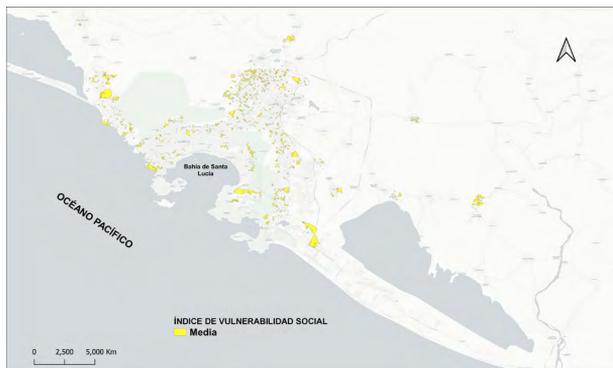
Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020).

Figura 2b. Grado de vulnerabilidad social “muy baja” del municipio de Acapulco



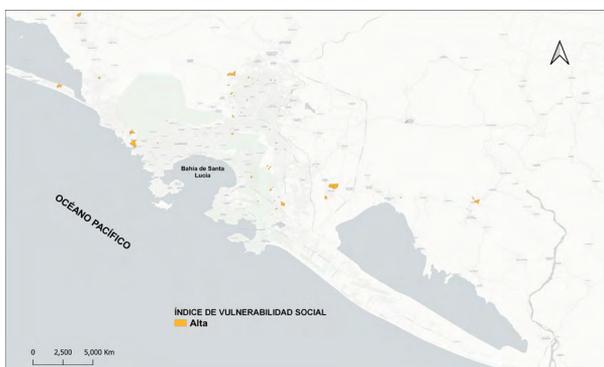
Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020).

Figura 2c. Grado de vulnerabilidad social "medio" del municipio de Acapulco



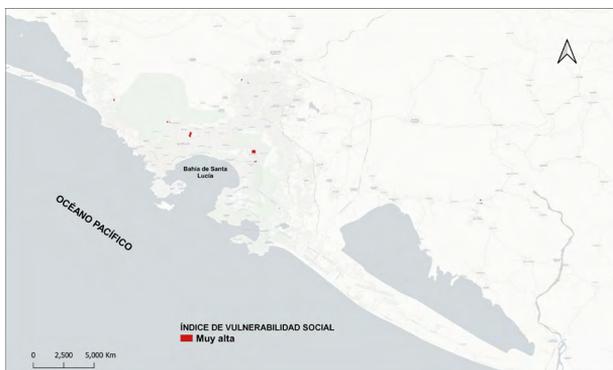
Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020).

Figura 2d. Grado de vulnerabilidad social "alto" del municipio de Acapulco



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020).

Figura 2e. Grado de vulnerabilidad social "muy alto" del municipio de Acapulco



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020).

Por lo anterior, a partir de la construcción del IVS y su representación en los mapas, se identificaron zonas urbanas con diversos niveles de vulnerabilidad, lo que permitió determinar la capacidad de resiliencia socioeconómica de cada una de las áreas impactadas por el huracán *Otis*.

4.4.2. Cuencas como riesgo ante inundación

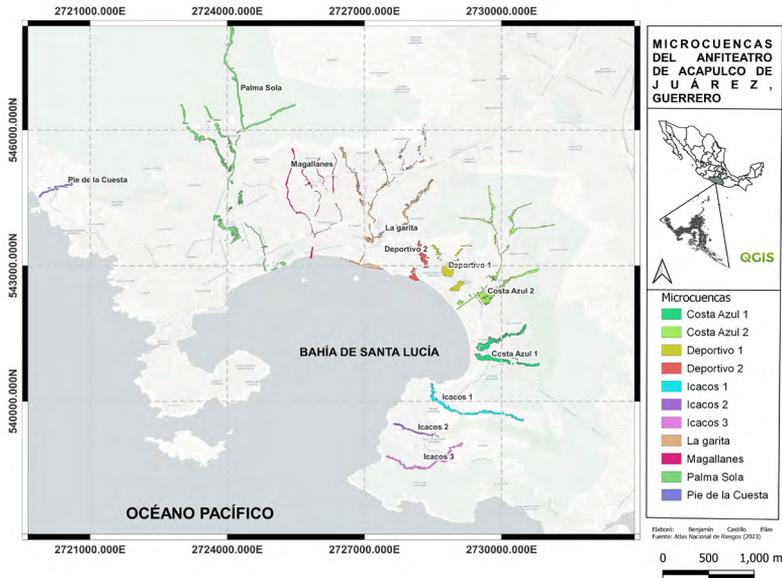
El municipio de Acapulco cuenta con 22 microcuencas hidrográficas, de las cuales 18 drenan directamente al mar y cuatro son de drenaje interno o endorreico; 12 microcuencas hidrográficas y escorrentías que están dispuestas radialmente con el centro de la bahía como eje; 29 se ubican principalmente en la zona conurbada y 49 en la zona urbana del municipio de Acapulco (Conagua, 2012). Geográficamente se trata de la microcuenca denominada Acapulco de Juárez, perteneciente a la subcuenca hidrológica Laguna Coyuca, cuenca Río Atoyac y otros de la región hidrológica 19, Costa Grande (INEGI, 2021).

Existe una interacción entre las 10 microcuencas que se originan en la parte alta de Acapulco de Juárez y su influencia con el sector urbano denominado “anfiteatro” (figura 3), debido a que en esta superficie confluyen componentes e interacciones físicas, químicas y biológicas, así como factores socioambientales y presiones antropogénicas sobre estas microcuencas (Consejo Ciudadano para el Desarrollo Integral de Acapulco, 2001). Esta afluencia se considera un riesgo para la zona urbana ante posibles eventos de inundación y arrastre de sedimentos por fenómenos hidrometeorológicos, como fue el reciente caso del huracán *Otis* y como ha sido a través del tiempo con los huracanes *Paulina* y *Manuel*, entre otros fenómenos naturales que repiten mismo patrón.

De acuerdo con el análisis del mapa de la figura 3 de las microcuencas del anfiteatro de Acapulco se da cuenta de la dimensión geográfica que tienen las 10 microcuencas, a las que se considera un riesgo latente ante inundaciones y arrastres en la zona urbana. En este sentido, se observa que la microcuenca correspondiente a Palma Sola es la de mayor extensión y, en consecuencia, la que mayor daño causó durante la presencia del huracán *Otis*, pues arrastró sedimentos pétreos y formó cárcavas en las laderas, azol-

vando e inundando las vialidades y partes medias y bajas del anfiteatro de Acapulco. Esto por ser una de las cuencas de mayor afluencia pero que a través de los años ha visto reducido su cauce por el crecimiento urbano de esa zona.

Figura 3. Mapa de microcuencas y su influencia con el anfiteatro de Acapulco



Fuente: elaboración propia con datos del Cenapred (2023).

El riesgo que representan las microcuencas antes mencionadas ha dado origen a diversos estudios como los realizados por González y Gordillo (2005), Hernández y Ortiz (2005) y Juárez *et al.* (2006), cuyos resultados demostraron que existe una estrecha relación de tipo hidrológico y una asociación de causa-efecto. En la tabla 3 se muestra la identificación y la caracterización de diferentes problemas socioambientales asociados a la cuenca y a la microcuenca que siguen afectando a estos cauces fluviales de la zona urbana y conurbada del municipio de Acapulco.

Aun cuando se cuenta con un marco normativo de protección y atención a los componentes bióticos y abióticos de la microcuenca, se continúan produciendo diversas problemáticas socioambientales.

Tabla 3. *Relación de tipo hidrológico y asociación de causa-efecto*

<i>Causa</i>	<i>Efecto</i>
1. Asentamientos humanos irregulares (invasiones)	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de uso de suelo de rural a urbano y de suelo forestal a urbano • Deterioro ambiental • Pérdida de cobertura vegetal
2. Expansión de la mancha urbana sin regularización 3. Asentamientos irregulares en zonas del caudal que generan el cambio en la cuenca intermitente	<ul style="list-style-type: none"> • Peligro constante a los habitantes ubicados en los márgenes y en las partes bajas de las microcuencas • Zonas de alto riesgo propensas a padecer fenómenos naturales (sequías, inundaciones, deslaves y deslizamientos de tierra) • Riesgo permanente de desastres naturales • Inseguridad social y económica
4. Edificación de conjuntos habitacionales y/o casas particulares en los bordes de microcuencas, caudales y humedales	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo constante de inundación y asolvamiento para los habitantes • Daños a la infraestructura y a la población semiurbana y rural
5. Talas clandestinas, caza furtiva, incendios forestales, quemas agrícolas (tlacolol) 6. Introducción de especies (flora y fauna) no nativas 7. Introducción de ganado doméstico (porcino y avícola) sin las medidas de higiene	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la biodiversidad • Desertificación
8. Deforestación de la cuenca alta y media	<ul style="list-style-type: none"> • Acción erosiva y transporte de materiales pétreos durante la temporada de lluvias que son arrastrados por el flujo hidrológico hacia la cuenca baja • Eutrofización de aguas oceánicas y continentales de la cuenca baja
9. Sobreexplotación de los recursos naturales en la zona alta-media de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la degradación ambiental y pobreza en los sectores productivos primarios
10. Falta de educación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento social de la contribución ambiental y de los ecosistemas • Falta de información sobre el valor ambiental de los cauces y las barrancas en el municipio de Acapulco
11. Invasiones y actividades antrópicas en el interior del Parque Nacional El Veladero 12. Falta de concesión y/o permisos por la autoridad correspondiente para realizar actividades diversas	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del potencial productivo de los recursos naturales, tanto bióticos como abióticos • Deseccación de aguas subterráneas (los dos mantos freáticos ubicados en los polígonos del Parque Nacional El Veladero)
13. Vertimiento de residuos sólidos y líquidos sobre barrancas, cuencas y suelo abierto	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del agua de la cuenca y asolvamiento del caudal por obstrucción de residuos • Desbalance de las funciones ecológicas e hidrológicas principales • Focos de infección a la salud humana y a la biodiversidad
14. Falta de atención, coordinación y voluntad política de las autoridades correspondientes 15. Falta de gobernanza y de políticas públicas 16. Corrupción	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas públicas poco desarrolladas, sin visión a mediano plazo • Mal diseño de los programas directores urbanos y de los programas de ordenamiento ecológico del territorio • Conflictos por interés político: corporativos y desarrolladores • Marco jurídico, institucional y programático, poco consolidado • Falta de certeza jurídica en la tenencia de la tierra que provoca la indefinición de áreas de dominio público federal y del municipio de Acapulco

Fuente: elaboración propia.

A continuación se enlistan los principales instrumentos jurídicos que brindan certeza a la protección y la atención de las microcuencas:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Art. 27)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento
- Ley Federal de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley General de Bienes Nacionales
- NOM-059-SEMARNAT-2010
- Ley de Protección Agrícola
- Ley Federal del Aguas Nacionales
- Ley sobre irrigación con aguas federales, enfocada al uso del agua con fines agrícolas
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
- Código Penal Federal en Materia de Delitos Ambientales
- Convenciones de biodiversidad, cambio climático y lucha contra la desertificación, entre otros.

Ante las distintas problemáticas descritas en párrafos anteriores, que tienen que ver con las afectaciones a las microcuencas, González y Gordillo (2005) afirman que el sistema de microcuencas del municipio de Acapulco debe ser rescatado mediante estrategias de sostenibilidad en beneficio de la ciudad. A pesar de que se presentan diversos factores que complican el manejo y la protección de ese sistema hidrológico, el desarrollo de diversas obras y actividades tienen que considerar estrategias de paisajismo ecológico en la construcción.

Por otra parte, Juárez *et al.* (2006) mencionan que la protección de las microcuencas no se ha asumido como un tema importante ni por la sociedad, ni por las autoridades; a pesar de que se han implementado programas de limpieza de ríos y cauces, que no han sido eficientes, para erradicar los usos y costumbres de arrojar residuos a las microcuencas, instalar obras sobre el caudal y realizar diversas actividades en el interior de las cuencas que las afectan.

Es evidente que prácticamente en la totalidad de los casos estudiados sobre la afectación de las microcuencas del municipio de Acapulco, ha

prevalcido la ausencia de acciones de restauración, mitigación o compensación de los daños ambientales, acciones que deben ser recomendadas cabalmente por los comités de cuencas locales como lo reglamenta la Ley de Aguas Nacionales (Presidencia de la República, 2023), bajo la supervisión de la Comisión Nacional del Agua (Conagua).

Por lo anterior, se requiere que los gobiernos refuercen las acciones en la protección y la restauración de las microcuencas, comenzando con la correcta aplicación de la normatividad vigente y en el ámbito de competencia de cada nivel de gobierno, que dependerá de los reglamentos internos de actuación de las autoridades administrativas involucradas en el tema.

4.4.3. Vulnerabilidad física y afectación a la infraestructura urbana

Tras la devastación que dejó el huracán *Otis* en Acapulco y en otros municipios de Guerrero el 25 de octubre de 2023, los daños a la infraestructura no se hicieron esperar, pues viviendas, escuelas y centros de salud fueron severamente afectados; los servicios públicos básicos en el municipio colapsaron, interrumpiendo las actividades escolares y los servicios de protección infantil, electricidad, e internet, limitando el acceso a agua potable segura y aumentando los riesgos de enfermedades por el agua contaminada, entre otros (UNICEF, 2024).

4.4.4. Daños en las luminarias de la ciudad

El director de alumbrado público del municipio de Acapulco indicó que, debido al paso del huracán, fueron destruyidas alrededor de 30 000 lámparas que iluminan el puerto de Acapulco y el cableado colapsó. La reparación representa aproximadamente 220 millones de pesos.

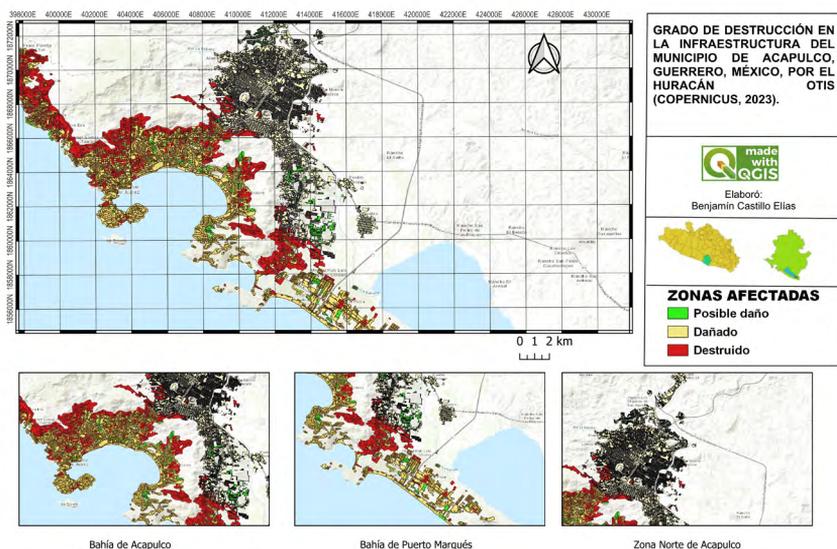
Por su parte, el coordinador general de Movilidad y Transporte informó que para reparar los semáforos se requiere un presupuesto de 150 millones de pesos debido a que éstos también colapsaron por los fuertes vientos. Aseguró que 23 semáforos tuvieron pérdida total y que cada uno

tiene un valor aproximado de dos millones de pesos (*El Sur de Acapulco*, 2024).

De acuerdo con lo anterior, fue necesario ilustrar en un mapa el grado de destrucción de la infraestructura del municipio de Acapulco, Guerrero, a causa del huracán *Otis* (figura 4). En ese mapa se muestran tres zonas:

1. *Zona de la bahía de Santa Lucía y parte media del anfiteatro de Acapulco*. En la periferia se observa la categoría “destruida” (color rojo), “dañada” en lo que concierne a la infraestructura de una extensa superficie (color amarillo).
2. *Zona de la bahía de Puerto Marqués y zona oriente*. La representatividad fue “dañada” (color amarillo) y en la categoría “destruida” se señala la parte al norte de la bahía y hacia la zona oriente.
3. *Zona norte del anfiteatro de Acapulco*. La representatividad fue, en su mayoría, “dañada” (color amarillo) en lo que concierne a la zona urbana: casas-habitación y condominios familiares. En el caso de la categoría “posible daño” (color verde) fue poco lo que se mantuvo intacto con ligeros daños estructurales.

Figura 4. Grado de destrucción de la infraestructura afectada por el huracán *Otis*



Fuente: elaboración propia con datos geospaciales de la plataforma Copernicus (2023).

Se observó que la infraestructura del anfiteatro de Acapulco tuvo daños considerables casi en su totalidad. Se produjo una destrucción total en algunas zonas, sobre todo de las casas-habitación y del cuerpo inmobiliario que, por un lado, no contaban con materiales de alta resistencia, o contaban con materiales propios de la región, como techos o enramadas de palma, postes de madera, entre otros materiales rústicos que por sus características no resistieron los embates de la fuerza del viento. Algunos grandes hoteles presentaron daños en su estructura, sobre todo en las fachadas, pues tenían paneles Durock que no resistieron el embate de la tormenta y se desprendieron de tajo. También fue total la destrucción de puertas y ventanas.

La destrucción de la infraestructura del municipio de Acapulco, Guerrero, fue evidente, se dañaron áreas verdes y parques y jardines botánicos, así como zonas naturales como la Isla de La Roqueta, el Parque Nacional El Veladero, el Parque Estatal Bicentenario, los manglares de la Laguna de Tres Palos y de la laguna Negra de Puerto Marqués, así como de la Laguna de Coyuca, entre otras.

En este sentido, el informe presentado por *El Economista* (López Tamayo, 2023) refiere que la devastación causada por el huracán *Otis* a la infraestructura turística de Acapulco tendrá un impacto al menos de 50 000 millones de pesos para el sector comercio y turismo del país, sobre todo en Acapulco, Guerrero.

Con base en UNICEF (2024), el huracán *Otis* provocó considerables daños estructurales, afectando hoteles, viviendas, hospitales e infraestructura urbana en general. Según datos del Unicef, aproximadamente 273 844 hogares fueron dañados en zonas rurales y urbanas y se estima que 2 487.3 hectáreas de construcción sufrieron serios perjuicios. Además, *Otis* provocó inundaciones y deslaves, dañando la flora y la fauna locales y afectando unas 4 685.2 hectáreas de áreas costeras (Zea *et al.*, 2024).

Como bien afirma Wilches-Chaux (1993), frente a inundaciones y deslizamientos la vulnerabilidad física también se expresa en la localización de asentamientos humanos en zonas expuestas a los riesgos citados. Pero quienes deciden construir sus casas en terrenos urbanos inundables o en laderas empinadas generalmente lo hacen porque carecen de opciones, debido a que su capacidad adquisitiva está por debajo del precio de terrenos más seguros y estables.

Las vulnerabilidades están estrechamente relacionadas entre sí. Las casas-habitación antes del huracán ya se encontraban en riesgo por su ubicación en terrenos considerados peligrosos, como laderas o anexos a ríos, arroyos o cuencas; sin embargo, la dificultad de adquirir una vivienda en lugares de menor riesgo está supeditada al poder económico adquisitivo de la familia.

4.4.5. Vulnerabilidad económica y política

Los asentamientos irregulares de ciertos grupos sociales se producen, en muchos casos, porque la gente no tiene otra opción ya que, económicamente se está imposibilitada para construir o adquirir una vivienda mejor ubicada y en mejores condiciones de construcción, con materiales resistente a los huracanes, e impedida para pagar costosas obras de contención de laderas con el fin de evitar el desgajamiento de los cerros, lo que se agravan por la deforestación. Por otro lado, llevar los servicios básicos y de urbanización, por su ubicación y acceso a esos sitios, es difícil e inapropiado.

Como es obvio, elegir el sitio para vivir depende mucho de las facilidades o de la dificultad que representa para una familia acceder a lugares menos peligrosos y más adecuados. En este análisis se pueden determinar dos factores: el económico (vulnerabilidad económica) y el político (vulnerabilidad política).

En un comunicado del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2024), referente a las afectaciones a niñas, niños y adolescentes tras el paso del huracán *Otis* en Acapulco; más de 296 000 niñas, niños y adolescentes podrían haber sido afectados en los municipios de Acapulco de Juárez, Atoyac de Álvarez, Benito Juárez, Coyuca de Benítez y San Miguel Totolapan por el huracán (Soto, 2023). De igual forma, se estimó que 177 804 estudiantes de educación básica fueron perjudicados tras el cierre de escuelas en esos cinco municipios (Cedeño, 2023).

En este sentido, ante el impacto de la tormenta, la población enfrenta carencias de atención médica y, como consecuencia, el riesgo de enfermedades derivadas de estancamientos de agua, carencia de alimentos, acceso

limitado a agua potable, deshidratación, deficiente atención médica y abusos a la integridad física y emocional de los habitantes.

4.4.6. Pérdida de empleos, pobreza y afectaciones económicas por el huracán

Una firma de análisis de riesgo especialista en desastres naturales calcula que los daños a la infraestructura, a los negocios y a los hogares que dejó el huracán *Otis* tras su paso por Acapulco y por poblaciones aledañas sumarían miles de millones de dólares. Se estima que las pérdidas económicas alcanzan 15 000 millones de dólares, según esa firma de análisis de riesgo especializada en desastres naturales y guerras (Cota, 2023).

Según datos de la Secretaría de Turismo, Guerrero representa el 2.1% del turismo a nivel nacional; en 2022 recibió 9.52 millones de turistas, lo que equivale a 47.4% de su ocupación hotelera. Con base en el Censo Económico 2019, el municipio de Acapulco concentra 38.5% de la actividad económica de la entidad, con una importante derrama de recursos hacia el resto de los municipios, en términos de empleo e ingreso para los hogares. En el periodo de enero a agosto de 2023 Acapulco registraba una tasa de ocupación hotelera de 51% con la temporada alta de fin de año en puerta. En diciembre de 2022 se registró el máximo de turistas en los últimos 12 años (López Tamayo, 2023).

De acuerdo con la Secretaría de Turismo federal, Acapulco registra 21 678 habitaciones de hotel, de las cuales, tras el paso del huracán *Otis*, alrededor de 17 000 fueron afectadas. De acuerdo con el presidente de la Asociación de Hoteles y Empresas Turísticas de Acapulco, las afectaciones habrían alcanzado a 80% de los hoteles del puerto, según un informe que el hotelero entregó a la gobernadora de Guerrero (Munguía, 2023).

Información financiera emitida por el BBVA Research México (2023) explica que el producto interno bruto de Guerrero en 2021 significó el 1.3% del producto interno bruto nacional con un crecimiento de 4% en comparación con 2020, pero aún por debajo del 5.1% en el periodo pre-pandemia. Aun cuando estos datos demuestran que existía un crecimiento en el estado, el huracán *Otis* “frenó la recuperación afectando a los sectores

que venían impulsando la economía del estado; principalmente el turismo (3.1% del PIB de Guerrero) y los sectores vinculados como el comercio minorista (16.7%), el transporte (7.5%) y servicios inmobiliarios (13.9%)”.

El Economista (López Tamayo, 2023) y BBVA Research México (2023) han realizado una estimación del impacto que tendrá *Otis* en el PIB de Guerrero que representará

una contracción en la variación trimestral del indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAE) para Guerrero de -11.71% en el cuarto trimestre del 2023 con efectos que se prolongan hasta el cierre de 2024. Partiendo del escenario base previo a *Otis*, la variación del PIB estimada para Guerrero en 2023 cae de 2.1% a 1.1% (-1.1 puntos) y de 1.2 a 0.4% (-0.8 puntos) para 2024.

Estos datos parten de un estudio que realizó el Banco de México en 2018 sobre el efecto de distintos huracanes entre 2003 y 2016 en el ITAE de entidades costeras.

El Economista (López Tamayo, 2023) infiere que, ante uno de los fenómenos naturales más devastadores de la última década, estimar el efecto económico requiere dos elementos: 1) conocer la coyuntura económica que vivía la entidad previa al choque de *Otis* y 2) apoyarse en la evidencia histórica de los huracanes en México para calcular el impacto económico.

En este sentido, la pérdida de empleos tras el paso del huracán *Otis* representa una crisis grave para el sector económicamente activo de Acapulco y Coyuca de Benítez, según el presidente del Consejo de Cámaras Industriales y Empresariales de Guerrero (Concaingro), quien advirtió que se perderán más de 75 000 empleos formales e informales por la falta de créditos y financiamiento para las micro, pequeñas y medianas empresas afectadas por el fenómeno natural, considerando que la pérdida de empleo formal puede llegar hasta 35 000 puestos de trabajo y 40 000 empleos de los denominados informales (Hernández, 2023b).

En este mismo contexto, autoridades delegacionales del Centro de Conciliación Laboral reconocieron un aumento en las quejas contra patrones por despidos y porque se niegan a pagar un finiquito, luego del impacto del huracán *Otis* en ese puerto. Los afectados pertenecen a todos los

sectores: “restaurantes, hoteles, casas de empeño, zapaterías, hay de todo”, según la delegada de este centro conciliatorio, quien aseguró que las demandas son “por el cierre de negocios, y también por los saqueos que hubo en los establecimientos, principalmente en los pequeños y medianos negocios” (Robles Gallegos, 2023).

Guerrero es considerado uno de los estados más pobres de México, de acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval), y Acapulco de Juárez se encuentra entre los municipios que tienen el mayor número de personas que viven en condiciones de pobreza extrema; pobreza que se agudizó debido al impacto del huracán *Otis*. El pasado 31 de octubre de 2023, a unos días de lo ocurrido por el huracán, la Secretaría del Bienestar calculó que hay más de 51 000 viviendas consideradas como pérdida total y 79 000 que sufrieron daños graves (Coneval, 2022; Secretaría de Bienestar, 2023).

En 2020, a raíz de la aparición de la pandemia por covid-19, la economía del estado de Guerrero, como todas las economías a nivel mundial, se colapsó. Ese mismo año el producto interno bruto en Guerrero decreció hasta 8.9% en su comparación anual, lo que representa la peor caída que ha tenido ese indicador desde la crisis de 1995. La pandemia de covid-19 recrudenció aún más la pobreza en el estado (Hernández, 2023a).

Ante la tragedia del huracán *Otis*, destaca una estrecha relación entre ese fenómeno natural y la pobreza, de acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, 2022), pues en 2020 en Guerrero vivían 2 363 188 personas en situación de pobreza, lo que representa el 64% de la población estatal. El 25.9% de la población tenía carencia por calidad y espacio de la vivienda y el 56.3%, por carencia de servicios básicos; en tanto el municipio de Acapulco registraba 394 861 personas en situación de pobreza y 125 672 personas en situación de pobreza extrema. De acuerdo con ese organismo, es urgente realizar un análisis con base en información satelital, datos censales e indicadores y algoritmos automáticos para identificar el cambio en la situación de pobreza de las zonas afectadas por el paso del huracán (Zea *et al.*, 2024).

4.4.7. Vulnerabilidad educativa ante el huracán Otis

La vulnerabilidad educativa se puede estudiar desde distintos contextos y tiene diferentes aristas sobre su abordaje ante los fenómenos naturales. La educación como proceso social responde a un contexto histórico, cultural, político y económico y a aspectos ambientales como el cambio climático, el calentamiento global, los incendios, las inundaciones, los derrumbes, el desplome de estructuras, las pandemias, así como los terremotos, los tsunamis, los huracanes y las olas de calor, todos los cuales son ejemplos de riesgos que se perciben como problemas locales emergentes y que tienen que ser atendidos de forma transversal desde el aula (Valladares, 2022).

Esos riesgos mantienen una relación causal con las actividades humanas, pues resultan del crecimiento y la concentración de la población sin una planeación urbana, así como de la intensificación de actividades como la deforestación, la sobreexplotación de recursos y el tráfico de la flora y la fauna silvestre, entre otras (Seo, Son y Hong, 2021).

El papel de la educación es fundamental para desarrollar la conciencia, a través del conocimiento que los estudiantes adquieran sobre estos fenómenos naturales con la finalidad de saber actuar ante ellos, como en el caso del huracán *Otis*.

Los centros educativos no sólo sirven como centros escolares; son considerados también como puntos de encuentro o zonas de refugio ante los fenómenos naturales. En este sentido, las escuelas se colapsaron y otras más sufrieron daños importantes que no permitieron dar continuidad a las actividades relacionadas con la educación. De igual forma, no fueron funcionales para albergar a la población necesitada ante el fenómeno de *Otis*.

Sin embargo, la vulnerabilidad de la infraestructura educativa no sólo se debe considerar en términos de daños físicos, colapso o destrucción de edificios, sino en cuanto a la continuidad de los servicios que proveen estas edificaciones. Se ha reconocido que los daños a la infraestructura educativa causados por desastres naturales están directamente relacionados con la reducción de horas de clase y, consecuentemente, con la reducción de la calidad de la educación (González y Trejo, 2008).

En este contexto, el impacto al sistema educativo a nivel municipal y estatal fue de gran magnitud. Según un diagnóstico previo, las autoridades

educativas dieron a conocer que de 1224 escuelas en Acapulco y Coyuca de Benítez, 202 presentan daños menores, 420 daños moderados y 363 daños severos (SEP, 2023).

Así, conforme pasaban los días los datos se fueron actualizando y el reporte sobre los daños se incrementaba. Con base en información emitida por la Secretaría de Educación Pública, las afectaciones ocurrieron en más de 1224 planteles de los tres niveles educativos en Coyuca de Benítez y en Acapulco de Juárez. Se precisó que 445 planteles reportan daños mayores, principalmente en techumbres, bardas perimetrales, mallas ciclónicas, así como la caída de árboles y graves perjuicios en mobiliario escolar y equipamiento (SEP, 2023).

En estas condiciones de mínima salubridad, seguridad e infraestructura, las autoridades educativas decretaron el cierre temporal de las escuelas de los municipios afectados.

El 12 de noviembre de 2023 la Secretaría de Educación de Guerrero informó a la población que continuaban suspendidas las clases y las actividades administrativas en todos los niveles educativos, en las escuelas de Acapulco y Coyuca de Benítez, y en las que hayan sido afectadas por el huracán *Otis* (SEG, 2023).

Sin embargo, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO, 2023) consideró que las cifras son mayores. Retomando la información oficial disponible, este instituto realizó un análisis con base en el tamaño de la matrícula educativa, del personal administrativo y docente, y de las escuelas que se encuentran en las comunidades afectadas. El IMCO calculó que en los 46 municipios afectados por el huracán hay 625 000 estudiantes, 38 000 docentes y 7 498 escuelas de educación obligatoria que se vieron afectadas por el cierre de escuelas debido a la emergencia.

La Secretaría de Educación Pública de Guerrero, a través de un boletín emitido el 21 de noviembre del 2023, anunció el regreso a clases presenciales de 106 instituciones de distintos niveles educativos de los municipios de Acapulco y Coyuca de Benítez después del huracán *Otis* (SEP, 2023). Esta cifra representa 17.5% del total de las escuelas reportadas con afectaciones, que, se dijo, eran de 605 instituciones (*Aristegui Noticias*, 2023; Gobierno del Estado de Guerrero, 2023).

En este contexto, es relevante destacar que la educación no ha sido una

prioridad, debido a que la primera etapa del Plan General de Reconstrucción y Apoyo a la Población Afectada en Acapulco y Coyuca de Benítez por el Huracán *Otis* (Presidencia de la República, 2023b), no pone en primer término la reconstrucción de escuelas para el inmediato regreso a clases de los estudiantes. Era de esperarse, pues no había conectividad para continuar con las actividades educativas en línea, las instalaciones físicas colapsaron, muchas de estas instituciones particulares cerraron definitivamente sus instalaciones, dejando a cientos de personas a la deriva debido a que no hubo condiciones para continuar el ciclo escolar, y otras más anunciaron su cierre por falta de matrícula.

Esta situación del cierre definitivo de escuelas privadas e icónicas en Acapulco generó desempleo para muchas familias que vivían del trabajo que realizaban en las instituciones educativas; provocó caos y preocupación en los estudiantes debido a que el semestre escolar había quedado inconcluso. La educación impartida en las escuelas particulares es una opción importante para quienes no desean estudiar fuera de la ciudad o simplemente por las actividades extracurriculares que ofrecen, importantes para la formación integral.

En este sentido, el cierre de las escuelas ha dejado a la deriva a cientos de estudiantes que tendrán que buscar un espacio en las escuelas de gobierno o, como lo han hecho muchos de estos estudiantes, deberán migrar a otras ciudades para matricularse y continuar estudiando.

En cuanto a las escuelas del Estado, a seis meses del huracán, continúan atendiendo a la comunidad escolar con la finalidad dar continuidad al ciclo escolar. Las actividades educativas se han venido realizando por medio de clases en línea, o virtuales; otras más están trabajando sólo tres días a la semana, debido a que se siguen realizando trabajos de rehabilitación o reconstrucción de sus instalaciones. Los directivos han informado que es complicado que los trabajos de rehabilitación continúen cuando hay estudiantes, por el peligro que eso representa para los alumnos y el personal docente y administrativo.

Así que los directivos deben buscar estrategias para continuar el semestre y no afectar a los estudiantes, lo que ha sido bien visto por los padres de familia y por la población en general, considerando que las condiciones de equipamiento y espacios al aire libre son indispensables para

una estancia segura y apropiada para los estudiantes y para que el personal docente lleve a cabo su labor educativa.

En cuanto a las instalaciones de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), también sufrieron severos daños. El rector de la máxima casa de estudios informó que de los 40 centros de trabajo, escuelas y facultades de Acapulco, todas han resultado afectadas, unas con mayores daños que otras. El rector confirmó además que se perdieron techados, muebles de oficina, bardas perimetrales, portones y fachadas (*Diario 21, 2023*).

4.4.8. Acciones implementadas para apoyar a Acapulco

Ante la vulnerabilidad que prevalece en los municipios de Acapulco y Coyuca, la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), a través de la rectoría, continúan impulsando propuestas que coadyuven a la reconstrucción del puerto con distintas acciones que ayuden a la recuperación de Acapulco. Así lo informó el rector de la máxima casa de estudios de Guerrero, quien comentó que mediante siete acciones inmediatas la universidad colabora en beneficio de los afectados por el huracán *Otis* (*Diario 21, 2023*).

Desde un inicio del desastre, la universidad ha participado con trabajos de apoyo logístico. Por ejemplo, habilitó transporte gratuito para los universitarios y la población en general, de Acapulco a Chilpancingo y viceversa.

También se habilitaron albergues temporales para damnificados de la comunidad universitaria que se vieron afectados por el huracán. Se brindó comida caliente a los universitarios y a la población en general de forma gratuita a través de los comedores universitarios, además de que, desde la rectoría, se invitó a la comunidad universitaria de otras regiones que no fueron afectadas para que brindaran apoyo con despensas o mano de obra a la población de Acapulco.

La UAGro ha servido de centro de acopio y distribución de despensas a universitarios y población en general. Se ha dado atención médica de forma fija en ciertos puntos de la ciudad. La universidad coordinó brigadas médicas multidisciplinarias para atender la salud de niños y personas que

lo necesitaran en colonias alejadas de la ciudad. Además de ofrecer servicios psicológicos y médicos, se entregaron despensas y ropa a las personas necesitadas o afectadas por el huracán. Otra actividad que se realizó fue la implementación de brigadas veterinarias para apoyar a mascotas.

La comunidad universitaria ha estado activa y atenta a las necesidades de la emergencia, de tal manera que ha apoyado en la limpieza de los espacios universitarios en un primer momento y posteriormente creó brigadas de apoyo para la limpieza de hospitales y espacios públicos. Todos estos trabajos han sido altruistas por parte de los universitarios, con la única finalidad de contribuir a la recuperación y la reconstrucción de la sociedad acapulqueña.

De igual forma, se anunciaron dos foros de participación Universitaria, 1) Foro de Diálogos por la Reconstrucción y/o Construcción de un Nuevo Acapulco y 2) Foro de Diálogos para la Transformación de la Investigación, Ciencia y Tecnología con incidencia Social en Guerrero, que consistieron en reunir diferentes propuestas académico-científicas para presentarlas a las instancias de gobierno Estatal y Federal.

Otro sector que ha producido iniciativas y propuestas en beneficio de la sociedad acapulqueña han sido los distintos grupos de ambientalistas que continúan trabajando con propuestas metodológicas para mejorar las condiciones ambientales del anfiteatro de Acapulco, para revertir el revés que sufrió el ecosistema por los estragos del huracán *Otis*. Ambientalistas y gente preocupada por el bienestar de Acapulco han contribuido desde su expertis a impulsar propuestas metodológicas que coadyuven a la pronta recuperación de la ciudad.

La sociedad en general se ha congregado en torno del objetivo de reconstruir la ciudad de Acapulco. Sectores de la sociedad civil se han reorganizado alrededor de las distintas problemáticas que aquejan a los barrios y a las colonias, tales como el problema del agua, la luz y la limpieza de calles, donde el principal tema son los residuos.

4.4.9. Incendios forestales

Los incendios han sido un riesgo latente como resultado de la deforestación, las sequías y la gran cantidad de arbolado muerto y materia orgánica que dejó el huracán en las partes altas del anfiteatro de Acapulco, específicamente en el Parque Nacional El Veladero; lugar donde iniciaron los incendios.

El primer incendio comenzó el 29 de febrero en la parte alta de la colonia Dragos, en las inmediaciones de la zona de Puerto Marqués. De acuerdo con versiones de los habitantes, un vecino quemó basura, provocando que las llamas se propagaran a la parte de la reserva ecológica del Parque Nacional El Veladero.

Las autoridades de la Secretaría de Protección Civil de Guerrero, así como de la Coordinación de Protección Civil y Bomberos de Acapulco, aseguran que este incendio forestal consumió 40 hectáreas.

En declaraciones a medios de comunicación, Protección Civil y Bomberos de Acapulco aseguraron que el fuego llegó cerca de la avenida Escénica, junto a casas y departamentos de una urbanización llamada Pichilingue (*UDGTV Noticias*, 2024).

El segundo incendio forestal se ubicó en la parte alta del poblado de Carabalí, donde los habitantes de ese lugar reportaron el fuego, el cual se había propagado por varias hectáreas, por lo que los vecinos comenzaron los trabajos de mitigación hasta la llegada del cuerpo de bomberos.

Las autoridades del municipio han argumentado que son diversos los factores que han complicado los trabajos de extinción. En primer lugar, el viento, el cual ha ido cambiado, además de hojas y árboles secos que dejó el huracán *Otis*, material altamente flamable (*UDGTV Noticias*, 2024).

El puerto de Acapulco registró un total de 323 incendios forestales de enero a abril de 2024, según Protección Civil y Bomberos. Las autoridades del municipio han aseverado que los siniestros en las partes altas de Acapulco se incrementaron debido a la gran cantidad de combustible (material vegetal seco/muerto), que dejó el pasado huracán *Otis* y señalaron que esos incendios han afectado a 500 hectáreas en zonas del Parque Nacional, en las colonias Dragos, Manantiales, Coloso y Carabalí.

En enero se registraron 98 incendios en la ciudad, mientras que en febrero fueron 67 y en marzo 130 siniestros. Las autoridades correspondien-

tes han manifestado que los incendios no sólo han sido por el combustible que dejó el pasado huracán, sino también de una bodega donde se almacenaban cajas de cartón. Así también se han producido incendios de casas, de departamentos y de tiraderos de basura.

El titular de bomberos insistió en que 500 hectáreas fueron afectadas por los incendios. Los siniestros han sido sofocados de manera coordinada con personal de los tres órdenes de gobierno; de igual manera, señaló que la situación de los incendios seguirá debido a la situación en la que quedó la ciudad tras el paso del huracán (*El Sol de Acapulco*, 2024d).

Así, los incendios continúan en las partes altas de Acapulco. Uno más reportado ocurrió precisamente el 24 de abril de 2024 en la colonia Santa Cecilia del puerto de Acapulco, el cual se acercó peligrosamente a las viviendas. El humo producido por el fuego provocó la caída de ceniza en varias colonias, como Infonavit Alta Progreso, Progreso, La Cima, 20 de Noviembre y el valle que comienza en la colonia Las Cruces. Ante este fenómeno, la ciudad se cubrió de humo y ceniza que duraron en el aire alrededor de 10 horas. Las autoridades educativas ordenaron la suspensión de clases escolares hasta que las condiciones ambientales fueran favorables para un regreso seguro a las escuelas.

Ante este panorama, la recuperación del ecosistema se ha tornado lenta. Una de las causas que se han observado sobre esto es precisamente que no se ha realizado la limpieza correspondiente en las partes afectadas. Prevalecen los árboles derribados por el huracán; este arbolado seco ha frenado el crecimiento de retoños y de nuevos retoños sucesores; además de que la hojarasca ha sido el principal combustible para avivar y propagar el fuego, como lo han manifestado las autoridades correspondientes.

4.5. Conclusiones

El fenómeno hidrometeorológico huracán *Otis* permitió conocer las distintas vulnerabilidades que tiene el municipio de Acapulco, comenzando con la evidente falta de un protocolo de atención de emergencias por desastres y fenómenos naturales, la falta de capacitación que ha impedido una adecuada intervención por parte de las autoridades correspondientes, y la nula

coordinación de los tres niveles de gobierno para responder de forma inmediata y eficiente ante el desastre.

También fue obvia la falta de un adecuado Plan de Desarrollo Urbano, así como de un Plan de Ordenamiento Ecológico del Territorio y de un Atlas de Riesgos actualizado, que proporcionen lineamientos claros en la toma de decisiones para el desarrollo y el crecimiento urbano del municipio, para que se respeten los espacios naturales como zonas de inundación, humedales, deslaves, cuencas, microcuencas, áreas naturales, zonas de playa, entre otros elementos naturales, resaltando la importancia que tiene para el municipio de Acapulco conservar las microcuencas y su condición natural adecuada para elevar la calidad de vida de los habitantes del anfiteatro de Acapulco.

Acapulco es considerado uno de los principales destinos turísticos de playa del país. Antes del huracán concentraba el 38.5% de la actividad económica de Guerrero. El huracán *Otis* ha dejado a su paso por Guerrero muchas zonas afectadas. La atención a este escenario implica un análisis puntual de lo que significará el impacto en términos económicos y ambientales, porque más allá de la rehabilitación de espacios, tanto habitacionales como hoteleros, también se requiere un plan de acción que permita reactivar la economía del estado a través del turismo y, con ello, generar empleos que permitan apoyar a la población local.

La población tuvo que renunciar a un sistema económico al que estaba acostumbrada antes del huracán. La pérdida de mobiliario y equipo y los daños a casas-habitacionales y negocios fracturó la frágil economía que se venía recuperando por la pandemia global de 2020. Con el huracán *Otis* también se perdieron empleos y, en consecuencia, hubo una interrupción del ingreso, lo que provocó más pobreza de la ya existente en el puerto de Acapulco y los municipios afectados.

La recuperación económica se ve lejana y complicada. Muchas familias tienen que volver a empezar de cero. De igual forma, el sector empresarial ha sufrido un serio embate por la caída de sus ingresos, lo que repercute enormemente en la recuperación económica del puerto.

Los expertos han diagnosticado un atraso económico y social de 10 años para Acapulco ante el paso del huracán *Otis*; sin embargo, consideran que existe la posibilidad de detonar el crecimiento para generar riqueza,

siempre y cuando se realice una planeación integral e inclusiva de largo plazo que contemple una nueva gobernanza donde se priorice la seguridad y se impulse el desarrollo humano.

Ante las vulnerabilidades identificadas antes, durante y después del huracán *Otis*, se requiere desarrollar metodologías transversales en la educación formal, a través de los planes y programas de estudio, que promuevan el abordaje de los desastres ante fenómenos naturales como una didáctica pedagógica que genere en el estudiante un cambio en la forma de ver y percibir las problemáticas ambientales, y se actúe apropiadamente ante estos fenómenos naturales.

4.6. Referencias

- Aristegui Noticias* (2023, 22 de noviembre). Vuelve a clases el 17% de escuelas en Acapulco tras *Otis*. *Aristegui Noticias*. <https://aristeguinoticias.com/2211/mexico/vuelve-a-clases-el-17-de-escuelas-en-acapulco-tras-otis/>.
- BBC News Mundo* (2023, 27 de julio). "Hemos pasado de la era del calentamiento global a la de la ebullición global": la dura advertencia de la ONU sobre las altas temperaturas. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/articles/c99xvylqyklo>.
- BBVA Research México (2023, 11 de noviembre). *Otis y el impacto económico que deja en Guerrero*. BBVA. <https://www.bbva.com/es/mx/otis-y-el-impacto-economico-que-deja-en-guerrero/>.
- Blaikie, P., Cannon, T., David, I., y Wisner, B. (1996). *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. https://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-todo_sep-09-2002.pdf.
- Cardona Arboleda, O. D. (2008). Medición de la gestión del riesgo en América Latina. *Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, (3), 1-20. <http://hdl.handle.net/2099/7056>.
- Cedeño, I. (2023, 4 de noviembre). *Otis agravará el rezago educativo en Guerrero*. *Excelsior*. <https://www.excelsior.com.mx/nacional/otis-agravara-el-rezago-educativo-en-guerrero/1617810>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) (2023). *Atlas nacional de riesgos: áreas de inundación de Tr = 100 años, Acapulco, Gro.* Cenapred. <http://www.atlasonline.cenapred.gob.mx/archivo/visor-capas.html>.
- Consejo Ciudadano para el Desarrollo Integral de Acapulco (2001). *Plan director urbano para la zona metropolitana de Acapulco de Juárez, Guerrero: memoria técnica-nivel estratégico*. Ayuntamiento de Acapulco de Juárez 1999-2002, Secretaría de Desarrollo Urbano Obras Públicas y Ecología.

- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2012, 14 de febrero). *Cartografía: escorrentías. 12 microcuencas. (Documento 1204/005); Anfiteatro Acapulco, Guerrero. Zonas urbanas*. Conagua.
- (Conagua) (2021). <https://www.gob.mx/conagua>.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) (2022). *Informe de pobreza y evaluación 2022: Guerrero*. Coneval. https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Informes_pobreza_evaluacion_2022/Guerrero.pdf.
- Copernicus (2023). *EMSR703: Tropical Cyclone Otis-23 in Acapulco, Mexico*. Unión Europea. <https://rapidmapping.emergency.copernicus.eu/EMSR703/download>.
- Cota, I. (2023, 26 de octubre). Las pérdidas económicas por *Otis* en Guerrero rondan los 15.000 millones de dólares. *El País*. <https://elpais.com/mexico/economia/2023-10-26/las-perdidas-economicas-por-otis-en-guerrero-rondan-los-15000-millones-de-dolares.html>.
- De Cserna, Z. (1965). Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco. *Boletín del Instituto de Geología*, (62), 1-77.
- (1967). Tectonic Framework of Southern Mexico and its Bearing on the Problem of Continental Drift. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 30(2), 159-168. <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/219-sitio/articulos/tercera-epoca/3002/1011-3002-4-de-cserna>.
- Diario 21* (2023, 28 de octubre). Anuncia la UAGro siete acciones para ayudar a damnificados de Acapulco, por huracán *Otis*. *Diario 21*. <https://diario21.com.mx/anuncia-la-uagro-siete-acciones-para-ayudar-a-damnificados-de-acapulco-por-huracan-otis/>.
- El Sur Acapulco* (2024). Paciencia, pide Servicios Públicos de Acapulco por la recolección de basura. *El Sur Acapulco*. <https://suracapulco.mx/paciencia-pide-servicios-publicos-de-acapulco-por-la-recoleccion-de-basura/>.
- Enciclopedia guerrerense* (2020, 11 de marzo). Municipio de Acapulco de Juárez. *Enciclopedia guerrerense*. <https://enciclopediagro.mx/indice-municipios/municipio-de-acapulco-de-juarez/>.
- García de Miranda, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana)* (5ª ed.). UNAM, Instituto de Geografía. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1>.
- Gobierno del Estado de Guerrero (2021, 14 de octubre). *Acapulco de Juárez*. <https://www.guerrero.gob.mx/municipio/acapulco-de-juarez/>.
- (2023, 21 de noviembre). *Regresan a clases 106 escuelas de diversos niveles educativos en Acapulco y Coyuca de Benítez tras el paso de Otis*. <https://www.guerrero.gob.mx/2023/11/regresan-a-clases-106-escuelas-de-diversos-niveles-educativos-en-acapulco-y-coyuca-de-benitez-tras-el-paso-de-otis/>.
- González González, J., y Gordillo Martínez, A. J. (2005). Propuesta de un plan de desarrollo ambiental para el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero. En R. Wences Reza, R. López Velasco y L. Sampietro Rosas (coords.), *Dimensiones sociales y am-*

- bientales del desarrollo regional* (pp. 308-330). AMECIDER/UAGRO-UCDR/UNAM-IIES. https://www.amecider.org/_files/ugd/3e9b9b_f490c48e751e4dcba337c1f25f6265bd.pdf.
- González, P., y Trejo, R. (2008). *La gestión de riesgo a desastres naturales en el sector educativo en el istmo centroamericano*. OEA, Departamento de Desarrollo Sostenible. <https://www.oas.org/dsd/Nat-Dis-Proj/Documents/Art.PRECAIIfinal.pdf>.
- Google Earth (2023, 29 de octubre). *Acapulco, Guerrero*. Data SIO NOAA, US Navy, NGA, GEBCO, Airbus 2024 16° 51' 38.46" N, 99° 52' 03.35" O, elevación 0 msnm.
- Hernández, E. (2023a, 1° de noviembre). Huracán Otis retrasó una década el desarrollo humano en Guerrero: UNAM. *Forbes-México*. <https://www.forbes.com.mx/huracan-otis-retraso-una-decada-el-desarrollo-humano-en-guerrero-lancen/>.
- (2023b, 21 de diciembre). Se perderán 75 mil empleos por la falta de créditos para las empresas afectadas por el huracán Otis en Acapulco. *Forbes-México*. <https://www.forbes.com.mx/se-perderan-75-mil-empleos-por-la-falta-de-creditos-para-las-empresas-afectadas-por-el-huracan-otis-en-acapulco/>.
- Hernández Santana, J. R., y Ortiz Pérez, M. A. (2005). Análisis morfoestructural de las cuencas hidrográficas de los ríos Sabana y Papagayo (tercio medio-inferior), estado de Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas*, (56), 7-25, <https://doi.org/10.14350/rig.30093>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020: Guerrero*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#datos_abiertos.
- (2021). <https://www.inegi.org.mx/>.
- Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) (2023, 14 de noviembre). *70% de estudiantes en Guerrero están en riesgo de rezago académico por el paso de Otis*. IMCO. <https://imco.org.mx/70-de-estudiantes-en-guerrero-estan-en-riesgo-de-rezago-academico-por-el-paso-de-otis/>.
- Juan Pérez, J. I. (2006). *Manejo del ambiente y riesgos ambientales en la región fresera del Estado de México*. Juan Carlos Martínez. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/235/235.pdf>.
- Juárez, A. L., Sampedro, L., Reyes, M., y López, C. (2006). Situación actual de la contaminación por residuos sólidos de las microcuencas de la zona urbana y conurbada del municipio de Acapulco, Guerrero. En *11° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional*. AMECIDER. https://www.amecider.org/_files/ugd/3e9b9b_ac942abcd84d4526a8dfce55bc967936.pdf.
- López Tamayo, D. (2023, 2 de noviembre). Los efectos económicos del huracán Otis. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/opinion/Los-efectos-economicos-del-huracan-Otis-20231102-0065.html>.
- Munguía, A. (2023, 27 de octubre). Paso del huracán Otis deja pérdidas económicas de hasta 15 mil mmd. *El Financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/2023/10/27/paso-del-huracan-otis-deja-perdidas-economicas-de-hasta-15-mil-mmd/>.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2023, 8 de julio). *Los círculos viciosos del cambio climático causan cada vez más daños en América Latina y el Caribe*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2023/07/1522577>.

- Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2023). *Directrices detalladas para la elaboración de informes regionales sobre el estado del clima* (OMM, 1298). OMM. https://library.wmo.int/viewer/68647/download?file=1298_es.pdf&type=pdf&navigator=1.
- Presidencia de la República (2023a, 8 de mayo). Ley de Aguas Nacionales (LAN). *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>.
- Presidencia de la República. (2023b, 1º de noviembre). *Plan general de reconstrucción y apoyo a la población afectada en Acapulco y Coyuca de Benítez por el huracán Otis*. https://presidente.gob.mx/wp-content/uploads/2023/11/Plan-Reconstruccion-Acapulco_01_11_23.pdf.
- Robles Gallegos, S. (2023, 17 de diciembre). *Otis dispara el desempleo en Acapulco: Centro de Conciliación Laboral. Quadratín-Guerrero*. <https://guerrero.quadratin.com.mx/otis-dispara-el-desempleo-en-acapulco-centro-de-conciliacion-laboral/>.
- Secretaría de Bienestar (2023, 29 de octubre). *En Guerrero continúa censo de afectaciones por huracán Otis; servidores de la nación visitan casa por casa* (comunicado 141). <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/en-guerrero-continua-censo-de-afectaciones-por-huracan-otis-servidores-de-la-nacion-visitan-casa-por-casa?idiom=es>.
- Secretaría de Educación de Guerrero (SEG) (2023, 12 de noviembre). *Continúa suspensión de clases en Acapulco-Coyuca de Benítez y escuelas afectadas por el huracán Otis: titular de la SEG*. <https://www.seg.gob.mx/?p=6535>.
- Secretaría de Educación Pública (SEP) (2023, 16 de noviembre). *Informa titular de la SEP a legisladores sobre daños en infraestructura escolar por el paso de Otis* (boletín 233). SEP. <https://www.gob.mx/sep/articulos/boletin-233-informa-titular-de-la-sep-a-legisladores-sobre-danos-en-infraestructura-escolar-por-el-paso-de-otis>.
- Seo, H. J., Son, M., y Hong, A. J. (2021). Trends in Civic Engagement Disaster Safety Education Research: Systematic Literature Review and Keyword Network Analysis. *Sustainability*, 13(5), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su13052505>.
- Smit, B., y Wandel, J. (2006, agosto). Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292. <https://www.uio.no/studier/emner/annet/sum/SUM4015/h08/Smit.pdf>.
- Soares, D., Romero, R., y López, R. (2015). Conceptualización de vulnerabilidad y construcción de un Índice de Vulnerabilidad Social. En F. Arreguín-Cortés, M. López-Pérez, O. Rodríguez-López y M. Montero-Martínez (coords.), *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático: efectos del cambio climático en el recurso hídrico de México* (pp. 9-40). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Soto, D. (2023, 2 de noviembre). Tras el impacto de *Otis*, declaran desastre natural en 47 municipios de Guerrero. *Expansión Política*. <https://politica.expansion.mx/mexico/2023/11/02/tras-el-impacto-de-otis-declaran-desastre-natural-en-47-municipios-de-guerrero>.
- UDGTV Noticias (2024, 5 de marzo). Dos incendios forestales afectan a Acapulco y avanzan hacia casas. <https://udgtv.com/noticias/dos-incendios-forestales-afectan-a-acapulco-y-avanzan-hacia/215959>.
- UNICEF-México. (2024, 3 de enero). *Huracán Otis: su impacto en niñas, niños y adolescen-*

- tes en Guerrero*. UNICEF-México. <https://www.unicef.org/mexico/historias/hurac%C3%A1n-otis-su-impacto-en-ni%C3%B1as-ni%C3%B1os-y-adolescentes-en-guerrero>.
- Valladares Riveroll, L. (2022). Educación para la reducción de riesgos de desastres como una práctica de pedagogía pública: retos y posibilidades para el contexto mexicano. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 21(47), 307-335. <https://doi.org/10.21703/0718-5162202202102147017>.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey (comp.), *Los desastres no son naturales* (pp. 11-41). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf#page=14>.
- Zea Ortiz, M., Vera Alfaro, P., y Salas, J. (2024, 11 de enero). Desentrañando el impacto en la pobreza del huracán *Otis*. *Nexos*. <https://datos.nexos.com.mx/desentranando-el-impacto-en-la-pobreza-del-huracan-otis/>.

5. Consideraciones finales

A seis meses de los impactos que provocó el huracán *Otis* en el puerto de Acapulco, los trabajos de rehabilitación se realizan en todos los ámbitos: calles, parques, escuelas y playas, y la población en general continúa implementando acciones para tratar de reinstalar sus casas y sus negocios.

En cuanto a la arborización en la zona urbana, se puede observar un avance en la zona de la Costera Miguel Alemán donde se han sembrado árboles en los camellones, principalmente palmeras y flores de ornato. Se han realizado algunas iniciativas para reforestar o arborizar Acapulco por parte de ambientalistas locales que tienen interés en contribuir a la recuperación de este distintivo turístico.

Hasta el cierre de esta investigación persisten problemáticas a la fecha y seguramente se necesitará mucho más tiempo para que éstas sean solucionadas. Entre las problemáticas existentes más visibles sin duda se encuentra la de los residuos sólidos urbanos, que aún sigue sin resolverse del todo, lo que definitivamente es un tema que seguirá dando de qué hablar, debido a que, a raíz de este problema no resuelto, se suscitaron otros problemas como los incendios forestales que han dañado no sólo el ecosistema sino a la población en general.

Así que el aspecto ambiental sigue en la mesa del debate. Organismos gubernamentales, asociaciones de ambientalistas, organizaciones no gubernamentales, instituciones educativas y la propia sociedad civil se han pronunciado ante el desastre socioambiental que, a seis meses de lo ocurrido, sigue preocupando a todos. En este sentido, uno de los temas ambien-

tales más preocupantes han sido los incendios; la falta de lluvia y el arbolado muerto y seco que no ha sido retirado y que se ha convertido en un material combustible inflamable que permite que los incendios que afectan a la ciudad se extiendan sin control.

Como ya se ha dicho, por la ubicación geográfica de la ciudad, el riesgo es inminente, y en consecuencia, las desigualdades socioeconómicas exacerbaban la vulnerabilidad debido a que mucha gente carece de los recursos necesarios para prepararse y recuperarse más rápidamente y de forma adecuada de un fenómeno de la magnitud del huracán *Otis*.

También se debe considerar la responsabilidad de las autoridades correspondientes. El gobierno, como tomador de decisiones, debe tener protocolos para actuar y hacer frente a fenómenos hidrometeorológicos como el huracán. La falta de protocolos de evacuación eficientes aumenta la vulnerabilidad de la población. Al contrario, la alerta temprana, la preparación y la pronta respuesta, son elementos esenciales en la gestión de los riesgos ante los fenómenos hidrometeorológicos.

Finalmente, es importante que la ciudadanía, la universidad y las asociaciones civiles, en general, y las autoridades, en particular, continúen coordinadas y colaborativas. Esto permitirá conocer sus necesidades, la dimensión de la destrucción, saber qué están haciendo o qué falta por hacer, hasta dónde han avanzado sus iniciativas, cómo han evolucionado y avanzado los trabajos y cómo han mejorado los espacios naturales. Además, es importante contar con insumos para una política pública que coadyuve a la recuperación de Acapulco.

Sobre los autores

Herlinda Gervacio Jiménez

Doctora en ciencias ambientales por el Centro de Ciencias en Desarrollo Regional de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGRO); licenciada en contaduría por el Instituto Tecnológico Nacional de México, campus Acapulco; licenciada en el idioma inglés por la Escuela Normal Dr. Jaime Torres Bodet; especialista en competencias docentes por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Profesora-investigadora del posgrado en geografía y gestión territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales (CIPES), campus Acapulco, de la UAGRO. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) del Conahcyt (nivel I). Perfil deseable PRODEP-SEP. Integrante del Cuerpo Académico UAGRO-CA-213, “Educación, Ambiente y Sociedad”. Integrante del Sistema Estatal de Investigadores del Cocytieg. Evaluadora nacional de docentes por competencias en el nivel medio superior. Certificadora nacional de competencias docentes para la educación media superior. Ha participado en congresos nacionales e internacionales presentando trabajos científicos sobre su área. Ha publicado diferentes artículos científicos sobre su área de especialidad en revistas indexadas, libros y capítulos de libro. Sus tres últimas publicaciones principales son: *Impactos del covid-19 en la educación: retos pedagógicos ante el aprendizaje virtual durante el confinamiento por pandemia* (2022); “Currículo escolar: retos de la enseñanza-aprendizaje ante las secuelas postpandemia por la covid-19” (2023) y “Estrategias de restauración ecológica del manglar para contrarrestar la vulnerabilidad y el riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en la localidad el Carrizal, municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, México” (2023). Sus líneas de investigación se centran en la educación ambiental, estudios pedagógicos y socioambientales, biodiversidad y ambiente.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3037-9528>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57360933600>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Herlinda-Jimenez>

Google Académico: <https://scholar.google.es/citations?user=w0yib2QAAAAJ&hl=es>

Academia: <https://uagro-mx.academia.edu/HerlindaGervacioJimenez?nbs=user>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/1%C3%ADnda-gervacio-37805b213/>

E-mail: lindagervacio@uagro.com

Benjamín Castillo Elías

Doctor en ciencias ambientales por el Centro de Ciencias en Desarrollo Regional (CCDR) de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGRO); maestro en desarrollo regional por la UAGRO-CCDR; licenciado en biología por la Escuela Superior de Biología de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED); diplomado en “Conservación y aprovechamiento sustentable de los humedales de México” por Cecadesu-Semarnat; diplomado en restauración de ecosistemas y servicios ambientales por el Inecol-FIRE. Profesor-investigador del posgrado en geografía y gestión territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales (CIPES), campus Acapulco, de la UAGRO. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) del Conahcyt (nivel I). Integrante del Sistema Estatal de Investigadores del COCYTIEG. Integrante del Padrón de Especialistas de Ecosistemas de Manglar de la Conabio. Coordinador del Cuerpo Académico CA-UAGRO-213 “Educación, Ambiente y Sociedad”. Perfil deseable PRODEP-SEP. Integrante de la Red de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESCLIM). Ha participado en congresos nacionales e internacionales presentando trabajos científicos sobre su área. Ha publicado diferentes artículos científicos sobre su área de especialidad en revistas indexadas, libros y capítulos de libro. Sus tres últimas publicaciones principales son: *Impactos del covid-19 en la educación: retos pedagógicos ante el aprendizaje virtual durante el confinamiento por pandemia* (2022); “Diagnóstico de áreas degradadas de manglar y propuestas de restauración ecológica en el estado de Guerrero, México” (2021) y “Estrategias de restauración ecológica del manglar para contrarrestar la vulnerabilidad y el riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en la localidad el Carrizal, municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, México” (2023). Sus líneas de investigación se centran en el manejo y la conservación de ecosistemas de manglar y sustentabilidad.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1487-5353>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57360356000>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Benjamin-Castillo-Elias>

Google Académico: <https://scholar.google.com.mx/citations?hl=es&user=E-f6B2-QAAAAJ>

Academia: <https://uagro-mx.academia.edu/BCastilloElias>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/benjam%C3%ADn-castillo-el%C3%A-Das-1ba1024b/?originalSubdomain=mx>

E-mail: bcastillo@uagro.mx

Salvador Villerías Salinas

Doctor y maestro en geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y licenciado en ecología marina por la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro). Profesor-investigador de tiempo completo del posgrado en geografía y gestión territorial en el Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socio-territoriales (CIPES), campus Acapulco, de la UAGRO. Integrante del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del Conahcyt (nivel I). Coordinador del Cuerpo Académico “Geografía y Desarrollo Territorial Sostenible” (CA-UAGRO-211). Perfil deseable PRODEP. Integrante de la Red Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (REDISIG), Red Internacional de Territorios, Sustentabilidad y Gobernanza en México y Polonia (RETESYG). Ha participado en diversos congresos internacionales y nacionales relacionados con los temas de investigación que desarrolla. Es autor de artículos y capítulos de libros que versan sobre los temas que desarrolla. Sus tres últimas publicaciones son: “Análisis espacial de la pobreza (vulnerabilidad) socioeconómica infantil en el estado de Guerrero, México” (2023), “Análisis espacial de vulnerabilidad y riesgo en salud por covid-19 en el estado de Guerrero, México” (2020) y *Retos para el desarrollo territorial: diferentes reflexiones* (2023).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7684-9137>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191199591>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Salvador-Salinas>

GoogleScholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=bv3jKBIAAAAJ>

Academia: <https://independent.academia.edu/SalvadorVillerasSalinas>

E-mail: svilleras@uagro.mx

*Huracán Otis en Acapulco, Guerrero:
Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental ante
los impactos del fenómeno hidrometeorológico,* de
Herlinda Gervacio Jiménez, Benjamín Castillo Elías
y Salvador Villerías Salinas, publicado por Ediciones Comu-
nicación Científica, S. A. de C. V., se publicó en octubre de 2024 en
versión digital para acceso abierto en los formatos PDF, EPUB y HTML5.

El libro *Huracán Otis en Acapulco, Guerrero: Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental ante los impactos del fenómeno hidrometeorológico* es un trabajo de investigación integrado en cuatro capítulos, donde se analiza la evolución y daños de la tormenta tropical convertida en huracán categoría 5 en la escala Saffir-Simpson. En esta obra se determinaron las consecuencias de la generación de residuos y el manejo de estos a causa del fenómeno hidrometeorológico; se documentaron las afectaciones que sufrieron las áreas de manglar en los sistemas lagunares, y finalmente, se abordan las vulnerabilidades en las que se encuentra inmersa la población por los desastres antrópicos que causó este huracán en el municipio de Acapulco.

En esta investigación participaron tres especialistas del Posgrado en Geografía y Gestión Territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales, campus Acapulco, de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), quienes trabajan distintas líneas de investigación, lo cual permitió conseguir un análisis integral de la problemática socioambiental del huracán Otis. Para alcanzar los objetivos, se empleó una metodología con enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo, con el apoyo de técnicas como la observación participante, los informantes clave, el análisis documental y los sistemas de información geográfica.

En la presente obra, se aportan datos relevantes obtenidos con una metodología científica que les permitirá a los tomadores de decisiones, al sector académico y a la sociedad civil en general disponer de información con sustento científico para tomar decisiones respecto a proyectos que permitan la reconstrucción del municipio de Acapulco.



Herlinda Gervacio Jiménez es doctora en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), profesora-investigadora en el Posgrado de Geografía y Gestión Territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales (CIPES-Acapulco) de la UAGro e integrante del SNIH del CONAHCYT (nivel I). Líneas de investigación: educación, estudios pedagógicos, socioambientales y biodiversidad.



Benjamín Castillo Elías es doctor en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), profesor-investigador en el Posgrado de Geografía y Gestión Territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales (CIPES-Acapulco) de la UAGro e integrante del SNIH del CONAHCYT (nivel I). Líneas de investigación: desarrollo sustentable, manejo de ecosistemas de manglar, educación ambiental y biodiversidad.



Salvador Villerías Salinas es doctor en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), profesor-investigador en el Posgrado de Geografía y Gestión Territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales (CIPES-Acapulco) de la UAGro e integrante del SNIH del CONAHCYT (nivel I). Líneas de investigación: ordenamiento territorial, geografía de la pesca y vulnerabilidad territorial.



COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PUBLICACIONES ARBITRADAS
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS
www.comunicacion-cientifica.com

ISBN: 978-607-9104-64-1



Dimensions



[DOI.ORG/10.52501/CC.205](https://doi.org/10.52501/CC.205)

9 786079 104641